

## BAB II

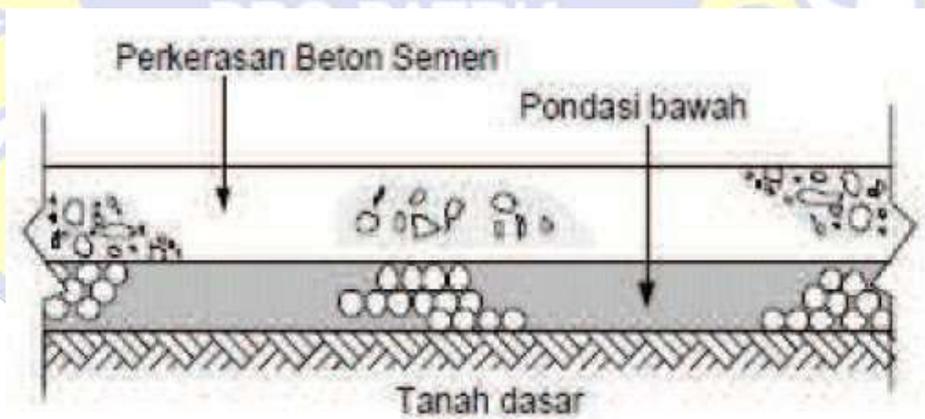
### DASAR TEORI

#### 2.1 URAIAN UMUM

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut, perkerasan beton harus :

- 1 Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar ( akibat beban lalu – lintas )sampai batas – batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan /lendutan yang dapat merusak perkerasan.
- 2 Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Perkerasan beton adalah struktur yang terdiri atas pelat beton yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.5. Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen**

Pada perkerasan beton, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pematatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut :

- Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi tepi pelat.
- Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

## **2.2 KRITERIA DAN ASAS – ASAS PERENCANAAN**

Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) Jalan Lamongan – Tuban ini harus memiliki beberapa kriteria perencanaan yang harus dipenuhi, sehingga konstruksi bangunan sesuai dengan yang diharapkan.

Dampak lingkungan dan tata guna lahan di sepanjang jalan juga menjadi pertimbangan dalam perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah – masalah yang timbul baik masalah sosial maupun masalah teknis.

Berikut ini adalah kriteria–kriteria perencanaan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pembangunan jalan.

## 2.2.1. Klasifikasi Jalan

### 2.2.1.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

1. Jalan Arteri
2. Jalan Kolektor
3. Jalan Lokal

Jalan Arteri: Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien,

Jalan Kolektor: Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi, Jalan Lokal: Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri- ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

### 2.2.1.2 Klasifikasi menurut kelas jalan

1. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.
2. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1 (Pasal 11,PP. No.43/1993).

**Tabel 2.1.Klasifikasi menurut kelas jalan.**

<b>Fungsi</b>	<b>Kelas</b>	<b>Muatan sumbu Terberat MST (Ton)</b>
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8

	IIIB	
--	------	--

### 2.2.1.3 Klasifikasi menurut medan jalan

- a. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
- b. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Klasifikasi menurut medan jalan.**

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3 – 25
3.	Pegunungan	G	>25

- c. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

### 2.2.1.4 Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP.No.26/1985 adalah jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

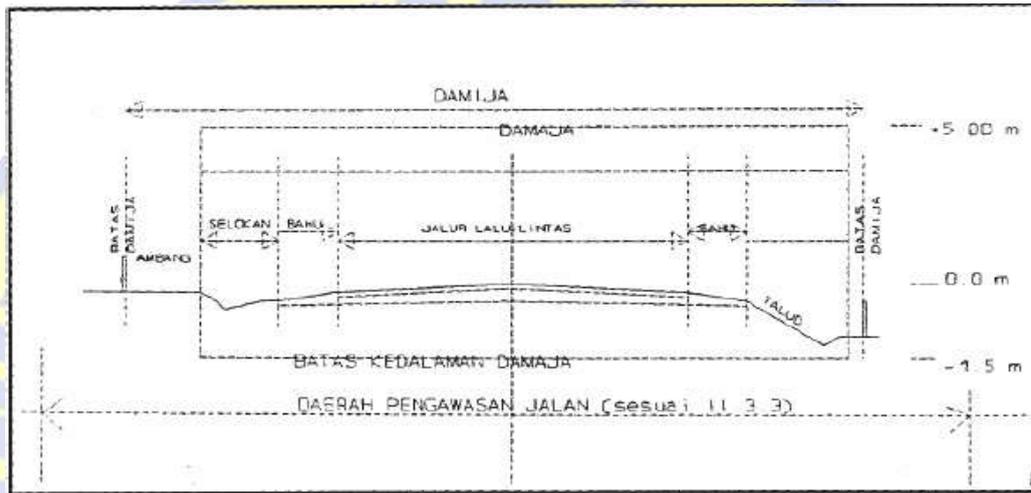
## 2.2.2 Bagian – bagian Jalan

Adapun bagian – bagian jalan yang ada diantaranya :

### 2.2.2.1 Daerah Manfaat Jalan

Daerah Manfaat Jalan (**DAMAJA**) dibatasi oleh (lihat Gambar 2.6):

- a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisijalan.
- b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan.
- c. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.



Gambar 2.6 Damaja, Damija, dan Dawasja di lingkungan jalan antar kota.

#### 2.2.2.2 Daerah Milik Jalan

Ruang Daerah Milik Jalan (Damija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.

#### 2.2.2.3 Daerah Pengawasan Jalan

1. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut (Gambar 2.2.):
2. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

#### 2.2.2.4 Karakteristik Lalu – Lintas

Data lalu – lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu–lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Besarnya volume atau arus lalu–lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur pada satu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometri, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

Unsur lalu – lintas adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas, sedangkan unsur lalu – lintas di atas roda disebut kendaraan dengan unit (kend).

#### **2.2.2.5 Kondisi Lingkungan**

Emisi gas buangan kendaraan dan kebisingan berhubungan erat dengan volume lalu – lintas dan kecepatan. Pada volume lalu – lintas yang tetap, emisi ini berkurang dengan berkurangnya kecepatan sepanjang jalan tersebut tidak macet.

Saat volume lalu – lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan  $>0,8$ ), kondisi arus tersendat “berhenti dan berjalan” yang disebabkan oleh kemacetan menyebabkan bertambahnya emisi gas buangan dan kebisingan jika dibandingkan dengan kinerja lalu – lintas yang stabil.

#### **2.2.2.6 Pertimbangan Ekonomi**

Dalam setiap pembangunan, analisis perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk setiap proyek harus mencapai persyaratan ekonomis, terlebih lagi untuk proyek peningkatan jalan yang diperoleh berbagai anggapan dalam perhitungan biaya yang digunakan, antara lain adalah umur rencana, laju pertumbuhan lalu lintas dan tujuan dari pembina jalan. Semua biaya yang menyangkut aspek tersebut digunakan dalam analisis perhitungan biaya sesuai dengan fungsi dan tipe pekerjaan jalan.

#### **2.2.2.7 Pengendalian Biaya**

Pengendalian biaya dalam suatu pekerjaan konstruksi dimaksudkan untuk mencegah adanya pengeluaran yang berlebihan sehingga sesuai dengan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

yang telah ditetapkan. Biaya pelaksanaan harus dapat ditekan sekecil mungkin tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pekerjaan. Dalam hal ini erat kaitannya dengan pemenuhan persyaratan ekonomis.

#### **2.2.2.8 Pengendalian Mutu**

Pengendalian mutu dimaksudkan agar pekerjaan yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam RKS. Kegiatan pengendalian mutu tersebut dimulai dari pengawasan pengukuran lahan, pengujian tanah serta uji tekan beton. Mutu bahan-bahan pekerjaan yang digunakan dalam pembangunan sudah dikendalikan oleh pabrik pembuatnya. Selain itu juga diperlukan pengawasan pada saat konstruksi tersebut sudah mulai digunakan, apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

#### **2.2.2.9 Pengendalian waktu**

Pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan dalam suatu proyek bertujuan agar proyek tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan network plan yang telah ditetapkan. Untuk itu dalam perencanaan pekerjaan harus dilakukan penjadualan pekerjaan dengan teliti agar tidak terjadi keterlambatan waktu penyelesaian proyek.

#### **2.2.2.10 Pengendalian tenaga kerja**

Pengendalian tenaga kerja sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik sesuai jadwal. Pengendalian dilakukan oleh Pengawas secara terus menerus maupun berkala. Dari pengawasan tersebut dapat diketahui kemajuan dan keterlambatan pekerjaan yang diakibatkan kurangnya tenaga kerja maupun menurunnya efisiensi kerja yang berlebihan. Jumlah tenaga kerja juga harus dikendalikan untuk menghindari terjadinya penumpukan pekerjaan yang menyebabkan tidak efisiensinya pekerjaan tersebut serta dapat menyebabkan terjadinya pemborosan materil dan biaya.

## **2.3 JENIS – JENIS PERKERESAN**

### **2.3.1 Perkerasan Kaku ( *Rigid Pavement* )**

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (slab) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

### **2.3.2 Perkerasan Lentur ( *Flexibel Pavement* )**

Perkerasan lentur (*flexibel pavement*) merupakan perkerasan yang terdiri atas beberapa lapis perkerasan. Susunan lapisan perkerasan lentur secara ideal antara lain lapis tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan (*surface course*). Lapis permukaan yang bisa digunakan untuk perkerasan lentur antara lain LASTON, LASBUTAG, HRA, LAPEN, dan lapis pelindung (BURAS/BURTU/BURDA).

### **2.3.3 Gabungan *Rigid* dan *Flexible Pavement* ( *Composite Pavement* )**

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

## **2.4 DASAR – DASAR PERENCANAAN**

Dalam perhitungan perencanaan ulang perkerasan kaku (*Rigid pavement*) ini mengacu pada standar yang sudah biasa digunakan untuk perencanaan – perencanaan perkerasan beton semen di Indonesia. Standar tersebut antara lain :

1. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.(Pd T-14-2003).

Pedoman ini mencakup dasar-dasar ketentuan perencanaan perkerasan jalan, yaitu :

- Analisis kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi.
- Perhitungan beban dan komposisi lalu-lintas.
- Analisis kekuatan beton semen untuk perkerasan

Pedoman Perkerasan Beton semen ini menguraikan Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan dan contoh Perhitungan. Perkerasan beton semen pra-tegang tidak termasuk di dalam buku ini. Prosedur ini tidak direkomendasikan untuk perencanaan tebal perkerasan di daerah permukiman dan kawasan industri.

## 2 Perkerasan Jalan Beton (*Rigid Pavement*) Perencanaan Metode AASHTO 1993.

Buku ini dapat digunakan sebagai acuan dan pegangan terkait dengan pekerjaan konstruksi jalan (perkerasan kaku). Perencanaan mengacu pada AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) guide for design of pavement structures 1993 (selanjutnya disebut ASSHTO 1993). Langkah-langkah / tahapan, prosedur, dan parameter-parameter perencanaan secara praktis diberikan pada buku ini.

### 2.5 Metode Perhitungan

Dalam perencanaan pembangunan perkerasan jalan beton semen (*rigid pavement*) ini, perhitungan analisis struktur dilakukan dengan bantuan program komputer (*software computer*). Program tersebut terdiri dari:

- a. AutoCad 2007 : digunakan pada *detailing* dan *drafting*
- b. Microsoft Excel 2007 : digunakan pada hitungan manual desain struktur perkerasan beton semen dan RAB (*cost*).

Sebelum melakukan perhitungan struktur perkerasan, terlebih dahulu harus menghitung beban-beban yang bekerja pada elemen struktur antara lain:

#### 1. Beban Mati

Muatan mati adalah semua muatan yang berasal dari berat sendiri pelat

beton, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap satu kesatuan tetap dengan pelat.

## 2. Beban Hidup

Beban hidup berasal dari berat kendaraan lalu lintas dan berat orang pejalan kaki dimana dianggap bekerja pada struktur pelat beton.

### 2.6 Rumus Perencanaan Perkerasan Beton

Untuk menghitung pembesian pelat tipe A, perlu dihitung momen-momen pada pelattersebut. Dalam menghitung momen pelat, jarak terhadap gaya atau beban yang ada dihitung langsung ke arah x dan arah y. Dengan demikian, penghitungan momen pada pelat lantai digunakan tabel 13.32.2 dari PBI 1971. Dengan  $l_y/l_x = 1,6$  maka diperoleh

$$\begin{aligned} \text{▪ Momen ke arah x ( } M_{lx} \text{)} &= - M_{tx} = \mathbf{0,058 * q * l_x^2} \\ &= 0,058 * 0,498 * 2,52 \\ &= 0,181 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ Momen ke arah y ( } M_{yx} \text{)} &= - M_{ty} = \mathbf{0,036 * q * l_x^2} \\ &= 0,036 * 0,498 * 2,52 \\ &= 0,112 \text{ tm} \end{aligned}$$

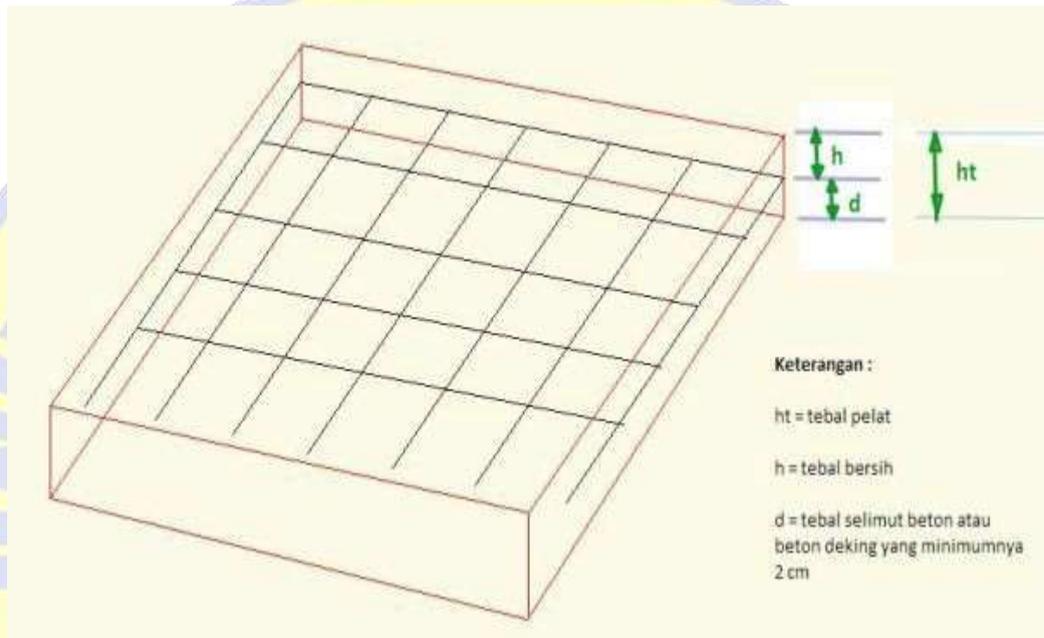
Keterangan :

- Arah x = perhitungan ke arah lebar pelat
- Arah y = perhitungan ke arah panjang pelat
- $M_{lx}$  = momen lapangan ke arah x
- $M_{tx}$  = momen tumpuan ke arah x
- $M_{ly}$  = momen lapangan ke arah y
- $M_{ty}$  = momen tumpuan ke arah y

Dari pembebanan pelat lantai atap yang sudah dihitung momennya tersebut, dapat dihitung besi yang akan digunakan untuk pelat tersebut. Pembesian pelat ini dihitung per meter panjang (m). Sementara momen ke arah x ( $M_{lx}$ ) = 0,181 kgm. Namun, sebelum menghitung pembesian tersebut perhatikan gambar denah pembesian pelat atap. Tebal pelat bersih (h) diperoleh

dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned}h &= ht - d \\&= 10 - 1/10ht \\&= 10 - 8 = 8\text{cm}\end{aligned}$$



### 2.7. Gambar Denah pembesian pelat

Selanjutnya dihitung dahulu perbandingan antara tegangan baja tarik dan  $n$  kali tegangan tekan beton di serat yang paling tertekan pada keadaan seimbang. Tujuannya untuk pembesian dengan ketentuan

Untuk mendapatkan pembesian pelat ruang dapur tersebut digunakan perhitungan lentur dengan cara “ $n$ ” sebagai berikut :

$$CCCC = \frac{h}{\frac{n n * mm}{bb * \sigma_{bb}}} = \frac{8}{\frac{24 * 81}{1.00 * 1.400}} = 4,54$$

$$\phi_{00} = \frac{\sigma_{cc}}{m \sigma_{sb}}$$

$$\phi_{00} = \frac{1400}{24} \times 60$$

$$\phi_{00} = 0,972$$

Keterangan :

$\sigma_a$  = Tegangan Baja Yang Diizinkan

$\sigma_{bb}$  = Tegangan Tegang Beton Yang Diizinkan

$NN$  = Perbandingan Modulus Elastisitas Baja dan Beton

$\phi_{00}$

=  $PP$  Perbandingan Tekan Baja Tarik dan  $n$  kali Tegangan Beton di Serat Yang

Paling Tertekan

$$C_a = 0$$

$$\delta = 0$$

Maka dari table perhitungan lentur “ $n$ ” didapat sebagai berikut.  $\phi_{00} = 2,610 > \phi_{00} = 0,972$  (tidak perlu tulangan rangkap)

Jika  $\phi < \phi_{00}$  maka  $\delta$  diambil 0,2

Sekarang perhatikan rumus berikut :

$$100 * n * \omega = 5,306 \text{ (angka-angka diambil dari table perhitungan lentur “n”)}$$

$$\omega = \frac{5.306}{100 * n}$$

Oleh karena  $n = 24$  maka rumus di atas menjadi

$$\omega = \frac{5.306}{100 * 24}$$

Selanjutnya perhatikan rumus berikut ini

$$\begin{aligned} A &= \omega * b * h \\ &= \frac{5.306}{100 * 24} * 100 * 8 \\ &= 1,77 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan PBI 1971 disebutkan bahwa tulangan minimum pelat ialah :

$$\begin{aligned} A_{\text{min}} &= 0,25 * b * h_t \\ &= 0,25 * 100 * 10 \\ &= 2,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Bila menggunakan tulangan 8 mm atau 0,8 cm, maka luas penampang tulangan adalah :

$$\begin{aligned} A &= 0,25 * \pi * d^2 \\ &= 0,25 * 3,14 * 0,8^2 \\ &= 0,502 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$