



B 7

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

- Nomor dan tanggal permohonan : EC00201939009, 26 April 2019.
- Pencipta**
- Nama : Mega Waty
- Alamat : Jl Pemuda 2, Samarinda, Kalimantan Timur, 75117
- Kewarganegaraan : Indonesia
- Pemegang Hak Cipta**
- Nama : Mega Waty
- Alamat : Jl Pemuda 2, Samarinda, Kalimantan Timur, 75117
- Kewarganegaraan : Indonesia
- Jenis Ciptaan : Buku
- Judul Ciptaan : Rekayasa Jembatan
- Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 15 Juli 2015, di Samarinda
- Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
- Nomor pencatatan : 000141238

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001

## KATA PENGANTAR

Syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa ,karena kami telah diberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan buku diktat ini.

Pada kesempatan ini juga kami berterima kasih kepada segala pihak yang membantu menyelesaikan buku diktat Rekayasa Jembatan

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesempatan dan kepercayaan yang diberikan, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua meskipun hanya untuk kalangan sendiri.

Samarinda , 2015

Mega Waty , ST, MT  
Penulis

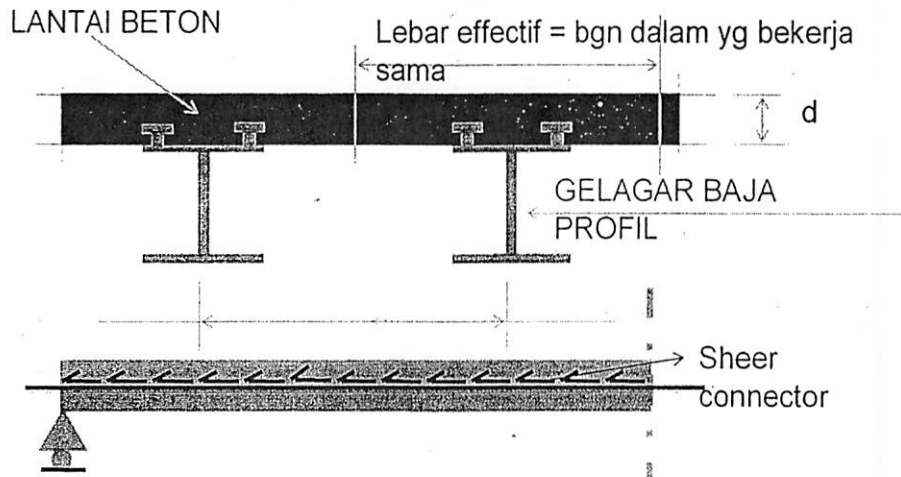
## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
BAB 1 Balok composite.....	1
BAB 2 Jembatan Balok Gabungan .....	22
BAB 3 Perhitungan Shear Connector dan Sambungan .....	48
Lampiran	
SNI T 02- 2005	

# 1. BALOK KOMPOSITE (COMPOSITE BEAM)

# 1

- Adalah sebuah balok gabungan dari bagian beton dan bagian baja. Bekerja samanya kedua bagian tersebut dimungkinkan, apabila kita memakai penghubung geser (shear connection) antara bagian itu:

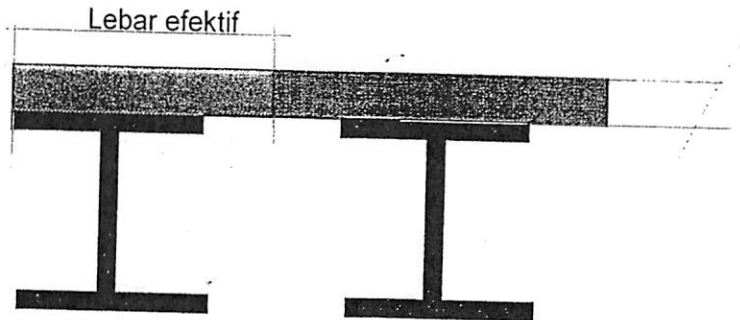


- Pada keadaan kedua bagian tersebut tidak bekerja sama, maka beban yg bekerja dipikul oleh baja sedangkan pada keadaan kedua bagian bekerja sama, beton juga ikut memikul beban yg bekerja.
- LEBAR EFEKTIF
- Adalah bagian dari beton yang diikuti bekerja sama dengan baja. Lebar efektif ini umumnya ditentukan dalam peraturan (spesifikasi).
- Menurut AISC lebar efektif ditentukan oleh harga yang terkecil dari harga berikut ini.
  - $b = \frac{1}{4}$  panjang bentang dari as ke as baja.
  - $b =$  jarak gelagar
  - $b = 12$  tebal plat minimum ( $12d$ )

Untuk bentang pinggir

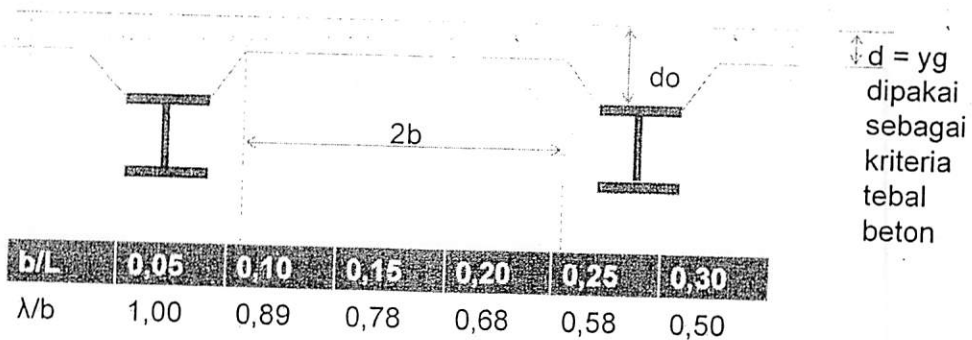
- $b = 1/12$  panjang bentang
- $b = 1/2$  jarak as ke as balok
- $b = 6 \times$  tebal minimum balok

Diambil yg terkecil

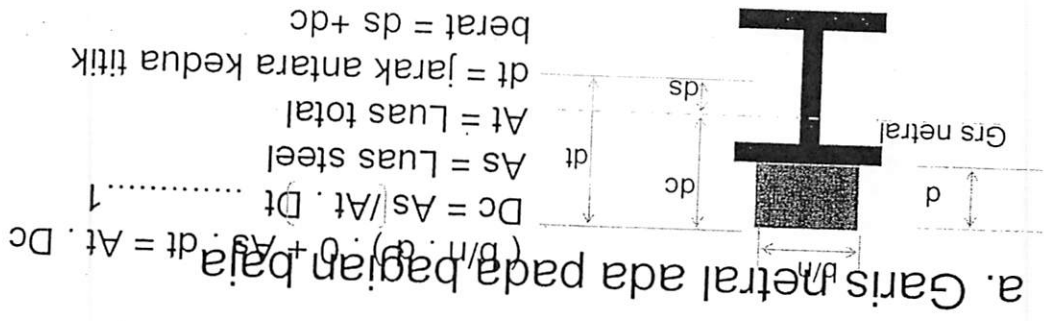


## MENURUT BINAMARGA spesifikasi

- Gambar

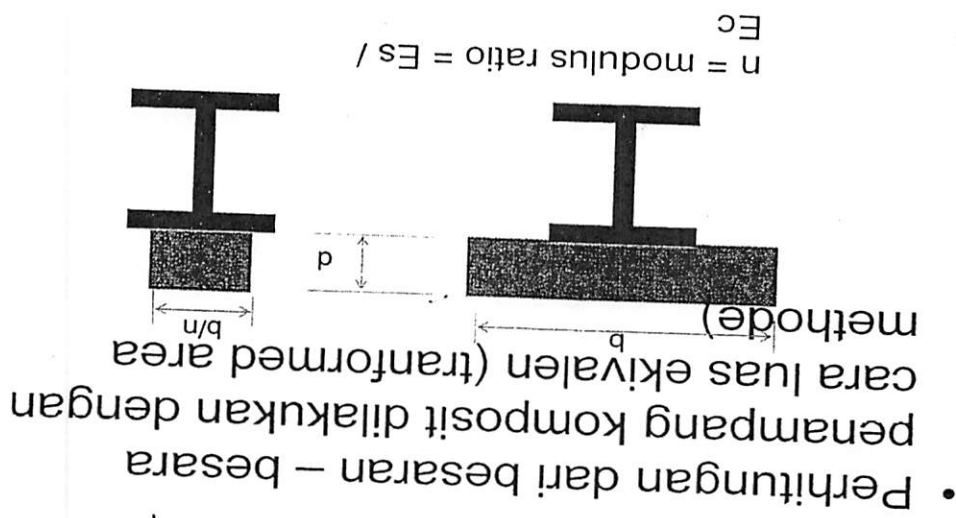


- $L =$  panjang bentang
- Untuk  $b/L < 0,05 \rightarrow \lambda$
- Untuk  $b/L > 0,30 \rightarrow \lambda = 0,15 L$



- 1. pada bagian baja
  - 2. pada bagian beton
  - a. Garis netral ada pada bagian baja
- Ada 2 kemungkinan letak garis netral yaitu

### 1.2.1. LETAK GARIS NETRAL

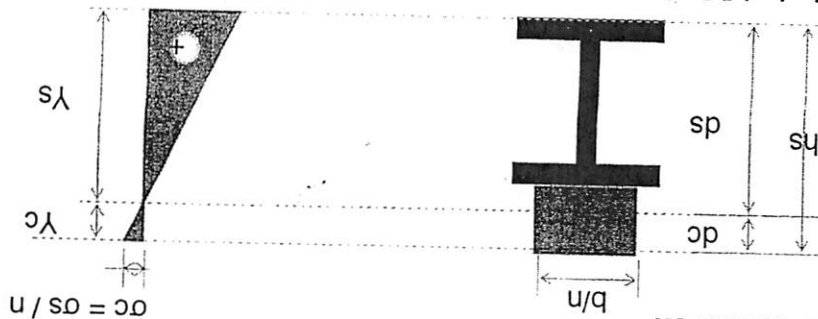


### 1.2. PENAMPANG KOMPOSIT

- Perhitungan dari besaran – besara penampang komposit dilakukan dengan cara luas ekuivalen (transformed area methode)

## b. Garis netral pada bagian beton

• Gambar



- $(b/n)[2dc] [dc] + As \cdot hs = At [2dc] \rightarrow [b/n](2dc) + As \cdot hs = At (2dc)$

- $(2b/n)dc^2 + Ac \cdot hs - [(b/n) (2dc) + As] 2dc \rightarrow 2$
- NOTE : untuk design ekonomis sebaiknya letak garis netral penampang komposit terletak pada bagian

## 1.2.2. TEGANGAN

Tegangan yg terjadi untuk masing2 bagian (os dan oc) tidak boleh melampaui tegangan2 maximum yang diijinkan.

Untuk  $\sigma_s = (M \cdot Y_s) / I_t$

$\sigma_c = ((M \cdot Y_c) / I_t) / 1/n \rightarrow$  Momen penampang dipikul penampang komposit

Dimana  $I_t = I$  penampang komposit

$I_t = I_s + A_s (ds)^2 + I_c + A_c (dc)^2 \rightarrow$

$I_c = 1/12 (b/n) d^3 ; \rightarrow A_c = b/n \cdot d \rightarrow$  untuk kasus A

$I_c = 1/12 b/n (2dc)^3 \rightarrow A_c = b/n (2dc) \rightarrow$  untuk kasus b

(b)  $\rightarrow$  garis netral jatuh pada beton.

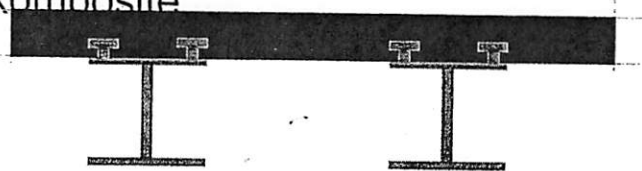
Dimana  $= b/n = b$  efektif

**END**



## 1.3. PEMBAGIAN BEBAN 2

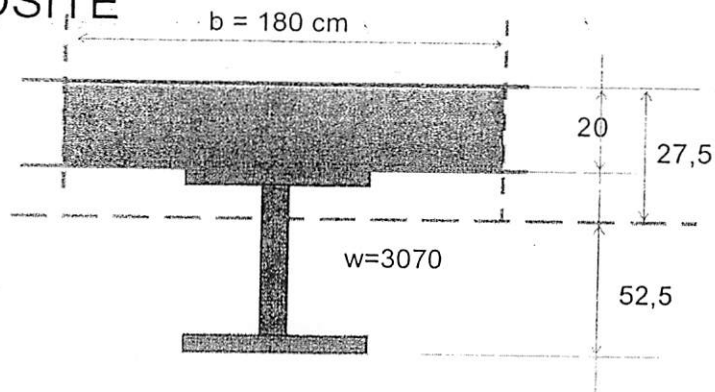
- Tidak seluruh beban yang ada dipikul oleh penampang komposit
- Beban Mati



- Lantai beton dan berat sendiri baja dipikul oleh baja, karena sebelum dicor betonnya, shear connector belum bekerja penuh, sehingga beban mati dipikul oleh baja.
- Setelah beton mengeras baru boleh ada beban hidup dimana beban hidup yg bekerja dipikul oleh penampang komposit.

### EXAMPLE PROBLEM

- KOMPOSITE

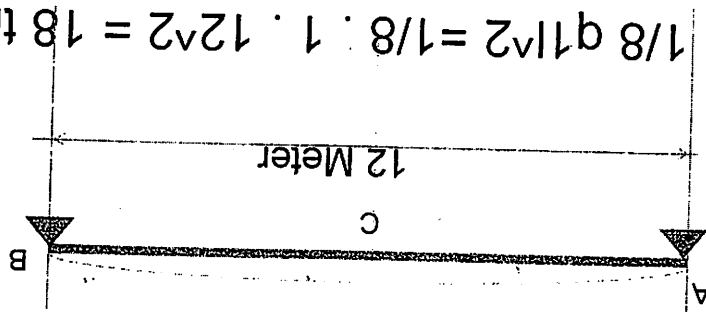


## DATA

- It =  $239 \times 10^3 \text{ cm}^4$
- Beban mati  $q_1 = 1 \text{ t/m}$  (Baja + Beton) dan  $n = 15$
- Beban Hidup  $q_2 = 3 \text{ t/m}$
- $L = 12 \text{ meter}$
- Modulus Ratio  $n = 15$
- Ditunggalkan : Hitung tegangan  $\sigma_{\text{max}} = ?$   
Dan  $\sigma_c = ?$

Jawab

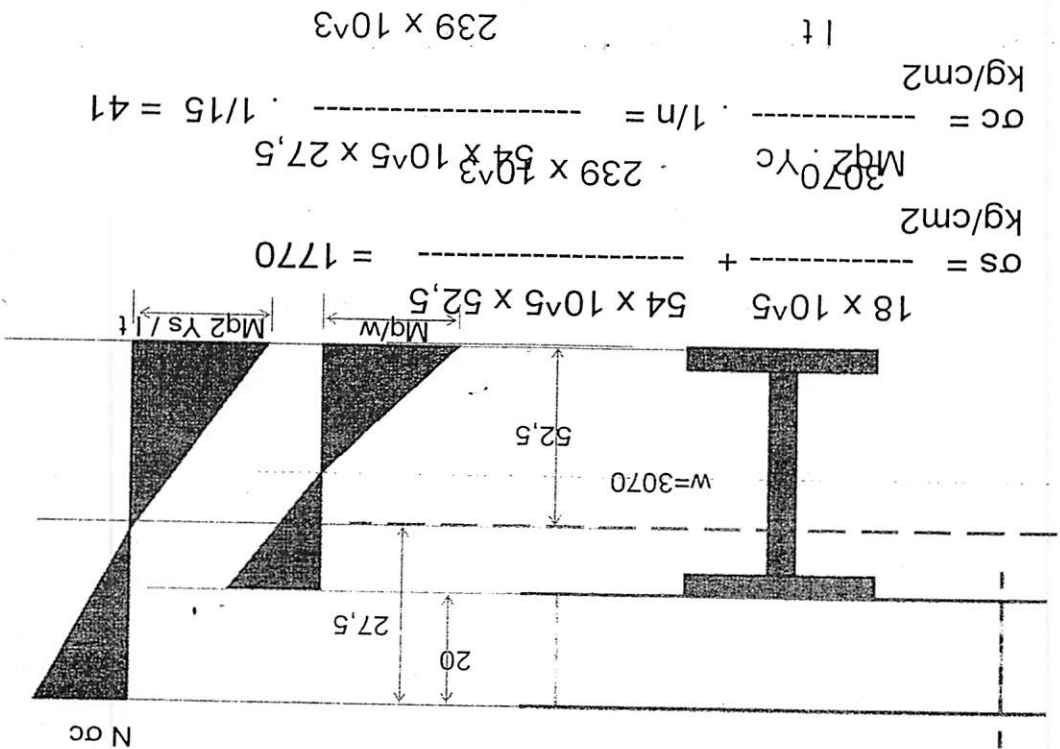
• Gambar



- $Mq_1 = 1/8 q_1 l^2 = 1/8 \cdot 1 \cdot 12^2 = 18 \text{ tm}$
- $Mq_2 = 1/8 q_2 l^2 = 1/8 \cdot 3 \cdot 12^2 = 54 \text{ tm}$
- $\sigma_c = Mq_1 / W + (Mq_2 \cdot Y_s) / It$

Tegangan hancur (σ <sub>c</sub> )	n
140 - 170 kg/cm <sup>2</sup>	15
175 - 205 kg/cm <sup>2</sup>	12
210 - 275 kg/cm <sup>2</sup>	10
280 - 345 kg/cm <sup>2</sup>	8
350 - up kg/cm <sup>2</sup>	6

Penjelasan (tabel hanya untuk balok komposit tapi tidak berlaku untuk tulangan)



# 1.4. CONSTRUCTION METHODE

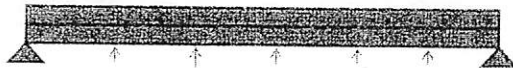
- Oleh karena penampang komposite lebih kuat dari penampang baja saja, maka diusahakan agar supaya sebanyak mungkin beban yang bekerja dipikul oleh penampang komposite.
- Dalam contoh diatas, kalau seluruh beban dapat dipikulkan/dibebankan pada penampang komposite maka tegangan2 yang terjadi menjadi:
- $\sigma_s = ((Mq_1 + Mq_2) / I_t) Y_s = ((72 \cdot 10^5)(52,5))/239 \cdot 10^3 = 1582 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_c = ((Mq_1 + Mq_2) / I_t) (Y_s/n) = (((72 \cdot 10^5)(27,5))/239 \cdot 10^3)/(1/15) = 55 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_s \text{ izin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_c \text{ izin} = 70 \text{ kg/cm}^2$

Maka apabila kita terapkan

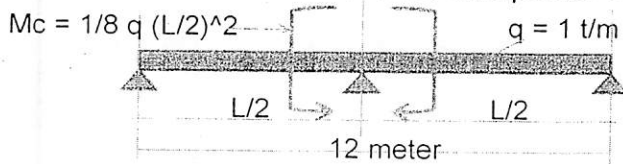
1. Kasus pertama → profil baja tidak memenuhi → harus diperbesar
2. Kasus kedua → profil baja telah memenuhi.

## BEBERAPA CARA PELAKSANAAN

1. SHORING (PROPPED CONSTRUCTION) dalam cara ini balok tersebut diberi tumpuan sementara



- Tumpuan sementara dipasang sebelum balok dicor
- a. FULL SHORING : Sebelum dicor, balok ditumpu sepanjang bentang setelah beton mengeras tumpuan sementara tadi dilepas jadi sekarang :  $M_q$  dipikul oleh penampang komposit.
  - b. PARTIAL SHORTING : Cara lain adalah dengan memberi satu atau dua tumpuan sementara.



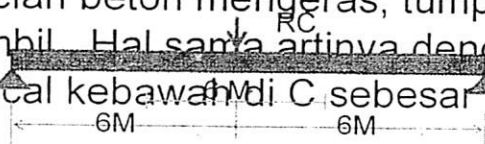
# \* SATU TUMPUAN SEMENTARA

CONTOH PERHITUNGAN : tegangan dengan memasang

tumpuan sementara.

1. Sebelum di cor dipasang tumpuan sementara (dalam contoh dipasang ditengah). Akibatnya akan timbul momen negatif di C yaitu :  $M_c = 1/8 \cdot 1 \cdot 6^2 = 4,5 \text{ tm (-)}$

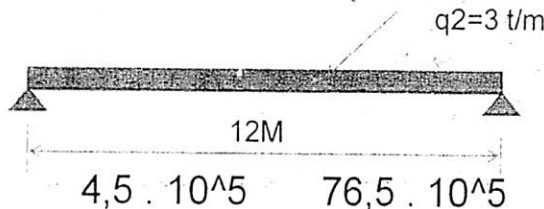
2. Setelah beton mengeras, tumpuan sementara diambil. Hal sama artinya dengan memberi beban vertical kebawah di C sebesar  $RC = 7,5 \text{ TON (-)}$



Momen akibat RC :  $M_C = 1/4 \cdot 7,5 \cdot 12 = 22,5 \text{ tm (+)}$

3. Akibat beban hidup (1 tumpuan Sementara)

$M_{q2} = 1/8 \cdot 3 \cdot 12^2 = 54 \text{ tm (+)}$  → dipikul komposite



$$\sigma_s = - \frac{4,5 \cdot 10^5}{3070} + \frac{76,5 \cdot 10^5}{239 \times 10^3} \cdot 52,5 = 1530 \text{ kg/cm}^2$$

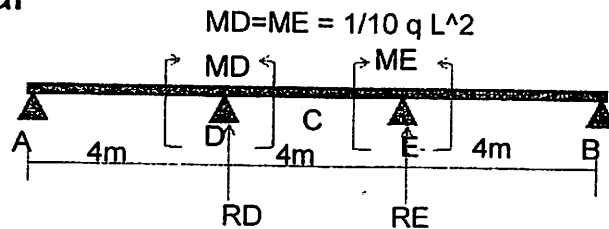
$$\sigma_c = \frac{76,5 \cdot 10^5}{239 \times 10^3} + \frac{27,5}{15} = 59 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan Max yang terjadi

Note : Meskipun beban mengeras, tegangan (distribusi tegangan) akan tetap, karena lendutannya tetap, ini kalau tak ada beban hidup → beban mati tetap dipikul baja saja. Tapi bila ada beban hidup yang bekerja maka lendutan akan berubah sehingga tegangan teg berubah dan beban dipikul oleh penampang komposite

## 2. TUMPUAN SEMENTARA

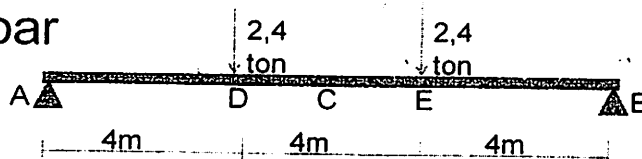
- Gambar



1.  $MD = ME = \frac{1}{10} \cdot 1 \cdot (4^2) = 1,6 \text{ TM (-)}$   
 $MC = (\frac{1}{8} - \frac{1}{10}) \cdot 1 \cdot (4^2) = 0,4 \text{ TM (+)} \rightarrow \text{dipikul baja}$   
 $RD = RE = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (4^2) + (1,6/4) = 2,4 \text{ ton}$

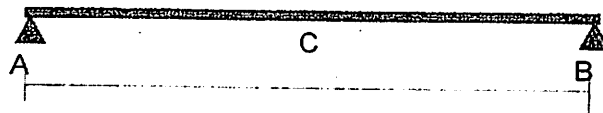
Kemudian tumpuan tengah menjadi beban titik seperti pada gambar

2. Gambar



$$MC = 2,4 \cdot 4 = 9,6 \text{ TM (+)} \rightarrow \text{Dipikul Penampang}$$

3. Gambar



$$MC = \frac{1}{8} \cdot 3 \cdot 12^2 = 54 \text{ tm} \rightarrow \text{Dipikul Penampang Komposite}$$

$$\sigma_s = (0,4 \cdot 10^5) / 3070 + (63,6 \cdot 10^5 / 239 \cdot 10^3) \cdot 52,5$$

$$= 1397 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = (63,6 \cdot 10^5) / (27,5 / 15) = 48,8 \text{ kg/cm}^2$$

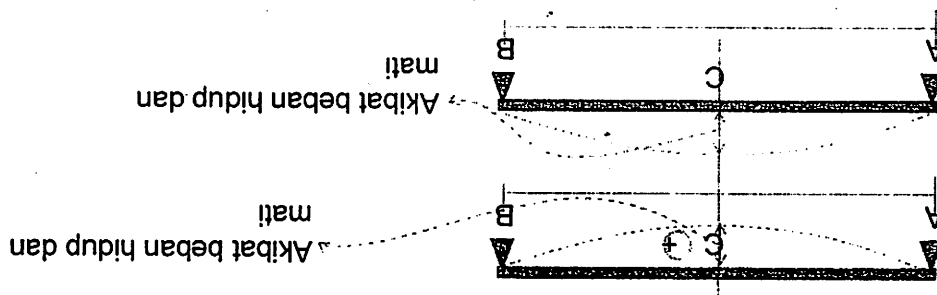
## 2. BETON DICOR BERTAHAP

- Dengan pemilihan urutan yang tepat, bila didapat composite action lebih dahulu pada bagian yang penting.
- **Tahap I.** Momen dipikul oleh baja saja =  $5/72 ql^2$
- **Tahap II.** Setelah bagian tengah mengeras, kedua bagian pinggir kemudian dicor penuh  
 $MC = 4/72 ql^2 \rightarrow$  Komposit  
**Tahap III.**  $\rightarrow$  Ada beban hidup  
 $MC = 1/8 ql^2 \rightarrow$  dipikul Komposit

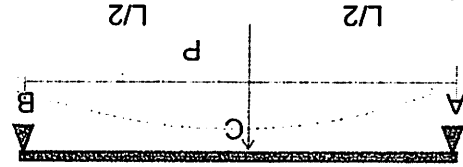
END

### 3. PRESTRESSING

- Memberi tegangan mula yang mempunyai tanda yang berlawanan dengan yang akan terjadi kemudian.



- **Tahap I :** Sebelum lantai dicor balok diangkat keatas dengan suatu gaya  $P$ , yang akan menimbulkan momen sebesar  $MC1 = \frac{1}{4} PL (-)$  ini dipikul oleh baja.



- Untuk itu kita perlu menghitung gaya besarnya gaya  $P$  agar supaya fiens baja tidak mengalami tegangan yg melampaui tegangan izin baja.



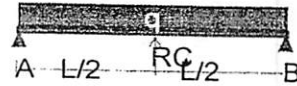
- Bila diambil  $\sigma = MW / osc$  izin  $< = 1200 \text{ kg/cm}^2$
- $\frac{1}{4} PL / w < = osc \rightarrow P = (4w / L) \cdot osc$  izin



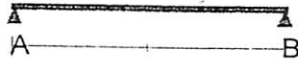
- **Tahap II** : Lantai beton di cor

- $M_{c2} = 1/8 q l^2$  (-) dipikul baja

- $RC = 2 [ 1/2 q (L/2) + M_{c2} / 1/2L ] = 1/2 qL + 4 M_{c2}/L$

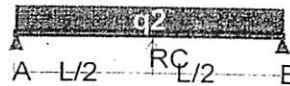


- **Tahap III** : Setelah beton mengeras, gaya angkat (dongkrak) tsb diambil. Dan ini sama artinya dengan memberi gaya sebesar  $P + RC$



- Akibat beban tsb, maka timbul momen di C sebesar :
- $M_{cs} = 1/4 (P+RC) L$  (+) → Dipikul penampang komposite

- **Tahap IV** : Ada Beban hidup



- $M_c = 1/8 q_2 L^2$  (+) dipikul penampang komposite.

## Example problem

### Penampang komposite

Data diketahui : Profil baja

Dengan Inersia total = 22680 cm<sup>4</sup>

Beban  $q = 500$  kg/m dan  $n = 15$

$L = 9$  meter  $\sigma_s$  izin = 1600 kg/cm<sup>2</sup> ;  $\sigma_{sc}$  izin = 1200 kg/cm<sup>2</sup>

→

sekitar 0,75  $\sigma_s$  izin ;  $\sigma_c$  izin = 70 kg/cm<sup>2</sup>.

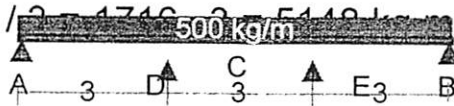
Ditanyakan : Hitung beban hidup terbagi rata  $P$  yang dapat dipikul oleh balok ini bila dipakai prestresing (dongkrak) dititik

sepertiga bentang.

Jawab :

**Tahap I** :  $M_{max} = PL/3$

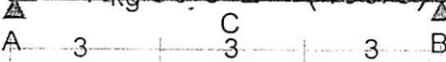
- $(PL/3) / w = \sigma_{sc}$  izin
- $P = 13 w / L \sigma_{sc}$  izin =  $((3 \times 429) / 900) \times 1200 = 1716$  kg
- $M_{c1} = PL / 2 = 1716 \cdot 3 = 5148$  kg (-) → dipikul oleh baja



**Tahap II**

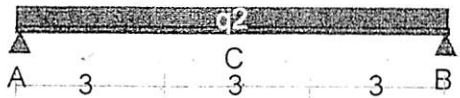
- $M_{C2} = 1/40 q ((L/3)^2) = 1/40 \cdot 500 \cdot 3^2 = 110$  kgm → dipikul baja
- $M_D = M_E = 1/10 (500) (3^2) = 450$  kgm
- $R_D = R_E = 1/4 (500 \cdot 3^2) + (150/3) = 3366$  kg

**Tahap III**



$M_{C3} = 3366 \cdot 3 = 10098$  kgm (+) dipikul oleh komposit

• **Tahap IV**



- $M_{c4} = 1/8 q_2 (9^2) = 10,125 q_2$
- Tegangan yang terjadi
- $\sigma_s = - (514800/429) + (11000/429) + [(1009800 + 10,125 q_2) / 22680] \leq 1600$  kg/cm<sup>2</sup>
- Dari sini didapat harga P1
- Untuk beton
- $\sigma_c = - (1009800 + 10,125 q_2) / 22680 + (13/15) = 70$  kg/cm<sup>2</sup> dari sini didapat harga q2
- Yang menentukan adalah harga q2 yang paling kecil dari kedua harga diatas.

# 1.6. SHEAR CONNECTOR<sup>4</sup>

## A. FUNGSI

Terutama untuk menahan gaya geser (longitudinal shear) yang

terjadi antara beton dan baja, Disamping itu juga berfungsi untuk

menjaga agar kedua bagian tersebut tidak terlepas satu sama

lain.

## B. MACAM2NYA

Dapat dibagi menjadi tiga bagian

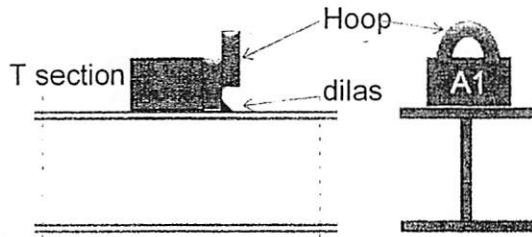
### 1. RIGID CONNECTOR

a. Bar Connector



# END

## b. T Connector



Kekuatan sebuah rigid connector ini dihitung sbb:

$$Q = A1 \sigma_1 \rightarrow Kg \rightarrow 1$$

Q = kekuatan shear connector ( Kg)

A1 = Luas permukaan shear connector (cm<sup>2</sup>)

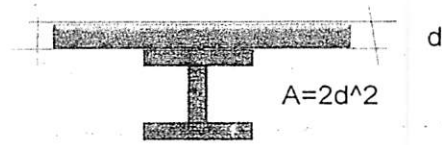
$\sigma_1$  = tegangan tumpu yang diizinkan pada beton yg dihitung sbb:

$$\sigma_1 = \sigma_c \sqrt{\frac{A}{A1}} \dots\dots\dots 2a$$

$\sigma_c$  tegangan tekan beton izin

Harga A didapat sbb:

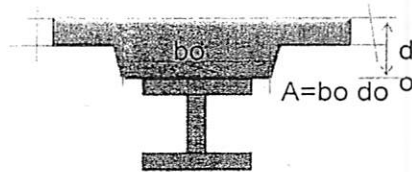
1. Beton tanpa Voute



2. Beton dengan Voute

Catatan : Rumus 2a berlaku bila  $A \leq 5A1$  Bila  $A > 5A1$ , maka rumus tsb berubah menjadi

$$\sigma_1 = \sigma_c \sqrt{5} \dots\dots\dots 2b$$



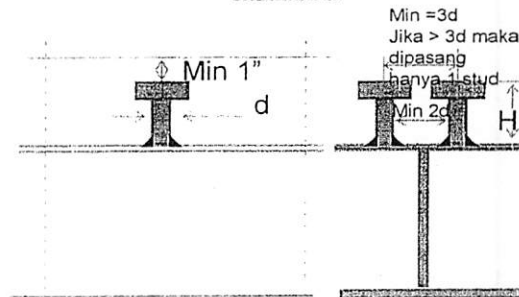
## 2. FLEXIBLE CONNECTOR

Ada 2 macam yaitu :

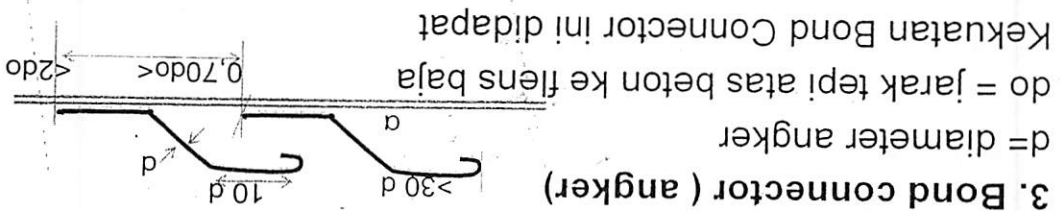
a. Stud Connector

$$Q = 10 H d \sqrt{\sigma_c} \rightarrow H/d < 5,5$$

$$Q = 55 d^2 \sqrt{\sigma_c} \rightarrow H/d \geq 5,5$$



3. Bond connector ( anker )



d = diameter anker

do = jarak tepi atas beton ke flens baja

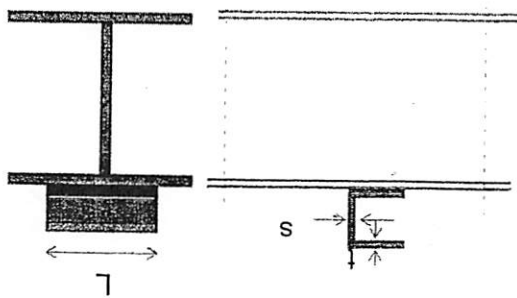
Kekuatan Bond Connector ini didapat

Dari gaya lekat (bond) antara anker dengan beton

Untuk menjamin terdapatnya gaya lekat ini, maka ukuran anker harus memenuhi syarat2 kekuatan anker :

$$Q = Aa \cdot \sigma \text{ in} \cdot \text{Cos } \alpha$$

b. Channel Connector



$$Q = 20(t + S/2) L \sqrt{\sigma c}$$

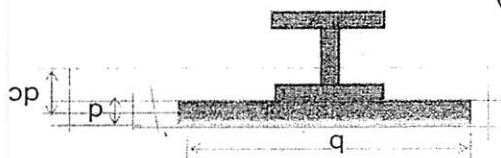
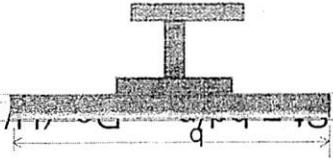
$\sigma c$  = tegangan beton yang diizinkan

Q = Kekuatan sebuah paku (kg)

d = diameter paku dalam cm

Dimana H = Tinggi stud (paku) dalam cm

St = Statis momen penampang komposite  
 Yang dihitung disini adalah tegangan geser antara beton dan baja  
 saja sehingga garis netral ada pd bgn



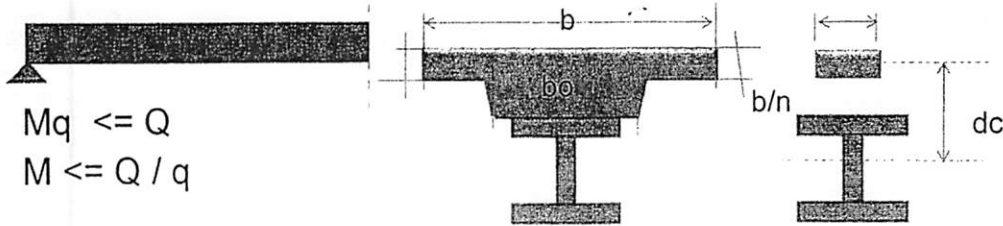
Besarnya gaya geser persatuan panjang bentang dapat dihitung dengan persamaan :  
 $q = (DS) / (lt) \text{ Kg/cm}$   
 Dimana  $q = \text{gaya geser (kg/cm)}$   
 $St = \text{Statis momen penampang komposite}$   
 Yang dihitung disini adalah tegangan geser antara beton dan baja

## 1.7. LONGITUDINAL SHEAR

Dimana  $Aa = \text{Luas penampang angker} = \frac{1}{4} \pi d^2$   
 $\sigma \text{ izin} = \text{tegangan baja izin}$   
 Angker hanya dapat menerima/memikul gaya tarik. Bila pada suatu penampang terhadap gaya lintang dalam dua arah, maka penempatan angker nya harus silang dan bila gaya lintangnya satu arah maka penempatan angker nya seperti diatas

## 1.8. JARAK SHEAR CONNECTOR

- Kalau shear connector ditempatkan sejarak  $m$  satu sama lainnya maka gaya yang bekerja pada shear connector tersebut adalah  $m q$  (kg). Gaya ini haruslah lebih kecil atau sama dengan kekuatan geser connector.



- $M q \leq Q$
- $M \leq Q / q$

- Menghitung besaran penampang komposite maka bagian voute diabaikan
- Bila garis netral terletak pada bagian voute, maka perhitungan tidak diulang

- Kalau dipakai stud, maka dalam menentukan  $Q$  harus dikalikan dengan jumlah stud dalam satu penampang- sehingga :  $m \leq (kQ / q)$  dimana  $k =$  jumlah stud dalam satu penampang.
- Kalau dipakai angker dengan sudut  $\alpha$  maka kekuatannya dalam arah gaya geser (arah horizontal) berubah menjadi  $Q \sin \alpha$  sehingga :  $m \leq (Q \sin \alpha) / q$

# PENEMPATAN SHEAR CONNECTOR

Penempatan shear connector sepanjang bentang.

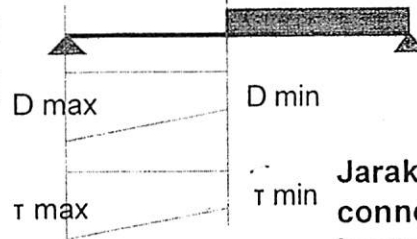
$$Q_{\max} = (D_{\max} S) / l$$

$$Q_{\min} = (D_{\min} \cdot S) / l$$

$$q_{\text{izin}} = Q / m$$

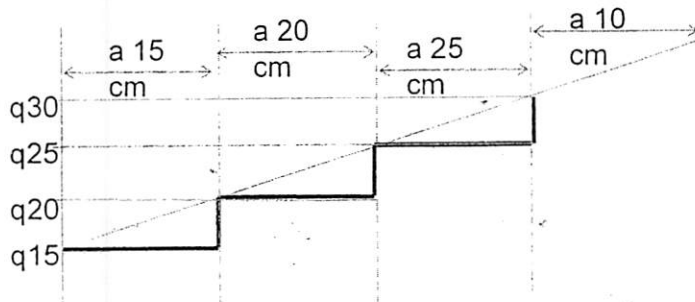
$$q_{15} = Q / 15 \text{ kg/cm}$$

$$q_{20} = Q / 20 \text{ kg/cm}$$



# 5

Jarak antara shear connector dipinggir bentang lebih rapat, makin ketengah makin renggang, tetapi jarak antara dua shear connector tidak boleh melampaui : 50 cm Atau 3 x tebal beton (diambil yg paling kecil ) Dan jarak minimum =



# END



• Contoh :

$L = 20 \text{ cm}$  ;

$b = 85 \text{ cm}$  ;

$b/L = 85/2000 = 0,0425$

$\lambda = b = 85 \text{ cm}$

Lebar efektif  $2\lambda + 30 = 200 \text{ cm}$

Lendutan maximum akibat beban hidup (tanpa koef kejut)

$\rightarrow f \leq 1/500 L$  . Jarak antara dua gelagar pada lantai beton umumnya berkisar antara 1,5 M – 2,5 M

50% dari beban mati yg dipikul oleh baja saja harus diperhitungkan untuk shear connector.

$q = DS / l \text{ kg/cm}$

D = Gaya lintang yang dipikul penampang komposit

$D = (1/2 q_1 L) 50\% + 1/2 q_2 L$



## 6. BEBAN MATI

# 6

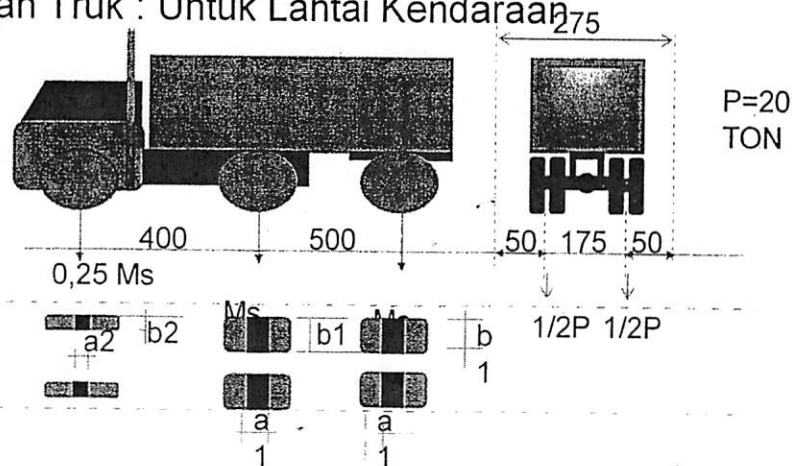
- Dalam menentukan beban mati, berat volume yang dipakai adalah :

No	Jenis Bahan	Berat/volume
1	Baja	7,85 t/m <sup>3</sup>
2	Beton Tulangan	2,50 t/m <sup>3</sup>
3	Beton Biasa, beton tumbuk dan siklop	2,20 t/m <sup>3</sup>
4	Pasangan bata	2,00 t/m <sup>3</sup>
5	Kayu	1,00 t/m <sup>3</sup>
6	Tanah, pasir, kerikil	2,00 t/m <sup>3</sup>
7	Perkerasan (Jalan Aspal)	2,20 t/m <sup>3</sup>

## 7. BEBAN HIDUP

ada 2 macam menurut Bina Marga

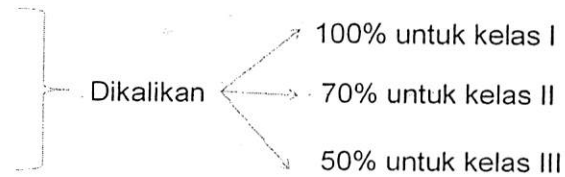
1. Beban Truk : Untuk Lantai Kendaraan



Dalam menghitung kekuatan lantai akibat beban T, muatan ini dianggap menyebar kebawah dengan sudut  $45^\circ$

## Kelas Jembatan

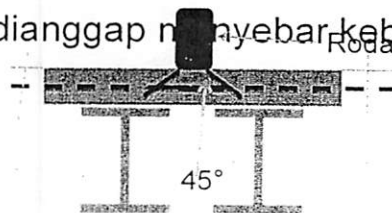
- $P= 20$  TON
- $a_1 = 20$  cm
- $b_1= 50$  cm
- $b_2 = 12,5$  cm



Beban truck disebut juga MUATAN "T"

Dalam menghitung kekuatan lantai akibat beban T, muatan ini

dianggap menyebar kebawah dengan sudut  $45^\circ$

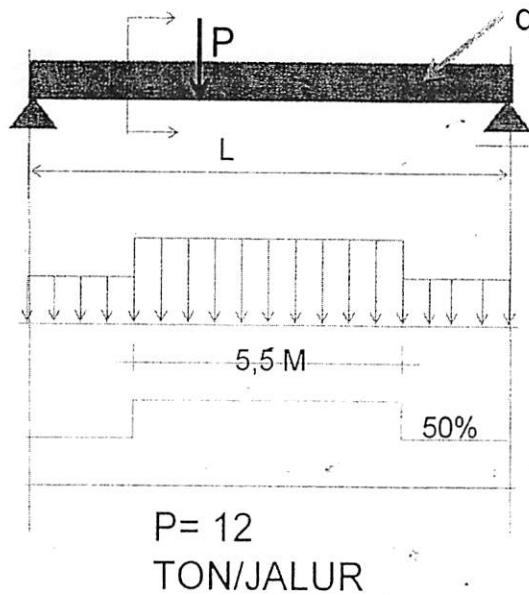


JEMBATAN DIBAGI 3

KELAS

- 1.KELAS I = 100%
- 2.KELAS II = 70%
- 3.KELAS III=50%

- Beban Jalur (Muatan D) → untuk meng bebani pada gelagar. Beban ini terbagi atas dua bagian yaitu :
  1. Muatan terbagi Rata =  $q$
  2. Muatan garis =  $P$



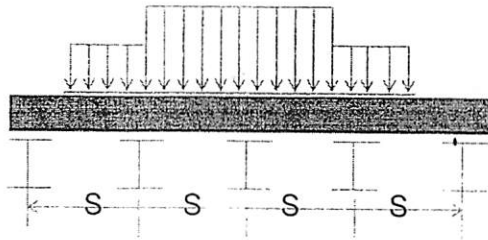
Besarnya  $P = 2,2 \text{ t/m}$  /  
 jalur ( 1 jalur = 2,75 meter  
 → tergantung L

## Jumlah jalur lalu lintas

LEBAR LANTAI KENDARAAN	JUMLAH JALUR LALU LINTAS
5,5 meter s/d 8,25 meter	2
8,25 meter s/d 11,25 meter	3
11,25 meter s/d 15 meter	4
15 meter s/d 18,75 meter	5
18,75 meter s/d 32,5 meter	6

Data ini hanya digunakan u/menentukan jumlah jalur pd jembatan

- Jika lebih lebar



CATATAN :

1. untuk  $q = 2,2 \text{ t/m/ jalur}$   $L \leq 30 \text{ meter}$

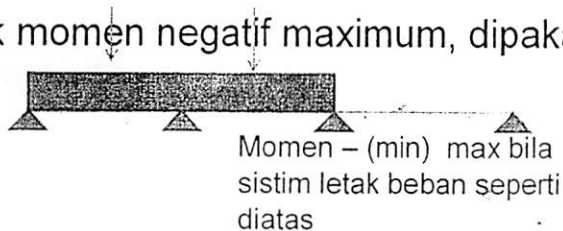
$$q = 2,2 - 1,1/60 (L-30) \rightarrow 30 \leq L \leq 60 \text{ M}$$

$$q = 1,1 (1+(30/L)) \rightarrow L \geq 60 \text{ M}$$

2. Untuk  $P = \text{Tetap}$ , tak bergantung panjang bentang  $L$

Dalam menghitung momen positif max, dipakai satu beban garis

Untuk momen negatif maximum, dipakai 2 beban garis



## KOOFISIEN KEJUT

Beban "D" harus kilikan dengan suatu koofisien kejut sebesar

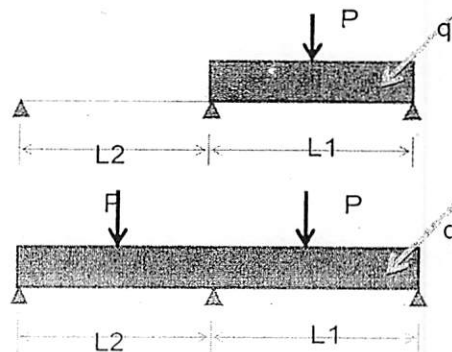
$$K = 1 + \frac{20}{50+L}$$

dimana  $L = \text{Panjang bentang}$

Catatan :

1. Untuk menghitung  $M_{ap} \text{ max}$

Dimana  $L=L1$



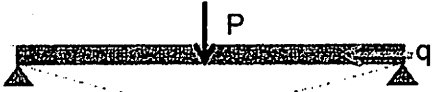
2. Untuk menghitung  $M \text{ tumpuan}$

Dimana  $L = (L1+L2) / 2$

## 8. BEBAN TROTOAR

- Beban hidup trotoar adalah sebesar 500 Kg/cm<sup>2</sup> kalau dijumlahkan dengan beban pada jalur lalu lintas maka beban trotoar yang dihitung adalah sebesar 60% saja. Beban trotoar ini tidak dikalikan dengan koefisien kejut & tidak tergantung dari kelas jembatan. Sedangkan beban jalur tergantung pada kelas jembatan.

## 9. Penyebaran beban

- Tinjau gelagar tengah    
The diagram shows a horizontal beam supported by two triangular supports. A vertical arrow labeled 'P' points downwards at the center of the beam. A horizontal arrow labeled 'q' points to the right at the right end of the beam. A dashed line below the beam indicates its deflection under the loads.
- Berhubungan dengan kekuatan lantai kendaraan, Gelagar yg ada disebelah menyebelah akan ikut melentur, ini berarti bahwa sebagian dari beban ikut dipikulnya → ada load distribusi :
- Note : Untuk perhitungan gelagar pada jalur lalu lintas hanya diperhitungkan pada beban pada jalur lalu lintas itu saja, beban trotoar tidak mempengaruhi.

Menurut peraturan BinaMarga, besarnya beban

yang dipikul oleh 1 gelagar adalah :

1. Menghitung Momen :

1.1 Gelagar Tengah

Muatan Merata =  $q = (q/2,75) \cdot (FD)$

Muatan Garis  $P' = (P/2,75) \cdot (FD)$

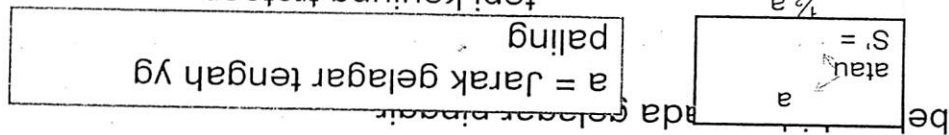
FD = Faktor Distribution

1.2. Gelagar Pinggir

Muatan Merata =  $q' = (q/2,75) \cdot (S')$

Muatan Garis =  $P' = (P/2,75) \cdot (S')$  → dimana S = Lebar

pengaruh



a = Jarak gelagar tengah yg paling

tepi keujung trotoar.

## Besarnya FD

1. Satu jalur =  $FD = (S / 2,15) *$

2. Dua Jalur atau lebih =  $FD = S / 1,65 **$

S = Jarak antara dua gelagar

\* = Bila  $S > 2,75 M$

$q' = (P / 2,15) \cdot S$

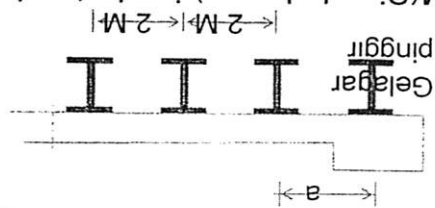
\*\* bila  $S > 3,85 M$

$S' = 1/2a$  → Menurut hanis

burhan

# CONTOH SOAL

• Gambar



Diketahui : Bentang  $L=20$  M (Simple-beam) jembatan kelas I, A

lebar jembatan 7 meter

Pertanyaan : Hitung momen max akibat beban hidup pada

gelagar tengah.

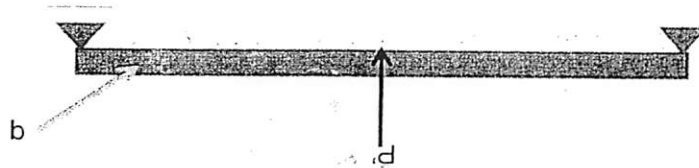
Jawab : Muatan merata :  $q_1 = q' = (q/2,75) / (S/1,65)$

$$= (2,2 / 2,75) (2/1,65) = 0,97 \text{ t/m}$$

$$\text{Muatan Garis } P' = (P/2,75) \cdot (S/1,65)$$

$$= (12/1,75) \cdot (2,0 / 1,65) = 5,29 \text{ ton}$$

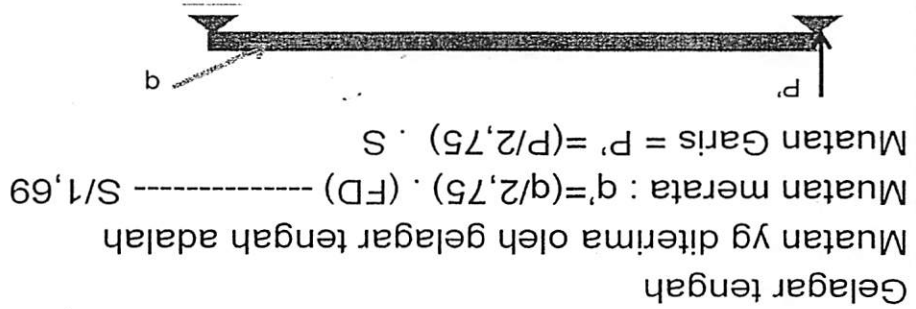
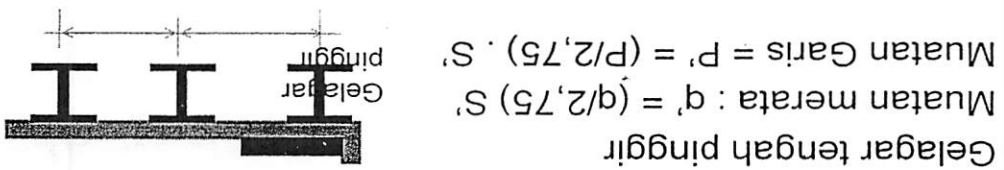
- Koefisien kejut  $K=1 + (20 / (50+20)) = 1,286$
- $M \text{ max } [1/8 (0,97)(20^2) + 1/4(5,29)(20)] \cdot 1,286 \cdot 100\%$



Note:

- Beban hidup ini langsung dianggap bekerja pada gelagar yang ditinjau.
- Dimensi gelagar pinggir minimum sama dengan dimensi gelagar induk (tengah)

END



## 2. Menghitung gaya Lintang

7

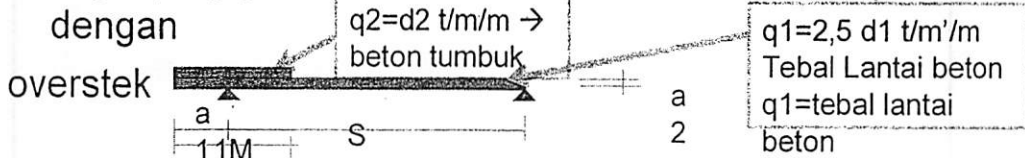


# Menghitung beban mati pada gelagar

Gelagar tengah :

BERAT =  $Sd \cdot$  Berat volume  
(Kg/m)

Gelagar ping gir : Dihitung seperti balok atas 2 tumpuan

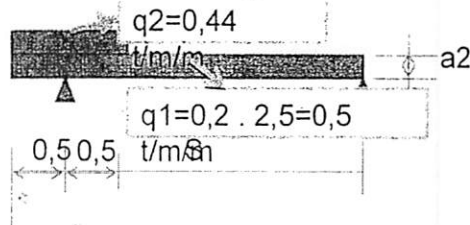


Akibat  $q_1$

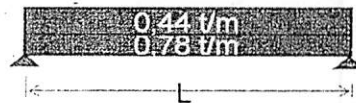
$$\sum MB = 0 \rightarrow R_1 = 0,78 \text{ t/m} \cdot a_2$$

Akibat  $q_2$

$$\sum MB = 0 \rightarrow R_2 = 0,44 \text{ t/m}$$



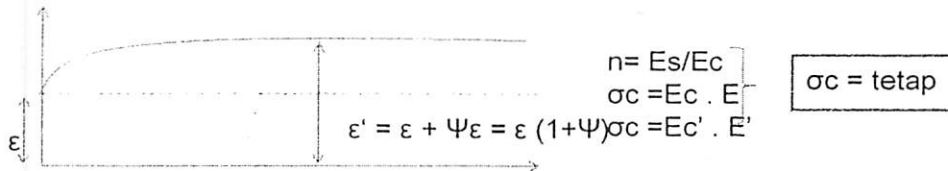
- Kemudian ditransfer sbb:
- Note : Dalam perencanaan



Gelagar pinggir, ukurannya minimum harus sama dengan gelagar tengah.

## 10. PENGARUG CREEP

Creep adalah : Gejala pada beton pada mana regangannya bertambah dengan tegangan tetap



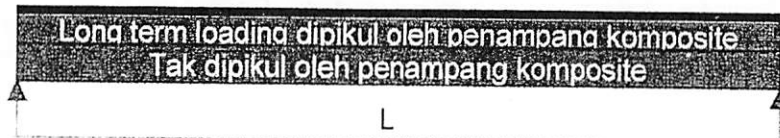
$$\text{Jadi} = E_c \cdot \epsilon = E_c' \epsilon' \rightarrow E_c' = \epsilon/\epsilon' E_c \rightarrow \epsilon'/\epsilon$$

$$n' = E_s/E_c' = E_s/E_c \cdot E_c/E_c'$$

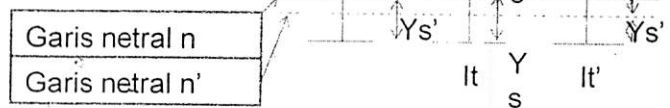
$$n' = n (\epsilon'/\epsilon) = (n ((\epsilon(1+\Psi)))/\epsilon) \rightarrow$$

$$n' = n (1 + \Psi)$$

- Untuk menghitung penampang komposit harga creep coeff  $\Psi$  dapat diambil = 2
- Dengan demikian untuk beban yang lama & terus menerus (Long term loading), harus dipakai modulus ratio sebesar  $n'=n(1+2)=3n$
- Creep ini dipengaruhi oleh waktu, sehingga untuk short term loading (beban hidup) tidak dipengaruhi oleh creep.
- Maka pada penampang komposit :



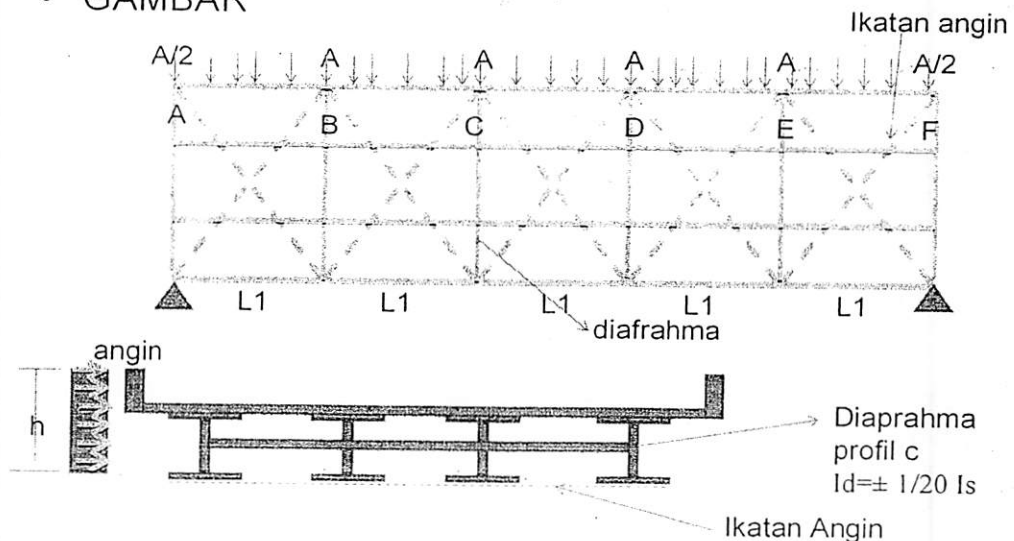
- $\sigma_s = Mq/W_s + (Mq \cdot Y_s') / I_t' + (Mq^2 \cdot Y_s) / I_t$
- $\sigma_c = (Mq/I_t) Y_c/n' + (Mq^2/I_t) (Y_c/n)$



## 11. IKATAN ANGIN

8

- GAMBAR



**END**