

# PERHITUNGAN PLAT LANTAI STRUKTUR EXISTING PADA GEDUNG PUSKESMAS GANJAR AGUNG KOTA METRO

Suirna Juarnisa Syahland

Jurusan Teknik Sipil Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai  
Jl. Imam Bonjol No. 468 Langkapura Bandar Lampung  
Email : [suirna\\_js@gmail.com](mailto:suirna_js@gmail.com)

## Abstrak

Salah satu komponen struktur dalam bangunan yang penting adalah plat. Perhitungan plat lantai struktur existing pada gedung puskesmas Ganjaragung Kota Metro mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983 menggunakan mutu beton K-225 dengan nilai slump beton ready mix adalah 5 cm. Berdasarkan penelitian penulangan pada pekerjaan pembesian plat lantai memakai besi  $\varnothing 10 - 125$  mm, tulangan lapangan menggunakan besi  $\varnothing 10 - 150$  mm dengan tebal plat 12 cm.

**Kata kunci** : Plat lantai, PPIUG tahun 1983.

## PENDAHULUAN

Puskesmas merupakan Unit Pelaksana Teknis Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota yang bertanggung jawab menyelenggarakan pembangunan kesehatan di wilayah kerjanya. Sebagai penyelenggara pembangunan kesehatan, puskesmas bertanggung jawab menyelenggarakan upaya kesehatan perorangan dan upaya kesehatan masyarakat, yang ditinjau dari Sistem Kesehatan Nasional merupakan pelayanan kesehatan tingkat pertama (Depkes RI, 2009).

Pada saat ini Puskesmas telah didirikan hampir di seluruh pelosok tanah air. Untuk menjangkau wilayah kerjanya puskesmas diperkuat dengan puskesmas pembantu, puskesmas keliling dan untuk daerah yang jauh dari sarana pelayanan rujukan, puskesmas dilengkapi dengan fasilitas rawat inap (Depkes RI, 2009).

Dengan meningkatnya jumlah penduduk yang ada di Indonesia pada umumnya tentunya meningkat pula jumlah penduduk yang membutuhkan pelayanan kesehatan, terutama masyarakat di Kelurahan Ganjaragung Kecamatan Metro Barat. Perluasan Puskesmas ini diperlukan karena

meningkatnya masyarakat yang membutuhkan pelayanan kesehatan dan gedung lama yang sudah tidak efisien untuk menampungnya.

Untuk menghindari pemahaman dan pembahasan yang meluas, maka pada penelitian ini meliputi :

1. Teknis Pelaksanaan pekerjaan.
2. Perhitungan struktur, dalam hal ini membatasi perhitungan struktur hanya pada perhitungan plat struktur gedung baru.

## LANDASAN TEORI

### Pengertian Beton

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus). Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi bahan berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*work ability*), faktor air, semen, dan zat tambahan (*admixture*) bila diperlukan.

Beton terdiri dari beberapa bahan dasar diantaranya, air, semen Portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), fungsi

masing-masing komponennya adalah agregat. Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi, air dan semen yang bereaksi membentuk pasta yang lambat laun mengeras. Pasta berfungsi sebagai perekat yang merekatkan agregat-agregat yang semula terpisah.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>2</sup> menggunakan agregat alam yang dipecahkan atau tanpa dipecahkan yang tidak menggunakan bahan tambahan. Beton dalam keadaan mengeras mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi.

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

1. Kelebihan Beton
  - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
  - b. Mampu memikul beban yang berat.
  - c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
2. Kekurangan Beton
  - a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
  - b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
  - c. Berat.
  - d. Daya pantul suara besar.

### **Pengertian Beton Bertulang**

Pada dasarnya beton bertulang merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan atau material yaitu beton polos dan tulangan baja. Beton polos merupakan bahan yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi memiliki kekuatan tarik yang rendah. Sedangkan tulangan baja akan memberi kekuatan tarik yang besar sehingga tulangan baja akan memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. Dengan adanya kelebihan masing-masing elemen tersebut, maka konfigurasi antara beton dan tulangan baja diharapkan dapat saling berkerjasama dalam menahan gaya-gaya yang berkerja dalam struktur tersebut,

dimana gaya tekan ditahan oleh beton, dan tarik ditahan oleh tulangan baja.

Beton bertulang (*reinforced concrete*) adalah struktur komposit yang sangat baik untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Pada struktur beton bertulang terdapat berbagai keunggulan akibat dari penggabungan dua buah bahan, yaitu beton (PC + agregat halus + agregat kasar + zat aditif) dan baja sebagai tulangan. Kualitas beton sangat tergantung kepada kualitas bahan penyusunnya.

### **Sifat-Sifat Beton**

1. Durability (keawetan)
2. Kuat tekan ditentukan pembebanan benda uji silinder 150 mm dan tinggi 300 mm.
3. Kuat tarik merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak dan seleksi balok.
4. Modulus Elastis yaitu perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton yang biasanya ditentukan pada 15-50% dari kuat tekan beton.
5. Rangkak (*creep*)
6. Susut (*shrinkage*) merupakan perubahan volume yang berhubungan dengan pembebanan.
7. *Workability*

### **Bahan Penyusun Beton**

#### **1. Semen**

Semen adalah suatu jenis bahan yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi satu massa yang padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton adalah bahan jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis. Hidraulis berarti semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu bahan massa. Semen *Portland* adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gibs sebagai bahan tambahan. Fungsi semen adalah untuk merekatkan

butiran-butiran agar agregat terjadi massa yang kompak atau padat, dan semen juga berguna Untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran antara agregat. Sesuai dengan pemakaiannya semen dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

- Tipe I  
Semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen jenis ini yang paling banyak digunakan yaitu 80-90% dari produksi semen portland.
- Tipe II  
Semen *portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi yang sedang. Semen jenis ini biasanya digunakan pada bangunan- bangunan lepas pantai, pondasi, atau bastment dimana tanah /air tanah terkontaminasi oleh sulfat, bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa, saluran-saluran air buangan limbah.
- Tipe III :  
Semen *portland* yang penggunaannya merupakan persyaratan awal tinggi. Semen jenis ini biasanya digunakan pada pembuatan beton pracetak, bangunan yang membutuhkan pembongkaran bakesing yang lebih cepat, perbaikan pavement serta pembetonan di daerah bercuaca dingin (Salju).
- Tipe IV  
Semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah. Semen jenis ini biasanya digunakan untuk pembangunan konstruksi dan basement.
- Tipe V  
Semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan tahan terhadap sulfat. Penggunaan semen jenis ini sama dengan pada semen jenis II dengan kontaminasi sulfat yang pekat.

## 2. Air

Pada pembuatan beton air diperlukan dalam proses pengadukan untuk melarutkan semen sehingga membentuk pasta (bereaksi dengan semen) yang kemudian mengikat semua agregat dari yang paling besar sampai paling halus dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dalam proses pengadukan, penuangan, maupun pemadatan. Pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara air dan semen maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut Faktor Air Semen (FAS). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi penguatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu kekuatan beton pada umur 7 hari dan 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling.

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak pada beton dan tidak membuat korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh.

## 3. Agregat

Didalam beton, agregat mengisi sebagian besar volume beton, yaitu berkisar antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat dan mutu beton.

Berdasarkan ukuran besar butiran maka agregat dibagi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan # 4 atau 5 mm, sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut. Ukuran maksimum agregat kasar dalam

struktur beton diatur di dalam peraturan untuk kepentingan berbagai komponen, namun pada dasarnya bertujuan agar agregat dapat masuk atau lewat diantara sela-sela tulangan atau acuan. Agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan SII 005-80 dan dalam hal-hal yang tidak tercakup dalam standar tersebut juga harus memenuhi ketentuan ASTM (*American Society for Testing Materials*) C33-86 untuk agregat normal, serta pada ASTM C330-80 untuk agregat ringan. Sedangkan berdasarkan jenis dan cara penambangannya dibedakan dengan istilah alami dan batu pecah. Agregat alami adalah agregat yang langsung diambil dari alam tanpa diproses pemecahan, sedang agregat batu pecah mengalami proses pemecahan dan pengayakan untuk menentukan ukuran besar butir.

Guna pembuatan beton yang baik, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan yang mencakup kadar lumpur, gradasi, kekerasan, berat jenis, penyerapan, kandungan organik, dan kadar air.

Agregat halus yang biasa disebut pasir adalah agregat yang mempunyai besar butir lebih kecil dari 4,80 mm. Butiran-butiran pasir untuk beton adalah tajam, keras, bersifat kekal yaitu tidak pecah oleh pengaruh cuaca. Agregat kasar yang biasanya disebut kerikil atau batu pecah ialah agregat yang mempunyai ukuran besar butir di atas 4,80 mm

### Pembebanan

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam perencanaan sebuah gedung. Jenis beban utama yang bekerja dan diperhitungkan pada struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut:

#### Beban Mati

Beban mati (*Dead Load*) adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *Finishing*, klading gedung dan komponen

arsitektual serta struktur lainnya, peralatan layanan terpasang termasuk berat keran. Adapun berat jenis dari masing-masing bahan yang berkerja pada struktur yang berpedoman pada PPIUG 1983 (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983) yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum RI (DPU RI) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Berat Sendiri Pada Bangunan

No	Jenis ( Bahan Bangunan )	Berat Jenis	Satuan
1	Pasir ( kering dan lembap )	1.600	Kg/m <sup>3</sup>
2	Pasir ( jenuh air )	1.800	Kg/m <sup>3</sup>
3	Kerikil ( kering udara sampai lembab, tidak di ayak )	1.650	Kg/m <sup>3</sup>
4	Pasir kerikil ( kering udara sampai lembab )	1.850	Kg/m <sup>3</sup>
5	Batu pecah ( tidak di ayak )	1.450	Kg/m <sup>3</sup>
6	Batu karang ( berat tumpuk )	700	Kg/m <sup>3</sup>
7	Batu belah, batu gunung, dan batu bulat ( berat tumbuk )	1.500	Kg/m <sup>3</sup>
8	Tanah, tanah liat, dan tanah geluh ( kering udara sampai lembap )	1.700	Kg/m <sup>3</sup>
9	Tanah liat dan tanah geluh ( basah )	2.000	Kg/m <sup>3</sup>
10	Batu alam	2.600	Kg/m <sup>3</sup>
11	Beton	2.200	Kg/m <sup>3</sup>
12	Beton bertulang	2.400	Kg/m <sup>3</sup>
13	Pasangan batu bata	1.700	Kg/m <sup>2</sup>
14	Pasangan batu belah, batu gunung, dan batu bulat	2.200	Kg/m <sup>2</sup>
15	Pasangan batu karang	1.450	Kg/m <sup>2</sup>
16	Besi tuang	7.250	Kg/m <sup>3</sup>
17	Baja	7.850	Kg/m <sup>3</sup>

**Sumber** : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung ( PPIUG ) 1983

Tabel 2. Berat Sendiri Komponen Bangunan

No	Jenis ( Konstruksi )	Berat jenis	Satuan
1	Berat penutup atap genteng dengan reng dan usuk/kaso per m <sup>2</sup> bidang atap.	50	Kg/m <sup>2</sup>
2	Berat plafond dan penggantung Langit-langit	18	Kg/m <sup>2</sup>
3	Berat ½ pasangan bata	250	Kg/m <sup>2</sup>
4	Berat pasangan satu batu bata	450	Kg/m <sup>2</sup>
5	Berat penutup lantai dari keramik dengan adukan	30	Kg/m <sup>2</sup>
6	Berat beton bertulang	2400	Kg/m <sup>2</sup>

**Sumber** : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung ( PPIUG ) 1983

#### Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah seluruh beban tidak tetap yang dapat mempengaruhi berat bangunan dan atau unsur bangunan. Dimana sifat dari beban hidup adalah bersifat mobil (dapat berpindah). Contohnya adalah: perabotan, perlengkapan, kendaraan dan manusia.

Adapun beban hidup yang bekerja pada lantai gedung menurut fungsinya masing-masing adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Muatan Hidup Lantai Bangunan

No	Jenis (Konstruksi)	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam 2	200 Kg/m <sup>2</sup>
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang - gudang tidak penting yang bukan untuk toko atau ruang kerja	125 Kg/m <sup>2</sup>
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel, dan asrama.	250 Kg/m <sup>2</sup>
4	Lantai ruang olah raga	400 Kg/m <sup>2</sup>
5	Lantai dan balkon dalam dari ruang - ruang untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut dalam 1 hingga dengan 6 seperti gereja, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop dan sebagainya juga panggung penonton dengan tempat duduk tetap.	400 Kg/m <sup>2</sup>
6	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang alat-alat dan mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri minimum.	400 Kg/m <sup>2</sup>

**Sumber** : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983

### Beban Angin

Beban angin adalah beban yang bekerja pada bangunan atau bagiannya karena adanya selisih tekanan udara (hembusan angin kencang). Beban angin ini ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan angin), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang bangunan yang ditinjau.

Menurut peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1983, besarnya tekanan tiup angin ini harus diambil minimum 25 kg/m<sup>2</sup> luas bidang bangunan yang ditinjau. Sedangkan untuk dilaut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai tekanan tiup angin ini diambil 40 kg/m<sup>2</sup>, serta untuk daerah-daerah di dekat laut dan daerah-daerah lain dimana kemungkinan terdapat kecepatan angin yang mungkin dapat menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari yang ditentukan di atas, maka tekanan tiup angin tersebut harus dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{V^2}{16} \text{ kg/m}^2$$

Dimana :

P = Tekanan tiup angin (kg/m<sup>2</sup>).

V = Kecepatan angin (m/detik).

### Beban kombinasi

Struktur dan komponennya harus memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban. Dalam perencanaan struktur, beban harus dikombinasikan dengan faktor-faktor tertentu sehingga mendapatkan envelope dari keseluruhan beban yang menghasilkan

beban ultimate sebagai dasar perencanaan. Kombinasi beban terfaktor diatur dalam SNI-1727-2013 pasal 2.3.2 yaitu sebagai berikut :

1. 1.4 D
2. 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr atau S atau R)
3. 1.2 D + 1.6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0.5 W)
4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau S atau R)
5. 1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S
6. 0,9 D + 1,0 W
7. 0,9 D + 1,0 E

Dengan :

- D: dead load (beban mati)
- E: beban gempa
- L: live load (beban hidup)
- Lr: beban hidup atap
- S: beban salju
- R: beban hujan
- W: beban angin

### Kuat Rencana

Kuat rencana suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain, dan penampangnya, sehubungan dengan perilaku lentur, beban normal, geser, dan torsi, harus diambil sebagai hasil kali kuat nominal, yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi dari tata cara ini, dengan suatu faktor reduksi kekuatan ( $\Phi$ ).

SK SNI T-15 -1991-03-pasal 3.2.3. Faktor Reduksi Kekuatan ( $\Phi$ ) ditentukan sebagai berikut :

- a. Lentur dengan atau tanpa beban aksial = 0,8
- b. Geser dan puntir = 0,6
- c. Tarik aksial, tanpa dan dengan lentur = 0,8
- d. Tekan aksial, tanpa dan dengan lentur (sengkan) = 0,65
- e. Tekan aksial, tanpa dan dengan lentur (spiral) = 0,75

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kuat momen yang digunakan  $M_R$  (kapasitas momen) sama dengan kuat momen nominal ( $M_n$ ) dikali faktor reduksi ( $\Phi$ ).

$$M_R = \Phi M_n$$

## 1. Plat Lantai

### Pengertian Plat

Yang dimaksud dengan plat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Plat beton ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, plat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. fungsi plat lantai adalah:

- Memisahkan ruang bawah dengan ruang atas.
- Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
- Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
- Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
- Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

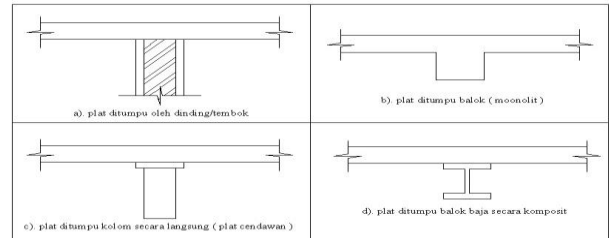
Plat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur (seperti pada kasus balok).

### Tumpuan Plat

Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat.

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balok-balok secara monolit, yaitu pelat dan balok dicor bersama-sama sehingga menjadi satu-kesatuan, seperti pada gambar (b) atau

ditumpu oleh dinding-dinding bangunan seperti pada gambar (a). Kemungkinan lainnya, yaitu pelat didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit seperti pada gambar (d), atau didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, yang dikenal dengan pelat cendawan, seperti gambar (c).



Gambar 1. Jenis-jenis tumpuan pada pelat.

### Jenis Perletakan Plat pada Balok

Kekakuan hubungan antara pelat dan konstruksi pendukungnya (balok) menjadi satu bagian dari perencanaan pelat. Ada 3 jenis perletakan pelat pada balok, yaitu sbb :

- Terletak bebas

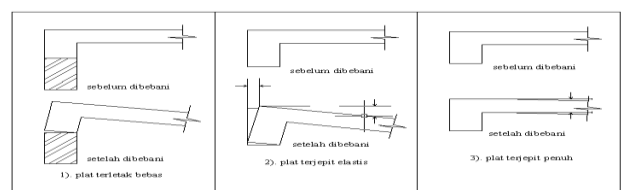
Keadaan ini terjadi jika pelat diletakkan begitu saja di atas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama, sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut, lihat gambar (1). Pelat yang ditumpu oleh tembok juga termasuk dalam kategori terletak bebas.

- Terjepit elastis

Keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil, sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi pelat. (lihat gambar (2))

- Terjepit penuh

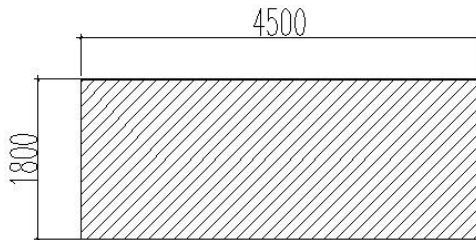
Keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar, sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi pelat.



Gambar 2. Jenis perletakan pada pelat

## Analisa Plat

Dalam hal ini plat yang dipakai adalah plat dua arah. Plat dua arah didefinisikan sebagai plat yang didukung sepanjang keempat sisi atau perbandingan antara panjang dan lebar plat tidak lebih dari 2 (dua). Pada system struktur bentang menerus, balok meneruskan beban yang disangga sendiri maupun dari plat kepada kolom penyangga. Komunitas penulangan plat diteruskan masuk kedalam balok-balok dan kemudian diteruskan kekolom.



Gambar 3. Contoh Plat Lantai

Rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

Menentukan beban:

$$W_u = 1,2W_{DL} + W_{LL} \text{ (beban rencana)}$$

Rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan plat adalah sebagai berikut : (SK SNI T-15-1991-03 ketentuan perencanaan plat)

$$\text{Jarak efektif (d)} = 0,8 \times h$$

$$f'c = 20 \text{ Mpa} \rightarrow \beta = 0,85$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ (khusus untuk plat)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right\}$$

jika  $\rho < \rho_{min} < \rho_{maks}$ , maka dipakai  $\rho_{min} = 0,002$

$$A_{sperlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{spakai} = \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{tulangan} \right)$$

$$n = \frac{A_{sperlu}}{A_{spakai}}$$

jika jumlah tulangan telah di hitung maka  $A_{spakai}$  menggunakan rumus :

$$A_{spakai} = \left( n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{tulangan} \right)$$

Dimana :

$A_s$  = Luas tulangan yang diperlukan ( $\text{mm}^2/\text{m}^1$ )

$S$  = jarak antar tulangan (mm)

$\rho$  = rasio penulangan

$h$  = tebal plat (mm)

$n$  = jumlah tulangan

$M_u$  = momen lentur akibat beban batas

$V_u$  = gaya geser terfaktor

$V_n$  = kuat geser horisontal

$W_u$  = berat efektif struktur

$V$  = beban geser dasar akibat gempa (kN)

Menentukan gaya geser ( $V_u$ ):

Pada dukungan permukaan sebelah dalam bentang ujung (eksterior),  $V_u = 1,15 (1/2 W_u l_n^2)$ . Pada dukungan lainnya (tengah bentang),

$$V_u = 1/2 W_u l_n^P$$

Pemeriksaan kuat geser, diambil nilai  $V_u$  yang terbesar.

$$\phi V_n = \phi V_c = \phi \left( \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) h \cdot d$$

Jika  $V_u < \phi V_n$ , maka tidak diperlukan tulangan geser dan sebaliknya.

Tabel 4. Momen Ultimate

Tabel 13.3.2  
Momen di dalam pelat perseg yang menempa pada keempat tepinya akibat beban terdistribusi rata

Lantai	Momen	Momen	Lantai															
			1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
I	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	44	52	55	66	72	84	88	93	99	100	103	106	108	110	112	113
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	44	52	55	66	72	84	88	93	99	100	103	106	108	110	112	113
II	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	63	63	63	63
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	63	63	63	63
III	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	48	48	48	47	47	47
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	48	48	48	47	47	47
IV	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103
V	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	101	105	108
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	101	105	108
VI	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79
VII	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	66	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	66	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93
VIII	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90

Tabel 13.3.1  
Momen di dalam pelat perseg yang menempa pada keempat tepinya akibat beban terdistribusi rata

Lantai	Momen	Momen	Lantai															
			1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
I	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	44	52	55	66	72	84	88	93	99	100	103	106	108	110	112	113
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	44	52	55	66	72	84	88	93	99	100	103	106	108	110	112	113
II	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	63	63	63	63
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	63	63	63	63
III	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	48	48	48	47	47	47
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	48	48	48	47	47	47
IV	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103
V	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	101	105	108
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	101	105	108
VI	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79
VII	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	66	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	66	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93
VIII	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90
	M <sub>lx</sub>	M <sub>ly</sub>	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90

## METODE PENELITIAN

### *Bahan Bangunan*

1. Bahan Bangunan
  - a. Semen
  - b. Air
  - c. Agregat Kasar (Split)
  - d. Agregat Halus (Pasir)
2. Baja Tulangan
  - a. Mutu dan jenis baja tulangan harus. Tidak cacat seperti retak, lipatan, serpihan-serpihan atau berlapis-lapis.
  - b. Tidak kotor, karat, berminyak atau mengandung minyak dan bahan yang dapat mengurangi kekuatan betonnya.
  - c. Baja tulangan yang digunakan adalah besi tulangan polos yaitu besi  $\varnothing 12$ ,  $\varnothing 10$  digunakan untuk tulangan pokok. Sedangkan besi  $\varnothing 8$  digunakan untuk tulangan cincin/sengkang.
3. Kayu  
Digunakan adalah kayu balok dan kasau untuk perancah dan begisting.
4. Beton *Ready Mix*  
Beton *Ready Mix* adalah istilah beton yang sudah siap untuk digunakan dan tidak perlu lagi pengolahan dilapangan. Mutu beton yang di pakai dalam penelitian ini adalah mutu beton K225 dan nilai *slump beton ready mix* adalah 5cm.

### *Alat*

1. Mesin Aduk Beton (*Concrete Mixer Molen*)  
Data *Concrete Mixer Molen* :
  - a. Merk : Nagamas
  - b. Kapasitas :  $0,375 \text{ m}^3$
  - c. Bahan Bakar : SolarCara kerja mesin adukan beton :
  - a. Pasir, kerikil, semen, dan air dengan jumlah perbandingan tertentu dimasukan kedalam drum aduk.
  - b. Kontruksi didalam drum dibuat sedemikian rupa, sehingga dengan berputarnya drum maka campuran beton akan teraduk dengan rata.

- c. Setelah pencampuran sempurna maka campuran beton siap dituangkan ke dalam bak penampungan beton dengan cara memutar kemudi, sehingga akan terbalik dan isinya akan tertuang.
2. Gerobak Dorong (Angkong)
3. Alat Pemotong Baja Tulangan (*Bar Cutter*)  
*Bar cutter* yaitu alat pemotong baja tulangan sesuai ukuran yang di inginkan dan menggunakan alat pemotong baja tulangan dengan mesin (*Bar Cutter* Listrik).
4. Alat Pembengkok Baja Tulangan (*Bar Bander*)  
*Bar Bander* adalah alat yang digunakan untuk membengkokkan baja tulangan dalam berbagai macam sudut sesuai dengan perencanaan dalam hal ini menggunakan alat pembengkok baja tulangan manual.
5. Perancah (*Scaffolding*)
6. Penggali Tanah  
Pada pekerjaan penggalian tanah untuk pondasi dan sloof menggunakan alat tradisional yaitu cangkul dan dikerjakan secara manual dengan tenaga kerja.
7. Pemadat Tanah (*Tamping Rammer*)  
*Tamping Rammer* digunakan untuk pekerjaan pemadatan tanah pada pekerjaan fondasi, sloof dan lantai dasar, agar diperoleh tingkat kepadatan tanah.
8. *Concrete Pump* (CP) Truck
9. *Concrete Mixer Truck*
10. Alat Bantu
  - a. Listrik
  - b. Lampu
  - c. Ember
  - d. Bak kecil
  - e. Cangkul dan sekop untuk membantu perkerjaan adukkan beton, galian dan urugan tanah.
  - f. Linggis, gergaji dan palu digunakan pada saat pekerjaan pembuatan *bekisting*.
  - g. Catut/Util untuk merangkai tulangan dengan kawat bendrat/pengait.

### **Tahapan Pekerjaan**

1. Pekerjaan Persiapan
  - a. Pembersihan lokasi proyek
  - b. Pembuatan pagar proyek
  - c. Pemasangan papan nama kegiatan pekerjaan
2. Pembuatan Direksi Keet
3. Pekerjaan Pembongkaran
4. Pengadaan Sarana Dan Prasarana Penunjang
5. Pengukuran Dan Pemasangan Bowplank
6. Pekerjaan Tanah

### **Pekerjaan Struktur**

1. Pekerjaan Pondasi
  - a. Pekerjaan Penggalian tanah
  - b. Pembuatan lantai kerja
  - c. Pemasangan beton *dacking* (Beton tahu)
  - d. Pembesian / penulangan
  - e. Pemasangan *bekisting*
  - f. Pengecoran beton
2. Pekerjaan Sloof
  - a. Pekerjaan penggalian tanah
  - b. Pembuatan lantai kerja
  - c. Proses tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokkan dilakukan sesuai dengan *shop drawing*.
  - d. Membentuk tulangan sengkang dan merangkainya ketulangan pokok kemudian diikat dengan menggunakan kawat bendrat agar tidak mudah bergeser.
  - e. Pemasangan beton *dacking* (Beton tahu)
  - f. Memasang *bekisting* pada kedua sisinya dengan menggunakan multiplek tebal 1 cm yang dirangkai dengan kasau kemudian dipaku satu sama lain.
  - g. Sebelum dicor dilakukan pembersihan dahulu pada bagian yang akan dicor dengan menyiram air, agar menghindari terserapnya air semen oleh *bekisting*.
  - h. Pekerjaan selanjutnya adalah pengecoran, pengecoran *sloof* dengan *mix design* beton mutu K 225 yang dikerjakan secara manual

dengan *Concrete mixer molen* dan dibantu dengan tenaga kerja, dipadatkan dengan menggunakan besi atau kayu untuk mencegah terjadinya rongga-rongga pada beton.

- i. Pembongkaran *bekisting sloof* dilakukan setelah usia beton 3 - 4 hari, untuk perawatan selama 7 hari, dilakukan penyiraman secara teratur setiap pagi hari.
3. Pekerjaan Kolom
    - a. Memasang tulangan-tulangan utama secara vertikal, diameter dan jarak harus disesuaikan dengan rencana.
    - b. Mengikat tulangan kolom pada ujung besi tulangan pondasi/dowel, sambungan/dowel minimal jarak 1 meter. Setelah itu dipasang atau rakit bagian *bekisting* kolom yang telah disiapkan.
    - c. Setelah *bekisting* terpasang dengan kuat, maka atur tegaknya dari dua sisi.
    - d. Kuatkan *bekisting* tersebut agar tidak bergeser kekanan atau kekiri pada saat proses pengecoran ataupun pengeringan dengan memasang sekur dari kasau.
    - e. Pengecoran Kolom
    - f. Perawatan dan Pemeliharaan Beton
  4. Pekerjaan Balok
    - a. Pekerjaan pemasangan perancah/ *scaffolding*
    - b. Perakitan Tulangan balok.
    - c. Pekerjaan *Bekisting* Balok
  5. Pekerjaan Plat
    - a. Pekerjaan *Bekisting* Plat
    - b. Pekerjaan Penulangan Plat
    - c. Pekerjaan Pengecoran Plat
    - d. Pembongkaran *Bekisting*
    - e. Perawatan beton

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Pembebanan Plat

#### 1. Data-Data Perhitungan Plat

- a. Data Lapangan
- $f'_c = 225 \times 0,083 = 18,7 \text{ Mpa}$   
 $f'_y = 240 \text{ MPa}$   
 bentang terpanjang  $L_{ny} = 4500 \text{ mm}$   
 bentang terpendek  $L_{nx} = 3000 \text{ mm}$   
 Fungsi Gedung = Puskesmas  
 Tebal Plat =  $0,120 \text{ m}$   
 Tebal spasi =  $0,02 \text{ m}$
- b. Data Perhitungan Berdasarkan Peraturan Pembebanan Beton Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) Tahun 1983
- faktor reduksi ( $\theta$ ) =  $0,8$   
 Tebal keramik =  $0,008 \text{ m}$   
 $B_j \text{ Beton} = 2400 \text{ Kg/m}^2$   
 $B_j \text{ Pasangan} = 2100 \text{ Kg/m}^2$   
 $B_j \text{ Keramik} = 2400 \text{ Kg/m}^2$

#### 2. Beban Yang Bekerja Pada Plat Lantai

- a. Beban Mati ( $D$ )
- 1) Berat sendiri plat  
 $= 0,12 \times 2400 \times 1$   
 $= 288 \text{ Kg/m}^2$
- 2) Penutup lantai (beban spasi)  
 $= 0,02 \times 2100 \times 1$   
 $= 42 \text{ Kg/m}^2$
- 3) Penutup lantai (beban keramik)  
 $= 0,008 \times 2400 \times 1$   
 $= 19,2 \text{ Kg/m}^2$
- 4) Beban Plafond dan Punggantung  
 $= (0,11 + 0,07) \times$   
 $= 18 \text{ Kg/m}^2$
- Total Beban ( $D$ )

$$= 367,2$$

$\text{Kg/m}^2$

b. Beban hidup ( $L$ ), pada plat lantai adalah  $250 \text{ kg/m}^2$

c. Beban berfaktor/rencana (SNI 1727:2013) pasal 2.3.2

(U)

$$= 1,2 (D) + 1,6 (L)$$

$$= 1,2 (367,2) + 1,6 (250)$$

$$= 8,406 \text{ Kg/m}^2$$

#### 3. Beban Yang Bekerja Pada Plat Atap

- a. Beban Mati ( $D$ )
- 1) Berat sendiri plat  
 $= 0,12 \times 2400 \times 1 = 288 \text{ Kg/m}^2$
- 2) Berat plafond an penggantung =  
 $(0,11 + 0,07) \times 1 = 18 \text{ Kg/m}^2$
- 3) Berat genangan air \_\_\_\_\_  
 $= 50$   
 $\text{Kg/m}^2$

Total

$$\text{Beban (D)} = 356 \text{ Kg/m}^2$$

b. Beban Hidup ( $L$ ), plat atap adalah  $100 \text{ kg/m}^2$

c. Beban berfaktor/rencana (SNI 1727:2013) pasal 2.3.2

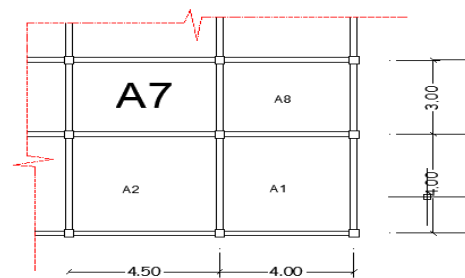
(U)

$$= 1,2 (D) + 1,6 (L)$$

$$= 1,2 (356) + 1,6 (100)$$

$$= 587,2 \text{ Kg/m}^2$$

#### 4. Perhitungan Plat Type A



Gambar 4. Plat Tipe A

Karena terjepit oleh balok pada keempat sisinya, maka diasumsikan jepit penuh (Monolid) sesuai dengan SK SNI T-15 1991-03 . Dari gambar didapat

$$L_y/L_x = 4,5/3,0 = 1,5$$

$L_y/L_x$  dimana:

$L_y$  = Panjang bentang arah y (bentang terpanjang)

$L_x$  = Panjang bentang arah  $x$   
(bentang terpendek)

## 5. Momen perlu

- $M_{lx} = 0,001 \cdot w_u \cdot l_x^2 \cdot x$
- $M_{ly} = 0,001 \cdot w_u \cdot l_x^2 \cdot x$
- $M_{tx} = -0,001 \cdot w_u \cdot l_x^2 \cdot x$
- $M_{ty} = -0,001 \cdot w_u \cdot l_x^2 \cdot x$

Keterangan :

$M_{lx}$  = Momen lapangan arah X

$M_{ly}$  = Momen lapangan arah Y

$M_{tx}$  = Momen tumpuan arah X

$M_{ty}$  = Momen tumpuan arah Y

$w_u$  = Beban berfaktor/rencana

$l_x^2$  = Panjang bentang terpendek dalam arah X

$x$  = Koefisien yang tergantung  $\frac{l_y}{l_x}$  (hasil  $\frac{l_y}{l_x}$  dapat dilihat dari tabel momen plat akibat beban terbagi rata, tumpuan terjepit penuh).

Maka dengan interpolasi didapatkan momen sebagai berikut :

- $M_{lx} = 0.001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 36 = 2,72 \text{ KN/m}^2 = 2,72 \times 10^3 \text{ Nm}^2$
- $M_{ly} = 0.001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 17 = 1,28 \text{ KN/m}^2 = 1,82 \times 10^3 \text{ Nm}^2$
- $M_{tx} = -0.001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 76 = -5,75 \text{ KN/m}^2 = -5,75 \times 10^3 \text{ Nm}^2$
- $M_{ty} = -0.001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 57 = -4,31 \text{ KN/m}^2 = -4,31 \times 10^3 \text{ Nm}^2$

## 6. Perhitungan $h_{min}$ dan $h_{max}$

$$h = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$$

$$h_{min} = \frac{\text{Ln}\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9 \cdot \beta} = \frac{4500 \left(0,8 + \frac{240}{1500}\right)}{36 + 9 \cdot 0,85} = 98,970 \text{ mm}$$

$$h_{max} = \frac{\text{Ln}\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

$$= \frac{4500 \left(0,8 + \frac{240}{1500}\right)}{36} = 120 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut digunakan tebal plat ( $h$ ) = 120 mm, karena  $h \geq h_{min}$  maka lendutan tidak diperhitungkan.

## 6. Beban Pada Kondisi Berimbang

$$\rho_b = \frac{(0,85 \cdot f'c)}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y}\right)$$

$$\rho_b = \frac{(0,85 \cdot 18,7)}{240} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,04$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,03$$

$$\rho_{min} = 1,4/240 = 0,0060$$

Untuk menentukan As Perlu sesuai dengan peraturan SK SNI T-15 1991 – 03, jika  $\rho_{perlu} > \rho_{min}$  maka menggunakan  $\rho_{perlu}$ , jika  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$  maka menggunakan  $\rho_{min}$ , dalam hal ini nilai  $\rho_{max}$  sebagai nilai batas tertinggi dalam  $\rho_{min}$  dan  $\rho_{perlu}$ .

## 7. Perhitungan tulangan lentur arah x

### a. Penulangan Tumpuan ( $M_{tx}$ )

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi Efektif } dx = h - p - \frac{1}{2} \theta Px = 120 - 20 - \frac{1}{2} 10 = 95 \text{ mm}$$

$$M_u = M_{lx} = 0,001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 36 = 2,72 \text{ KN/m} = 2,72 \times 10^6 \text{ N/mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2,72 \times 10^6}{0,8}$$

$$= 3,40 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \left(\frac{M_n}{b \cdot d^2}\right) = \left(\frac{3,40 \times 10^6}{1000 \cdot 95^2}\right)$$

$$= 0,376 \text{ Nmm}$$

$$M = \left(\frac{f_y}{0,85 \cdot f'c}\right) = \left(\frac{240}{0,85 \cdot 18,7}\right) = 15,1$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{M} \left\{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2M \cdot R_n}{f_y}\right)}\right\}$$

$$= \frac{1}{15,1} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 15,1 \times 0,376}{240} \right)} \right\} =$$

0.0015

$$\rho_{\min} = 1,4/240 = 0,0060$$

$\rho < \rho_{\min} \Leftrightarrow 0,0015 < 0,0060$  maka tulangan menggunakan  $\rho_{\min} = 0,0060$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ pakai}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0060 \times 1000 \times 95 \\ &= 570 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dilihat dari tabel tulangan baja SNI 2013, jika di ketahui  $A_{s \text{ pakai}} 570 \text{ mm}^2$ , maka tulangan yang dipakai  $\emptyset 10 - 125 \text{ mm}^2$ ,  $\rightarrow 628 \text{ mm}^2 > 570 \text{ mm}^2$ .

Tulangan di pakai di lapangan  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2 \rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 570 \text{ mm}^2$ .

### b. Penulangan Lapangan Arah x (Mlx)

$h = 120 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Efektif } dy &= h - p - \theta p - \frac{1}{2} \theta Py \\ &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} 10 \\ &= 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= M_{tx} = 0,001 \times 8,406 \times 3,0^2 \times 17 \\ &= 1,28 \text{ KN/m} \\ &= 1,28 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1,28 \times 10^6}{0,8} = 1,60 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \left( \frac{M_n}{b \cdot d^2} \right) = \left( \frac{1,60 \times 10^6}{1000 \cdot 85^2} \right) = 0,18$$

$$M = \left( \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \right) = \left( \frac{240}{0,85 \times 18,7} \right) = 15,1$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{M} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2M \cdot R_n}{f_y} \right)} \right\}$$

$$= \frac{1}{15,1} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 15,1 \times 0,18}{240} \right)} \right\} = 0,0007$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min} = 0,0007 < 0,0060$  maka Tulangan menggunakan  $\rho_{\min} = 0,0060$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0060 \times 1000 \times 85 \\ &= 510 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dilihat dari tabel tulangan baja SNI 2013, jika di ketahui  $A_{s \text{ pakai}} 510 \text{ mm}^2$ , maka

tulangan yang dipakai  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2$ ,  $\rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 510 \text{ mm}^2$ .

Tulangan di pakai di lapangan  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2 \rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 510 \text{ mm}^2$ .

## 8. Perhitungan Tulangan Lentur arah y

### a. Penulangan Tumpuan arah y (Mty)

$h = 120 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Efektif } dx &= h - p - \frac{1}{2} \theta Px \\ &= 0,12 - 0,02 - \frac{1}{2} 0,01 \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= M_{ly} = -0,001 \times 8,406 \times 3,0^2 \times 76 \\ &= -5,75 \text{ KN/m} = -5,75 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{5,75 \times 10^6}{0,8}$$

$$= 7,19 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \left( \frac{M_n}{b \cdot d^2} \right) = \left( \frac{7,19 \times 10^6}{1000 \cdot 95^2} \right) = 0,79$$

$$M = \left( \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \right) = \left( \frac{240}{0,85 \times 18,7} \right) = 15,1$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{M} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2M \cdot R_n}{f_y} \right)} \right\} = \frac{1}{15,1}$$

$$\left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 15,1 \times 0,79}{240} \right)} \right\} = 0,0033$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min} = 0,0033 < 0,0060$  maka tulangan menggunakan  $\rho_{\min} = 0,0060$

$A_s = \rho_{\min} \times b \times d$

$$= 0,0060 \times 1000 \times 95 = 570 \text{ mm}^2$$

Dilihat dari tabel tulangan baja SNI 2013, jika di ketahui  $A_{s \text{ pakai}} 570 \text{ mm}^2$ , maka tulangan yang dipakai  $\emptyset 10 - 125 \text{ mm}^2$ ,  $\rightarrow 628 \text{ mm}^2 > 570 \text{ mm}^2$ .

Tulangan di pakai di lapangan  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2 \rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 570 \text{ mm}^2$ .

## b. Penulangan Lapangan arah y (Mly)

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Efektif } d_y &= h - p - \theta p - \frac{1}{2}\theta P_y \\ &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= M_{ty} = -0.001 \times 8.406 \times 3,0^2 \times 57 \\ &= -4,31 \text{ KN/m} = -4,31 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{4,31 \times 10^6}{0,8} = 5,39 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \left( \frac{M_n}{b \cdot d^2} \right) = \left( \frac{5,39 \times 10^6}{1000 \cdot 85^2} \right) = 0,59$$

$$M = \left( \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \right) = \left( \frac{240}{0,85 \times 18,7} \right) = 15,1$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{M} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2M \cdot R_n}{f_y} \right)} \right\} = \frac{1}{15,1}$$

$$\left\{ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot 15,1 \times 0,59}{240} \right)} \right\} = 0,0025$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0025 < 0,0060$  maka Tulangan menggunakan  $\rho = 0,0060$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \times b \times d = 0,0060 \times 1000 \times 85 = 510 \text{ mm}^2$$

Dilihat dari tabel tulangan baja SNI 2013, jika di ketahui  $A_s$  pakai  $510 \text{ mm}^2$ , maka tulangan yang dipakai  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2$ ,  $\rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 510 \text{ mm}^2$ .

Tulangan di pakai di lapangan  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}^2 \rightarrow 524 \text{ mm}^2 > 510 \text{ mm}^2$ .

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Data Perhitungan Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983 dengan menggunakan K-225.

2. Untuk penulangan pada pekerjaan pembesian plat lantai,
  - tulangan tumpuan arah x memakai besi  $\emptyset 10 - 125 \text{ mm}$ ,
  - tulangan lapangan menggunakan besi  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$  (Tinjauan Plat A2).
3. Pada perhitungan plat lantai existing tebal plat lantai  $12 \text{ cm}$  dengan asumsi untuk menambah kekakuan struktur bangunan pada arah horizontal

### Saran

Agar dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan modifikasi plat lantai komposit baja dan beton metode bondek agar lebih murah, kuat dan cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfitasari, M., Tavio dan Subakti, A. 2010. *Perilaku dan Perancangan Balok Beton Pracetak untuk Rumah Sederhana Cepat Bangun Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Terbuka (Open - Frame)*. Tesis Magister Bidang Keahlian Struktur – Teknik Sipil, ITS.
- Anonim. **SNI 1727: 2013** Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain.
- Anonim. **PBI 1971**. Cetakan ke-7. April 1979. Diterbitkan oleh : Direktorat penyelidikan masalah bangunan.
- Anonim. **PPIUG 1983**. Departemen Pekerjaan Umum: Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah bangunan. Jl.Tamansari no.8 Bandung.
- Anonim. 1991. Departemen Pekerja Umum. Catatan Pertama, Standart **SK SNI-T15-1991-03. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Dan Bangunan Gedung. Bandung:**

Yayasan Lembaga Penyelidikan  
Masalah Bangunan.

- Anonim. 2016. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Metro : Universitas Muhammadiyah Metro.
- Asroni, ali. 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Elliot, Kim. 2002. *Precast Concrete Structures*. Great Britain : Butterworth - Heinemann.
- Hartland, Robert. 1975. *Design of Precast Concrete*. United Kingdom:Surrey University Press.
- Kurnia, Indah, 2005. *Perbandingan Waktu dan Biaya antara Metode Pelaksanaan Plat Konvensional dengan Plat Komposit Bondek Pada Proyek Pembangunan ruko 21 Mulyosari*. Surabaya: Teknik Sipil ITS.
- Najoan, Candy Happy, dkk. 2016. *Analisis Metode Pelaksanaan Plat Precast Dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya ( Studi Kasus : Markas KomandoDaerah Militer Manado)*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
- PU. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Rahman. 2010. *Perbandingan Kualitatif antara Kayu, Baja dan Beton*. Buku Kuliah Struktur dan Konstruksi.