

# ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PKK KABUPATEN NGANJUK

Muhammad Shofwan Donny Cahyono

E-mail : *shofwandonny@gmail.com*

## INTISARI

Perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia sangat penting karena sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah gempa yang mempunyai intensitas moderat hingga tinggi. Untuk itu dilakukan studi pada gedung beton bertulang dengan sistem rangka khusus dan menengah pemikul momen. Gedung didesain sesuai SNI 1726 (2002) dan SNI 03-2874 (2002). Perilaku seismiknya dievaluasi memakai evaluasi kinerja memanfaatkan analisis SAP 2000.

Perencanaan struktur bangunan gedung, dilakukan analisis dinamik 3D untuk mengetahui karakteristik dinamik gedung dan mendapatkan jumlah luas nominal untuk desain. Dibahas model gedung dengan sistem struktur balok – kolom, 2 lantai, fungsi perkantoran ( $I = 1$ ). Mutu beton yang digunakan adalah  $f'c = 25$  Mpa (kolom, balok, dan pondasi) dan  $f'c = 22,5$  Mpa (pelat lantai), mutu baja  $f_y = 240$  Mpa. Pelat menggunakan tebal 120 mm, dengan beban mati untuk pelat lantai  $4,67$  kN/m<sup>2</sup>, beban hidup pelat  $4$  kN/m<sup>2</sup> (sebagai ruang rapat). Dimensi dan ukuran penampang untuk kolom 300x400 mm dimensi 8P16, dimensi balok 250x650 mm dimensi 12P16, dan pondasi telapak tebal 400 mm dengan dimensi P16-200 mm.

## ABSTRACT

Building structure planning holds back to quake in Indonesia of vital importance because a large part the area is area quakes that has moderate intensity up to tall. for that done study in reinforced concrete building with special draft system and intermediate moment bearer. Building designs appropriate SNI 1726 (2002) and SNI 03-2874 (2002). Behaviour seismic evaluated to wear performance evaluation makes use analysis SAP (*Structural Analysis Program*) 2000.

Building structure planning, done dynamic analysis 3D to detects building dynamic characteristics and get vast total nominal for design. discussed building model with beam structure system - column, 2 floors, office complex function ( $I = 1$ ). concrete quality that used  $f'c = 25$  Mpa (column, beam, and foundation) and  $f'c = 22,5$  Mpa (lamelli floor, steel quality  $f_y = 240$  Mpa. lamelli use thick 120 mm, with load dies for lamelli floor  $4,67$  kN/m<sup>2</sup>, lamelli alive load  $4$  kN/m<sup>2</sup> (as meeting space). dimension and profile size for column 300x400 mm dimension 8P16, beam dimension 250x650 mm dimension 12P16, and thick palm foundation 400 mm with dimension P16-200 mm.

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dalam dunia kerja atau Instansi Pemerintah Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur mempunyai tugas melaksanakan urusan pemerintah daerah berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantuan di bidang pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang daerah. Instansi pemerintah berusaha menjadi lebih profesional, Selain keprofesionalnya dalam melaksanakan tugas, Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang mempunyai sarana dan prasarana yang mendukung untuk kelancarannya dalam melaksanakan tugasnya. Dunia kerja atau instansi pemerintah sangat dibutuhkan oleh masyarakat khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

Untuk itu Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah mempunyai peranan penting dalam usaha peningkatan keprofesionalannya khususnya dibidang ketekniksipilan, antara lain dengan meningkatkan pembinaan dan pelaksanaan tugas di bidang tata bangunan dan tata ruang meliputi pembinaan dan sosialisasi penyelenggaraan tata bangunan gedung negara dan fasilitas umum, rencana detail dan rencana teknik tata ruang kawasan termasuk penataan lokasi Pedagang Kaki Lima (PKL), pemberian rekomendasi Izin Mendirikan Bangunan (IMB).

## **B. Tujuan**

Tujuan dari penyusunan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan pengalaman tentang kerja teknis di dunia kerja yang sesungguhnya, sehingga akan didapat gambaran yang sama tentang berbagai hal mengenai dunia kerja yang aplikatif.
2. Menerapkan teori - teori yang didapat selama kuliah pada jurusan teknik sipil.
3. Mengetahui perumusan kebijakan teknis di bidang tata bangunan dan tata ruang.
4. Untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Program Diploma Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

## **C. Batasan Masalah**

Beberapa batasan masalah yang di bahas dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Data yang dipakai adalah data yang berkaitan dengan “Pembangunan Gedung Pemberdayaan dan Kesejahteraan Keluarga (PKK) Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur.”
2. Analisis struktur menggunakan program SAP 2000.

3. Analisis pembebanan yang bekerja pada struktur menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.
4. Perhitungan volume perencanaan teknis perencanaan.
5. Analisa biaya dan Rencana Anggaran Biaya.
6. Penyusunan Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pelaksanaan pembangunan gedung PKK kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur.

#### **D. Metodologi**

Penyusunan laporan tugas akhir ini mempunyai metodologi yang dapat dijelaskan berikut ini :

##### **1. Pengumpulan Data**

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan, pengukuran, serta analisa dari data-data, kondisi secara keseluruhan yang kemudian diterapkan dalam rencana tata bangunan.

##### **2. Konsep Rancangan atau Pra-Rancangan**

Penyusunan konsep merupakan tindak lanjut dari hasil analisa serta data-data serta kebutuhan dalam proses perencanaan. Tahap ini merupakan tahap acuan untuk melangkah ke tahap pra rencana sebelum tahap visualisasi konsep atau desain.

### **3. Metode Analisis**

Langkah - langkah awal perhitungan analisis adalah melalui pengumpulan data statistik (data sekunder) daerah studi yang dilanjutkan dengan pengumpulan data primer.

### **E. Sistematika Penulisan**

laporan tugas akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **I. PENDAHULUAN**

Pendahuluan berisi tentang Latar Belakang, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi, serta Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir.

#### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan Pustaka membahas tentang teori yang diterapkan dalam perencanaan struktur pada perencanaan pembangunan gedung.

#### **III. PELAKSANAAN MAGANG**

Pelaksanaan Magang membahas tentang bentuk kegiatan magang, tempat pelaksanaan magang dan jadual pelaksanaan atau *schedule*.

#### **IV. HASIL MAGANG**

Hasil Magang berisi tentang profil dan sejarah singkat instansi, lokasi instansi, struktur organisasi dan kepegawaian instansi, logo instansi dan penjelasannya, visi dan misi instansi. Lingkup penugasan yang berisi deskripsi tugas-tugas yang diberikan, serta target yang ditetapkan oleh instansi.

#### **V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Analisis Dan Pembahasan tentang hasil yang dicapai pada perencanaan struktur bangunan gedung.

#### **VI. PENUTUP**

Penutup membahas tentang kesimpulan dan saran - saran, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut, dengan harapan dapat digunakan untuk mendukung penerapannya dalam kehidupan masyarakat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Umum

Peraturan perencanaan struktur gedung di Indonesia terus mengalami penyempurnaan seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu peraturan tersebut adalah peraturan gempa dan peraturan beton. Tujuan penyempurnaan tersebut tidak lain adalah untuk memberikan persyaratan kekuatan yang cukup dan ekonomis untuk struktur gedung. Sekilas tinjauan pengenalan peraturan di atas akan di jelaskan.

### B. Tinjauan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung 1983

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG,1983) di sebutkan bahwa struktur gedung harus di rencanakan kekuatannya terhadap pembebanan-pembebanan oleh beban mati (*Dead Load*), beban hidup (*Live Load*), beban angin (*Wind Load*), beban gempa (*Earth Quake*). Ketentuan beban sebagai berikut :

#### 1. Ketentuan beban mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap dan merupakan struktur yang tidak bisa dipisahkan dari gedung tersebut

## **2. Ketentuan beban hidup (*Live Load*)**

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat di pindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut selama gedung masih utuh dan tidak lagi di ganti strukturnya. Beban-beban hidup termasuk segala beban pada lantai, pada atap air hujan yang menggenang maupun tekanan jatuh.

## **3. Ketentuan beban angin (*Wind Load*)**

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

## **4. Ketentuan beban gempa (*Earth Quake*)**

Pengaruh gempa dan perencanaan tahan gempa untuk struktur gedung menggunakan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002.

### **C. Struktur Bangunan**

Struktur bangunan adalah bagian utama dari suatu bangunan gedung sebagai penyangga atau dukungan dari beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal maupun horisontal. Pemilihan struktur sangat erat hubungannya dengan bentuk arsitektur, konstruksi dan kondisi alam tanpa mengesampingkan segi ekonomis dan efisiensi untuk mendapatkan



menghasilkan yang optimal dan maksimal. Untuk itu dipilih jenis struktur yang tepat untuk penggolongan struktur sebagai berikut :

### **1. Struktur Bawah**

Struktur bagian bawah merupakan bagian dari struktur yang terletak di bagian bawah tanah, sebagai penghubung dari struktur bagian atas dengan tanah dasar serta bertugas memikul beban struktur di atasnya dan meneruskannya ke dasar bangunan. Bagian dari struktur bawah adalah sebagai berikut :

#### a. Pondasi

Pondasi suatu bangunan adalah struktur bawah yang meneruskan semua beban struktur atas ke tanah pendukung. Pondasi juga bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Selain itu pondasi juga bagian yang sangat penting oleh karena itu pondasi suatu bangunan harus memenuhi persyaratan tertentu.

Dalam Proyek Pembangunan Gedung PKK Kabupaten Nganjuk ini menggunakan jenis pondasi yaitu :

- 1) Pondasi *Foot Plat*
- 2) Pondasi Menerus (*Stall Foundation*)

#### b. Sloof

Sloof adalah struktur di atas pondasi yang berfungsi sebagai mengikat kolom satu dengan kolom yang lain serta untuk meratakan beban di atasnya.

## **2. Struktur Atas**

### a. Kolom

Kolom adalah struktur atas pondasi berfungsi untuk penyangga beban aksial vertikal sehingga kolom menempati posisi paling penting dalam pembangunan struktur bangunan.

### b. Balok lantai

Balok lantai adalah komponen struktur yang mendukung berat sendiri struktur (struktur balok, plat, tangga, dan dinding) dan beban hidup yang ada di atasnya. Balok diharapkan mampu mendukung momen lentur, gaya geser serta torsi yang terjadi, sehingga beban dapat di distribusikan ke kolom yang kemudian diteruskan ke pondasi.

### c. Pelat lantai

Pelat lantai adalah bagian dari struktur bangunan yang berfungsi sebagai landasan. Secara struktur, plat berfungsi untuk menahan beban-beban yang ada di atasnya untuk di distribusikan ke balok. Plat dibatasi oleh balok induk atau anak pada keempat sisinya.

### d. Tangga

Tangga adalah komponen struktur yang berfungsi sebagai penghubung antara lantai yang satu dengan lantai yang lainnya.

## **D. SAP 2000**

SAP (*Structural Analysis Program*) adalah program aplikasi komputer yang digunakan untuk analisis dan merancang suatu struktur utama pada

bidang teknik sipil. Dari analisis program SAP 2000 V.10 ini diketahui gaya geser, momen lentur, momen torsi. Pemodelan struktur diusahakan mendekati kondisi struktur yang di analisis aatau mewakili perilaku struktur yang sebenarnya, agar di dapat hasil analisis yang valid.

Prosedur input data pada program SAP 2000 V.10 adalah sebagai berikut :

1. Pengidentifikasian *joint*, *frame*, dan *restraint*.
2. Pendefinisian karakteristik material dan *frame section*.
3. Pendefenisian beban (*load*), yaitu beban mati (*Dead Load*), beban hidup (*Live Load*), beban gempa (*Earth Quake*) dan kombinasi (*combo*).
4. Analisis struktur dengan cara di RUN.

#### **E. Peraturan Yang Dipakai**

1. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG,1983).
2. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002.
3. Tabel Profil Baja PT. Gunung Garuda *Steel Our Business*.
4. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI-2847-2002.
5. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) 1971 NI-2.
6. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI – 1726 - 2002.

7. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung 1987.
8. Kumpulan Analisa Biaya Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan SNI 03-2835-2002.
9. Standart Satuan Harga Pemerintah Kabupaten Nganjuk Tahun Anggaran 2010.

## **F. Pembebanan**

Kekuatan yang dibutuhkan suatu komponen struktur untuk menahan beban berfaktor yang bekerja dengan berbagai kombinasi efek beban disebut kuat perlu. Kuat perlu ( $U$ ) suatu struktur harus di hitung dengan beberapa kombinasi beban yang bekerja pada struktur tersebut, kuat rencana diperoleh dari mengalikan kuat nominal dengan factor reduksi kekuatan ( $\Phi$ ) yang nilainya lebih kecil dari satu. Faktor keamanan yang disyaratkan oleh SNI-2847-2002 dapat di kelompok dalam dua bagian yaitu faktor beban dan faktor reduksi kekuatan.

1. Untuk kondisi beban mati ( $D$ )

$$U = 1,4 D$$

Untuk menahan beban mati ( $D$ ), beban hidup ( $L$ ), dan juga beban atap atau beban hujan ( $R$ ).

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R)$$

2. Bila beban angin ( $W$ ) turut diperhitungkan, maka kombinasi beban mati ( $D$ ), hidup ( $L$ ) dan angin ( $W$ ), berikut ini harus dipilih untuk menentukan

nilai kuat perlu (U) terbesar :

$$U = 1,2 D + 1,0 L + 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R)$$

Dengan beban hidup (L) yang penuh dan kosong untuk mengantisipasi kondisi yang bahaya sehingga :

$$U = 0,9 D + 1,6 W$$

3. Bilaketahanan struktur terhadap beban gempa (E) turut diperhitungkan dalam perencanaan. Maka nilai kuat perlu U harus di ambil sebagai :

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E$$

Atau

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E$$

Dengan  $L_g$  = beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan SNI-1726-2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung. Nilai beban gempa (E) ditetapkan berdasarkan ketentuan SNI-1726-2002.

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

W = Beban angin

U = Kuat perlu

A = Beban air

R = Beban hujan

E = Beban gempa

Beban rencana terbagi rata untuk kombinasi beban hidup dan beban mati adalah:

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L$$

Sedangkan momen perlu atau momen rencana untuk kombinasi beban tersebut adalah :

$$M_U = 1,2 M_D + 1,6 M_L$$

Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa kuat momen yang digunakan  $M_R$  (kapasitas momen) sama dengan kuat momen ideal atau nominal  $M_n$  dikalikan dengan faktor  $\Phi$ ,  $M_R = \Phi \times M_n$

## G. Perencanaan Pelat

Dalam perencanaan struktur gedung PKK Kabupaten Nganjuk ini menggunakan metode perhitungan pelat 2 arah. Dengan ketentuan  $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$  (Pelat Dua Arah).

### 1. Menentukan Tebal Minimum Pelat ( h )

Menurut SNI-2847-2002 memberikan pendekatan empiris mengenai batasan defleksi dengan tebal pelat minimum sebagai berikut :

$$h = \frac{Ln \left( 0,8 + \frac{fy}{1500} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{Ln \left( 0,8 + \frac{fy}{1500} \right)}{36 + 9\beta}$$

Dalam hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari nilai sebagai berikut :

Untuk  $\alpha_m < 0,2$  digunakan nilai h minimal 120 mm

Untuk  $\alpha_m \geq 0,2$  digunakan nilai h minimal 90 mm

Keterangan :

$L_n$  = Bentang bersih terkecil pada pelat dihitung dari muka kolom (mm)

$\alpha_m$  = Rasio kekuatan balok terhadap pelat

$\beta$  = Rasio panjang terhadap lebar pelat

## 2. Menentukan Momen Lentur Pelat yang Terjadi

Perencanaan dan analisis dilakukan dengan menggunakan beban yaitu dengan menggunakan koefisien momen

Besar momen lentur adalah :

$$M_{tx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{tx}$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{lx}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{ty}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{ly}$$

Keterangan :

$q_u$  = Beban total

$L_x$  = Panjang bentang pendek

$L_y$  = Panjang bentang panjang

Ctx = Koefisien momen tumpuan arah x

Clx = Koefisien momen lapangan arah x

Cty = Koefisien momen tumpuan arah y

Cly = Koefisien momen lapangan arah y

Nilai koefisien momen (c) diambil dari tabel 13.31 dan 13.32 PBI 1971

### 3. Menentukan Tinggi Manfaat (d) arah x dan arah y

Menurut SNI-2847-2002 adalah sebagai berikut :

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

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

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Keterangan :

$\rho_{\max}$  = Perbandingan tulangan pada keadaan regangan maksimum

$\rho_{\min}$  = Perbandingan tulangan pada keadaan regangan minimum

$\rho_b$  = Perbandingan tulangan pada keadaan regangan berimbang

Pada pelat dua arah, tulangan momen positif untuk kedua arah dipasang saling tegak lurus. Karena momen positif arah bentang pendek (x) lebih besar dari bentang panjang (y).

$$d_x = h - \rho_b - 1/2 \cdot D_{tul\ X}$$

$$d_y = h - \rho_b - D_{tul\ X} - 1/2 \cdot D_{tul\ X}$$

$d_y$  untuk tulangan tumpuan arah y ( $t_y$ ) sama dengan  $d_x$ .



#### 4. Menentukan Luas Tulangan (As) arah x dan y

Untuk menentukan luas tulangan dapat dilakukan sebagai berikut :

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b.d^2}$$

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

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{f_y}} \right)$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{ada} \leq \rho_{maks}$

**a) Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$**

**b) Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar**

Setelah didapatkan nilai  $\rho_{perlu}$ , maka :

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \geq A_s \text{ bagi/susut} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

Jarak tulangan pokok (di ambil  $b = 1$  meter)

$$s \leq \frac{A_t \cdot b}{A_{s_{perlu}}}$$

$$s \leq 2 \cdot h$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

Diambil nilai jarak tulangan (s) yang terkecil, sehingga didapatkan nilai

$A_{s_{ada}}$  yaitu :

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_t \cdot b}{s}$$

Keterangan :

s = Jarak tulangan pelat

$R_n$  = Koefisien lawan untuk perencanaan kekuatan

$m$  = Perbandingan tegangan

$b$  = Lebar dari muka tekan komponen struktur

## 5. Kontrol Kapasitas Lentur Pelat yang Terjadi

Kontrol kapasitas pelat dapat dilakukan sebagai berikut :

$$A = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \geq M_u / \phi$$

Bila  $\rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada}$ , maka :

$$M_n = C \cdot (d - a/2)$$

Keterangan :

$M_n$  = Kuat momen nominal pada suatu penampang

$a$  = Tinggi balok tegangan regangan

$d$  = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

$C$  = Gaya tekan beton

## H. Perencanaan Balok

Langkah – langkah perencanaan balok :

### 1. Menentukan mutu beton dan baja tulangan :

Faktor balok tegangan beton ( $\beta_1$ ) menurut SNI-2847-2002 adalah :

$$f'_c \leq 30 \text{ MPa maka } \beta_1 = 0,85 \text{ MPa}$$

$$f'_c \geq 30 \text{ MPa maka } \beta_1 = 0,85 - 0,008 (f'_c - 30) \geq 0,65$$

## 2. Menentukan nilai rasio tulangan ( $\rho$ ) :

Menurut SNI-2847-2002 adalah sebagai berikut :

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

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

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

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

disyaratkan  $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{terpakai}} \leq \rho_{\max}$

Keterangan :

$\rho_b$  = Rasio tulangan terhadap luas beton efektif dalam kondisi seimbang

$\rho_{\max}$  = Rasio tulangan maksimum

$\rho_{\text{terpakai}}$  = Rasio tulangan yang terpakai dalam perencanaan

$\rho_{\min}$  = Rasio tulangan minimum

## 3. Menentukan tinggi efektif ( $d$ ) dan lebar ( $b$ ) penampang beton (SNI-2847-2002) sebagai berikut :

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

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - 1/2 \cdot \rho/2)$$

$$b \cdot d = \frac{M_u / \phi}{R_n}$$

tentukan b, sehingga didapat  $d_{perlu}$ , maka :

**a. Jika nilai  $d_{diketahui} \geq d_{perlu}$ , maka digunakan tulangan sebelah**

**b. Jika nilai  $d_{diketahui} \leq d_{perlu}$ , maka digunakan tulangan rangkap**

$$d_{diketahui} = h_{diketahui} - \rho b - \phi_{senggang} - (1/2) \cdot \phi_{tul.rencana}$$

Keterangan :

m = Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk yang tertutup

Rn = Koefisien ketahanan untuk perencanaan kekuatan

d = Tinggi efektif penampang, diukur dari serat atas ke pusat tulangan tarik

Mu = Momen lentur ultimate akibat beban luar (Nmm)

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan, diambil 0,80 (lentur tanpa axial)

h = Tinggi total penampang beton (mm)

#### **4. Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Dengan Tulangan Tunggal**

Dengan mengikuti acuan dari SNI-2847-2002. Balok lentur dengan tulangan tunggal direncanakan jika :  $d_{diketahui} \geq d_{perlu}$

Langkah – langkah perencanaannya sebagai berikut :

a. Menentukan pada  $Rn_{ada}$  :

$$Rn_{ada} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d_{diketahui}^2}$$

$Rn_{ada} < Rn$ , maka  $\rho = \frac{Rn_{ada}}{Rn} \cdot \rho$ , dan bila  $Rn_{ada} > Rn$ , maka

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$\rho_{ada} = \frac{Rn_{ada}}{Rn} \cdot \rho > \rho_{min}$$

b. Menentukan luas tulangan ( $A_s$ )

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d_{diketahui}$$

$$n = \frac{A_s}{A1\phi}$$

$$A_{s_{ada}} = n \cdot A1\phi > A_s$$

Keterangan :

$A_s$  = Luas tulangan tarik diagonal ( $mm^2$ )

$n$  = Jumlah tulangan yang dipakai

$A_{s_{ada}}$  = Luas tulangan longitudinal yang ada ( $mm^2$ )

$\rho_{ada}$  = Rasio tulangan terhadap luas penampang beton

$A1\phi$  = Luas satu buah penampang ( $mm^2$ )

$Rn_{ada}$  = Koefisien perencanaan kekuatan

Kontrol kapasitas lentur yang terjadi

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$Mn = A_{s_{ada}} \cdot fy \cdot (d_{diketahui} - a/2) > Mu / \phi$$

Keterangan :

$a$  = Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen (mm)

$Mn$  = Kapasitas lentur nominal yang terjadi (Nmm)

## 5. Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Dengan Tulangan Rangkap

Berdasarkan dari SNI-2847-2002 adalah balok lentur tulangan rangkap direncanakan jika :  $M_n > M_{n\text{perlu}}$

Langkah – langkah perencanaan sebagai berikut :

- a. Menentukan  $A_{s1}$  dan  $M_{n1}$

$$A_s = \rho_1 \cdot b \cdot d_{\text{diketahui}}$$

$$\text{Diambil } \rho_1 = \rho_{\text{awal}} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$a = \frac{A_{s1} f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y \cdot \left( d_{\text{diketahui}} - \frac{a}{2} \right) > \frac{M_u}{\Phi}$$

- b. Menentukan  $M_{n2}$

$$M_{n2} = \frac{M_u}{\Phi} - M_{n1}$$

Keterangan :

$M_{n1}$  = Kuat momen pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan tarik  
(Nmm)

$M_{n2}$  = Kuat momen pasangan kopel tulangan baja tekan dan baja tarik tambahan (Nmm)

$M_u$  = Momen perlu

- c. Menentukan  $A_{s'} = A_{s2}$  dan  $A_s$  (kondisi dimana tulangan desak dan tulangan tarik mencapai leleh secara bersamaan)

Tegangan desak baja ;

$$f_s' = 600 \cdot \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f' \cdot c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot f_y} \right\} \cdot \frac{d}{d_{diketahui}}$$

1) Jika  $f_s' \geq f_y$ , maka baja tekan sudah leleh sehingga dipakai  $f_y$

2) Jika  $f_s' \leq f_y$ , maka baja tekan belum leleh sehingga dipakai  $f_s'$

$$A_{s'} = \frac{Mn_2}{f_s' \cdot (d_{diketahui} - d)}$$

$$n' = \frac{A_{s'}}{A_1 \phi} ; n \text{ bilangan bulatan } \geq 2 \text{ batang}$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s'} ; A_{s'} = A_{s2}$$

Keterangan :

$\rho'$  = Rasio tulangan tekan yang dipakai dalam perencanaan

$A_{s1}$  = Luas penampang tulangan baja tarik ( $\text{mm}^2$ )

$A_{s2}$  = Luas penampang tulangan baja tarik tambahan ( $\text{mm}^2$ )

$A_{s'}$  = Luas tulangan baja tekan ( $\text{mm}^2$ )

$n'$  = Jumlah tulangan tekan yang dipakai

$n$  = Jumlah tulangan tarik yang dipakai

d. Kontrol kapasitas lentur yang terjadi

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d_{diketahui}}$$

$$\rho' = \frac{A_{s'}}{b \cdot d_{diketahui}}$$

Tegangan tulangan tekan :

$$f_s' = 600 \cdot \left\{ \left[ 1 - \frac{0,85 \cdot f' \cdot c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot f_y} \right] \cdot \frac{d}{d_{diketahui}} \right\} \leq f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y \cdot A_s' \cdot f_s'}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$= (A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_s') \cdot (d_{\text{diketahui}} - a/2) + (A_s' \cdot f_s') \cdot (d_{\text{diketahui}} \cdot d')$$

## 6. Perencanaan Geser Balok

Dalam perencanaan ini juga mengikuti pedoman SNI-2847-2002 sebagai berikut :

Langkah – langkah perencanaan tulangan geser balok :

- a. Menentukan tegangan geser beton ( $V_c$ ).
- b. Tegangan geser beton biasanya dinyatakan dalam fungsi dari  $\sqrt{f'c}$  dan kapasitas.
- c. Beton dalam menerima geser menurut SNI-2847-2002 adalah sebesar

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

- d. Menentukan jarak sengkang

Berdasarkan kriteria jarak sengkang pada SNI-2847-2002 adalah sebesar:

- Bila  $V_u \leq 0,5 \cdot \Phi \cdot V_c$

Geser tidak diperhitungkan

- Bila  $0,5 \cdot V_u \leq \frac{V_u}{\Phi} \leq V_c$

Perlu tulangan geser kecuali : srtuktur pelat (lantai,atap,pondasi) balok

$$h \leq 25 \text{ cm atau } h \leq 2,5 \cdot h_f$$

Adapun jarak tulangan geser menurut SNI-2847-2002 :



$$s \leq \frac{av.fy.d}{V_{s_{min}}}$$

$$s \leq d/2$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

- Bila  $V_c < \frac{Vu}{\Phi} \leq (V_c + V_{s_{min}})$

Maka diperlukan tulangan geser dengan jarak :

$$s \leq \frac{av.fy.d}{V_{s_{min}}}$$

$$s \leq d/4$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

- Bila  $(V_c + V_{s_{min}} < \frac{Vu}{\Phi} \leq 3V_c)$

Maka diperlukan tulangan geser dengan jarak :

$$s \leq \frac{av.fy.d}{\left(\frac{Vu}{\phi} - V_c\right)}$$

$$s \leq d/4$$

$$s \leq 300 \text{ mm}$$

- Bila  $\frac{Vu}{\Phi} \leq 5 \cdot V_c$

Maka dimensi balok diperbesar

Keterangan :

$V_{s_{min}}$  = Kuat geser nominal tulangan geser minimal (N)

$V_c$  = Tegangan geser ijin beton (Mpa)

$V_u$  = Gaya geser berfaktor akibat beban luar (N)

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan, diambil nilai 0,6 (geser dan torsi)

$av$  = Luas penampang tulangan geser (mm)

## 7. Perencanaan Geser dan Torsi Balok

Penjelasan dari SNI-2847-2002 maka dapat dilakukan sebagai berikut :

Langkah – langkah penyelesaian geser dan torsi balok adalah :

### a. Identifikasi jenis torsi

Untuk struktur statis tertentu (torsi keseimbangan), pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \cdot \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right)$$

Untuk struktur statis tak tentu (torsi kompatibilitas) pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \leq \phi \cdot \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right)$$

### b. Menentukan kuat momen torsi nominal ( $T_n$ )

Kontrol kuat momen torsi yang terjadi :  $T_u \leq \phi \cdot T_n$

$$T_n = T_c + T_s$$

#### • Bila puntir murni :

$$T_c = \left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \right) \sum x^2 \cdot y$$

#### • Bila puntir murni + geser :

$$T_c = \frac{\left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot V_u}{C_t \cdot T_u} \right)^2}}$$

Dengan :

$$C_t = \frac{bw.d}{\sum x^2.y}$$

$$V_c = \left( \frac{1/6.f'c.bw.d}{\sqrt{1+(2,5.C_t.T_u/V_u)^2}} \right)$$

• **Bila puntir murni + geser :**

$$T_c = \frac{\left( \frac{1/15.\sqrt{f'c.\sum x^2.y}}{\sqrt{1+\left(\frac{0,4.V_u}{C_t.T_u}\right)^2}} \right) \left( 1+0,3.\frac{N_u}{A_g} \right)}$$

$$V_c = \left( \frac{1/6.f'c.bw.d}{\sqrt{1+(2,5.C_t.T_u/V_u)^2}} \right) \left( 1+0,3.\frac{N_u}{A_g} \right)$$

- **Jika  $T_u/\emptyset \leq T_c$  ,maka torsi diabaikan**
- **Jika  $T_u/\emptyset \geq T_c$  ,maka diperlukan tulangan torsi**

Untuk torsi keseimbangan :

$$T_s = T_u/\emptyset - T_o$$

Untuk torsi kompabilitas :

$$T_s = 1/9.\sqrt{f'c.\sum x^2.y.1/3} - T_c$$

- **Jika  $T_u/\emptyset$  ,maka tampang balok diperbesar**

Keterangan :

$T_n$  = Kekuatan nominal tampang torsi (Nmm)

$T_u$  = Kekuatan torsi terfaktor akibat beban geser (Nmm)

$T_s$  = Kekuatan baja normal menahan torsi (Nmm)

$T_c$  = Kekuatan beton nominal menahan torsi (Nmm)

Nu = Gaya aksial terfaktor, (+) untuk tekan dan (-) untuk tarik

Ag = Luas tampang beton (mm<sup>2</sup>)

c. Menghitung perbandingan luas tulangan torsi dan jarak sengkang

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_s}{\alpha_t \cdot x_1 \cdot y_1 \cdot f_y}$$

$$A_t = 1/3 \cdot (2 + y_1/x_1) \leq 1,5$$

d. Menentukan tulangan geser + torsi

• **Bila  $V_c < Tu/\phi$ , maka diperlukan tulangan geser :**

$$V_s = Tu / \phi - V_c$$

e. Perbandingan antara luas tulangan geser dan jarak :

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

Luas tulangan sengkang (tulangan torsi dan geser) :

$$\frac{A_v \cdot t}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} \cdot \frac{A_v}{s} \geq \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y}$$

f. Menentukan luas torsi memanjang

$$A_{l1} = 2 \cdot A_t \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \text{ atau}$$

$$A_{l1} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + V_u / 3 \cdot C_t} \right) - 2 \cdot 2t \right] \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Nilai  $A_{l1}$  diambil yang terbesar, tetapi tidak lebih dari :

$$A_{l1} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + V_u / 3 \cdot C_t} \right) - \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} \right] \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Keterangan :

$A_v =$  Luas sengkang menahan geser ( $\text{mm}^2$ )

$A_t =$  Luas sengkang menahan torsi ( $\text{mm}^2$ )

$A_l =$  Luas tulangan memanjang tambahan pada torsi ( $\text{mm}^2$ )

g. Kriteria tulangan geser dan torsi

$$s \leq \frac{x_1 + y_1}{4}$$

$$s \leq 300 \text{ mm}$$

Dengan :

Tulangan memanjang disebar merata ke semua sisi dengan jarak tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$

$\varnothing$  tulangan torsi memanjang  $\geq 12 \text{ mm}$

$f_y$  tulangan torsi  $\leq 40 \text{ Mpa}$

Tulangan torsi harus ada paling tidak sejauh  $(b+d)$  dari titik ujung teoritis torsi yang diperlukan.

## I. Perencanaan Kolom

Menurut acuan SNI-2847-2002 maka di dapat sebagai berikut :

### 1. Perencanaan Kolom Pendek

Langkah – langkah :

a. Menentukan properties penampang kolom  $(b, h, f'c, f_y, d', d)$

b. Menentukan beban kapasitas kolom pendek

$$P_n = 0,85 \cdot f'c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$$

c. Menentukan sengkang

• **Untuk sengkang biasa :**

$$\phi.P_n = 0,80.(0,85.f'_c.(A_g - A_{st}) + f_y.A_{st})$$

Karena  $P_u \leq \phi.P_n$ , maka :

$$A_{g_{perlu}} = \frac{P_u}{0,80.(0,85.f'_c.(1 - \rho_g) + f_y.\rho_y)}$$

• **Untuk sengkang spiral :**

$$P_n = 0,85.(0,85.f'_c.(A_g - A_{st}) + f_y.A_{st})$$

Karena  $P_u \leq \phi.P_n$ , maka :

$$A_{g_{perlu}} = \frac{P_u}{0,85.(0,85.f'_c.(1 - \rho_g) + f_y.\rho_y)}$$

Sehingga nilai  $A_g$  perlu diperoleh, panjang dan lebar sisi kolom persegi atau diameter kolom bulat dapat ditemukan.

$$A_g = b.h = \frac{1}{4}.\pi.D^2$$

$$A_{s_{total}} = n\%A_g = A_s + A_{s'}$$

$$A_{s'} = A_s = A_{st}/2$$

Keterangan :

$P_n$  = Kuat desak aksial nominal pada kolom konsentris (N)

$P_u$  = Gaya aksial terfaktor

$A_{st}$  = Luas tulangan total pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

$A_{s'}$  = Luas tulangan tekan pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

$A_s$  = Luas tulangan tarik pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

Kapasitas kolom dengan beban eksentris

$$C = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d$$

$$f_s' = \frac{(c - d')}{c} \cdot 600$$

$$f_s = \frac{(d - c)}{c} \cdot 600$$

Jika  $f_s' > f_y$ , maka  $f_s' = f_y$

Jika  $f_s' < f_y$ , maka  $f_s' = f_s'$

$$C_c = 0,85 \cdot f' \cdot c \cdot b \cdot a$$

$$C_s = A_s' \cdot f_s'$$

$$T_s = A_s \cdot f_s$$

Dengan :

$$\alpha = \beta \cdot c = \text{Tinggi balok tekan beton (mm)}$$

Tentukan nilai  $C$  yang digunakan :

Jika  $C > C_b$ , terjadi keruntuhan tekan

Jika  $C = C_b$ , terjadi keruntuhan balanced

Jika  $C < C_b$ , terjadi keruntuhan tarik

Syarat kegagalan :

1) Keruntuhan tekan

$$C > C_b; P_n > P_b; M_n > M_{nb}$$

2) Keruntuhan balanced

$$C = C_b; P_n = P_b; M_n = M_{nb}$$

3) Keruntuhan tarik

$$C < C_b; P_n < P_b; M_n < M_{nb}$$

Dari persamaan keseimbangan  $\Sigma H = 0$  pada diagram tegangan regangan, diperoleh :

$$P_n = C_c + C_s - t$$

$$= 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_s$$

$$M_n = P_n \cdot e$$

$$= C_c \cdot (c - a/2) + C_s \cdot (c - d') + T_s \cdot (d - c)$$

$$= 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a \cdot (c - a/2) + A_s' \cdot f'c \cdot (c - d') + A_s \cdot f's \cdot (d - c)$$

Sehingga diperoleh :

$$\ell = \frac{M_n}{P_n}$$

## 2. Kolom Langsing

Dari SNI-2847-2002 adalah sebagai berikut :

Tahap – tahap perencanaan kolom langsing adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan tingkat – tingkat kelangsingan kolom

$$\text{Kelangsingan} = \frac{k \cdot l_u}{r} \rightarrow r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Keterangan :

k = Faktor panjang efektif

l<sub>u</sub> = Panjang bersih kolom

r = Radius gravitasi

I = Inersia tampang

A = Luas tampang



Nilai k ditentukan dengan memperhatikan kondisi kolom

- **Untuk kolom lepas**

Kedua ujung sendi, tidak bergerak lateral  $k = 1,0$

Kedua ujung sendi  $k = 0,5$

Satu ujung jepit, ujung yang lain bebas  $k = 2,0$

Kedua ujung jepit, ada gerak lateral  $k = 1,0$

- **Untuk kolom yang merupakan bagian portal**

Sebagai langkah awal adalah menentukan nilai kekakuan relative ( $\Psi$ )

$$\Psi = \frac{\sum (EI / I)_{kolom}}{\sum (EI / I)_{kolom}}$$

Kemudian nilai  $\Psi$  diplotkan ke dalam grafik nomogram atau grafik *alignment*, sehingga di dapat nilai k

Batas – batas kolom disebut langsing, adalah

$$\frac{k.l}{r} > 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}}, \text{ untuk rangka dengan pengaku lateral}$$

(tak bergoyang)  $> 22$  untuk rangka atau portal bergoyang

Dimana :  $M_{1b}$  dan  $M_{2b}$  adalah momen – momen ujung terfaktor pada kolom yang posisinya berlawanan ( $M_{1b} \leq M_{2b}$ )

b. Momen rencana

$$M \text{ rencana} = \delta_b \cdot M_{2b} + \delta_s \cdot M_{2s}$$

$$\delta_b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\phi \cdot Pc}} \geq 1,0$$

$$Cm = 0,6 + 0,4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{\phi \sum Pc}}$$

$$Pc = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kl)^2} \text{ (rumus euler)}$$

Dalam peraturan SNI-2847-2002 memberikan ketentuan untuk memperhitungkan EI sebagai berikut :

$$EI = \frac{\frac{1}{5} \cdot (E_c \cdot I_g) + E_s \cdot I_{se}}{1 + \beta_d}$$

Bila  $Asst \leq 3\%A_g$ , maka :

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta_d)}$$

Keterangan :

$\delta_b$  = Perbesaran momen dengan pengaku pada pembebanan tetap

$\delta_s$  = Perbesaran momen tanpa pengaku pada pembebanan sementara

$M_{2b}$  = Momen terfaktor terbesar pada ujung komponen tekanan akibat pembebanan sementara

$M_{2s}$  = Momen terfaktor terbesar disepanjang komponen struktur tekan akibat pembebanan sementara

$P_u$  = Beban aksial kolom akibat gaya luar

$\Phi$  = 0,65 = factor reduksi

$P_c$  = Beban tekuk

$E_c$  = Modulus elastic beton

$E_s$  = Modulus elastic baja tulangan

$I_g$  = Momen inersia beton kotor (penulangan diabaikan)

$I_{se}$  = Momen inersia terhadap sumbu pusat penampang komponen struktur

$$\beta_d = \frac{\text{momen akibat beban mati rencana}}{\text{momen akibat beban total}}$$

c. Mencari  $M_n$  dan  $P_n$

$$P_n = P_u / \phi$$

$$M_n = M_u / \phi$$

Dari nilai tersebut dimasukkan ke dalam diagram  $P_n - M_n$  kolom untuk mendapatkan luas tulangan rencana.

## J. Perencanaan Beban Gempa

Dalam perencanaan beban gempa dapat dilakukan berdasarkan cara – cara menggunakan peraturan ketahanan gempa SNI-1726-2002 sebagai berikut :

### 1. Perencanaan struktur portal dengan daktilitas penuh

Pembebanan gempa menurut SNI-2847-2002 sebagai berikut :

$$V = \frac{C \cdot I}{R_m} \cdot W_t$$

Keterangan :

$V$  = gaya gempa dasar

$C$  = koefisien gempa dasar

I = faktor kemampuan struktur

Rm = faktor reduksi gempa

Wt = berat kombinasi beban mati keseluruhan dan beban hidup vertical yang direduksi

Koefisien gempa dasar ( C ) ditentukan dari gambar untuk wilayah gempa dengan memakai waktu getar alami struktur.

Waktu getar alami ( T ) dalam SNI 1726 – 02 untuk struktur portal beton ditentukan rumus :

$$T = 0,06.H^{3/4} ; \text{ dengan : } H = \text{tinggi struktur}$$

Gaya geser pada masing – masing lantai tingkat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Untuk } \frac{hw}{lw} < 3,0$$

$$F_x = \frac{W_x.h_x}{\sum W_x.h_x} . V_{bx}$$

$$F_y = \frac{W_y.h_y}{\sum W_y.h_y} . V_{by}$$

$$\text{Untuk } \frac{hw}{lw} \geq 3,0$$

$$F_x = 0,9 . \frac{W_x.h_x}{\sum W_x.h_x} . V_{bx} + (0,1 . V_b \text{ dipuncak})$$

$$F_y = 0,9 . \frac{W_y.h_y}{\sum W_y.h_y} . V_{by} + (0,1 . V_b \text{ dipuncak})$$

Keterangan :

Fx = beban horizontal tiap lantai pada arah x

$F_y$  = beban horizontal tiap lantai pada arah y

$W_x$  = berat tiap lantai pada arah x

$W_y$  = berat tiap lantai pada arah y

## 2. Perencanaan balok portal

Dari hasil SNI – 1726 – 02 maka balok portal untuk beban gempa yaitu:

### a. Perencanaan balok portal terhadap lentur

Kuat lentur balok portal ( $M_{u,b}$ ) harus dinyatakan berdasarkan kombinasi pembebanan tanpa atau dengan beban sebagai berikut :

$$M_{u,b} = 1,2.M_{D,b} + 1,6.M_{E,b}$$

$$M_{u,b} = 1,05.(M_{D,b} + M_{E,bR} + M_{E,b})$$

$$M_{u,b} = 0,9.M_{d,b} + M_{E,b}$$

Keterangan :

$M_{D,b}$  = Momen lentur balok portal akibat beban mati tak terfaktor

$M_{I,bR}$  = Momen lentur balok portal akibat beban hidup terfaktor

$M_{E,b}$  = Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak terfaktor

$M_{E,bR}$  = Momen lentur balok portal akibat beban gempa terfaktor

Dalam perencanaan kapasitas balok portal, momen tumpuan negative akibat kombinasi beban gravitasi dan beban gempa balok boleh diretribusi dengan menambah atau mengurangi dengan persentase yang tidak melebihi :

$$q = 30 \cdot \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho - \rho'}{\rho b} \right\} \%$$

Dengan syarat apabila tulangan lentur balok portal telah direncanakan ( $\rho - \rho'$ ) tidak boleh melebihi  $0,5 \cdot \rho_b$ . Momen lapangan dan tumpuan pada bidang muka kolom yang diperoleh dari hasil redistribusi selanjutnya digunakan untuk menghitung penulangan lentur yang diperlukan. Untuk portal dengan kapasitas lentur sendi plastis balok yang besarnya ditentukan sebagai berikut :

$$M_{kap,b} = \Phi_0 \cdot M_{nak,b}$$

Keterangan :

$\Phi_0$  = faktor penambahan kekuatan ( *overstrenght factor* ). Faktor yang memperhitungkan pengaruh penambahan kekuatan maksimal dan tulangan terhadap kuat leleh yang ditetapkan, diambil sebesar 1,25 untuk tulangan dengan  $f_y \leq 40$  Mpa, 1,40 untuk  $f_y \geq 400$  Mpa

$M_{nak,b}$  = kuat momen lentur nominal actual balok yang dihitung terhadap luas tulangan yang besarnya ada pada penampang balok yang ditinjau.

b. Perencanaan balok portal terhadap gaya geser

Besarnya gaya geser rencana  $V_u$  yang harus ditahan oleh komponen struktur lentur tahan gempa dengan daktilitas 3 menurut SNI-2847-2002 adalah :

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap} - M_{kap'}}{\ln} \right) + 1,05 \cdot V_g$$

Tetap tidak besar dari :

$$V_{u,b} = 1,05 \cdot \left( V_{D,b} + V_{L,B} + \frac{4,0}{K} \cdot V_{e,b} \right)$$

Keterangan :

$M_{kap}$  = momen kapasitas (momen nominal aktual) di sendi plastis pada suatu ujung atau bidang muka kolom

$M_{kap'}$  = momen kapasitas pada ujung balok lainnya

$L_n$  = bentang bersih balok

$V_D$  = gaya geser balok akibat beban mati

$V_L$  = gaya geser balok akibat beban hidup

$V_E$  = gaya geser balok akibat beban gempa

$K$  = faktor jenis struktur

$V_g$  = gaya geser balok akibat beban sendiri dan beban gravitasi

### 3. Perencanaan Kolom Portal

Diambil dari SNI-2847-2002 adalah sebagai berikut :

#### a. Perencanaan Kolom Portal terhadap lentur dan aksial

Untuk struktur rangka dengan daktilitas 3, kuat lentur minimum harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$M_{u,k} = 0,70 \cdot \omega_d \cdot \sum M_{kap,b}$$

$$\text{Atau } M_{u,k} = 0,70 \cdot \omega_d \cdot \alpha_k \cdot (M_{kap,b} + M_{kap,ka})$$

Tetapi dalam segala hal tidak lebih besar dari :

$$M_{u,k} = 1,05 \cdot \left( M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} \cdot M_{g,k} \right)$$

$$M_{u,k} = \phi_0 \cdot M_{nak,b}$$

$$\text{Sehingga : } \sum M_{kap,b} = M_{kap,ki} + M_{kap,ka}$$

Keterangan :

$\omega$  = koefisien penbesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.

$\sum M_{kap,b}$  = jumlah momen kapasitas balok pada pusat joint, yang berhubungan dengan kapasitas lentur actual balok (untuk jumlah luas tulangan yang besarnya terpasang)

$M_{D,K}$  = momen pada kolom akibat beban mati

$M_{I,K}$  = momen pada kolom akibat beban hidup

$M_{g,K}$  = momen pada kolom akibat beban gempa dasar (tanpa faktor pengali tambahan)

$K$  = faktor jenis struktur

$M_{nak,b}$  = kuat momen lentur nominal actual balok yang dihitung terhadap luas tulangan yang sebenarnya ada pada penampang balok yang ditinjau sedangkan beban aksial rencana yang bekerja pada kolom portal daktilitas penuh dihitung dengan :

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \cdot R \cdot \sum M_{kap,b}}{I_b} + 1,05 \cdot N_{g,k}$$

Tetapi dalam segala hal :

$$N_{u,k} > 1,05 \cdot \left( N_{g,k} + \frac{4,0}{K} \cdot N_{E,K} \right)$$



Keterangan :

$R_v$  = faktor reduksi yang dihitung dari

1,0                    untuk  $1 < n \leq 4$

$1,1 - 0,025n$     untuk  $4 < n \leq 20$

0,6                    untuk  $n > 20$

$N$         = jumlah lantai tingkat diatas kolom yang ditinjau

$I_b$         = bentang balok, diukur dari pusat joint

$N_{g,k}$      = gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat joint

$N_{E,K}$      = gaya aksial akibat beban gempa pada pusat joint

#### b. Perencanaan Kolom Portal Terhadap Geser

Kuat geser portal dengan daktilitas penuh berdasarkan sendi – sendi plastis pada ujung – ujung balok yang bertemu pada kolom harus di hitung sebagai berikut :

Untuk kolom atas dan lantai dasar :

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,katas} \cdot N_{u,kbawah}}{h'k}$$

Dan dalam segala hal tidak perlu lenih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 \cdot \left( M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} \cdot M_{g,k} \right)$$

Kapasitas lentur sendi plastis kolom dapat dihitung :

$$M_{kap,k bawah} = V_0 \cdot M_{nak,k bawah}$$

Keterangan :

$M_{u,k atas}$         = momen rencana kolom ujung atas dihitung pada muka balok

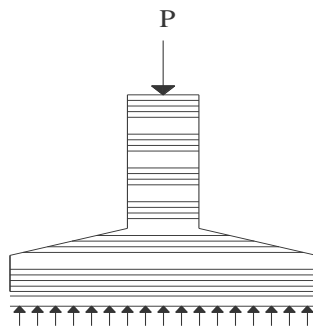
$M_{u,k}$ atas	= momen rencana kolom ujung bawah dihitung pada muka balok
$h'k$	= tinggi bersih kolom
$V_{D,k}$	= gaya geser kolom akibat beban mati
$V_{L,k}$	= gaya geser kolom akibat beban hidup
$V_{E,k}$	= gaya geser kolom akibat beban gempa
$M_{kap,k}$ bawah	= kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai dasar
$M_{nak,k}$ bawah	= kuat lentur nominal actual ujung dasar kolom lantai dasar
$M_{kap,ki}$	= momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok kiri atau bidang muka kolom kiri
$M_{kap,ka}$	= momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok kanan atau bidang muka kolom kanan
$V_{D,b}$	= gaya geser balok portal akibat beban mati
$V_{L,b}$	= gaya geser balok portal akibat beban hidup
$V_{E,b}$	= gaya geser balok portal akibat beban gempa
$I_n$	= bentang bersih balok

## K. Perencanaan Pondasi

Pada perencanaan gedung PKK ini menggunakan struktur pondasi *foot plate*.

### 1. Perencanaan dimensi penampang pondasi

#### a. Tinjauan terhadap beban tetap



$q$  all tanah

**Gambar 2.1. Gambar Potongan Pondasi Gedung PKK**

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \sigma_{\text{tanah}} - \sum(h \cdot \gamma_{\text{beton}}) - \sum(h \cdot \gamma_{\text{tanah}})$$

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \frac{P}{A_{\text{perlu}}} + \frac{My}{1/6 \cdot Bx^2 \cdot By} + \frac{Mx}{1/6 \cdot By^2 \cdot Bx}$$

Kemudian dengan asumsi diambil nilai B (lebar pondasi) dan L (panjang pondasi). Sehingga didapat nilai A ada = B x L > A perlu

Kontrol tegangan kotak yang terjadi didasar pondasi :

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \frac{P}{A_{\text{ada}}} + \frac{My}{1/6 \cdot P^2 \cdot L} + \frac{Mx}{1/6 \cdot L^2 \cdot P}$$

Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton :

$$d = h - P_b - \frac{1}{2} \cdot v \text{ tulangan pokok}$$

Keterangan :

Nilai P, My, Mx dari hasil analisa SAP 2000

$\gamma$  tanah = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

b. Tinjauan terhadap beban sementara

Eksentrisitas yang terjadi :

$$e_x = \frac{M_x}{P}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P}$$

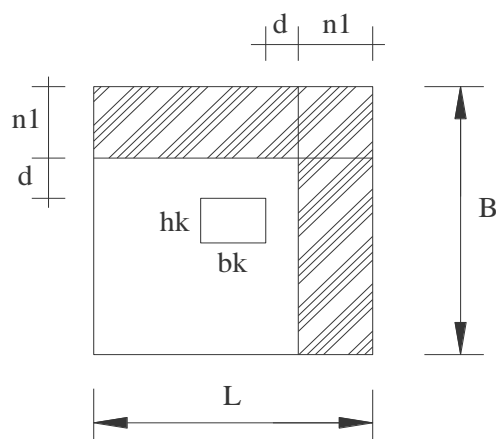
kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P}{(L.(P - 2.e_x)) + (P.(L - 2.e_y))}$$

## 2. Perencanaan geser pondasi

Pada struktur ini menggunakan bentuk struktur pondasi dua arah

a. Perencanaan Geser Satu Arah



**Gambar 2.2. Gambar Pondasi dengan geser satu arah**

Keterangan :

$n1$  = Jarak penampang kritis

$d$  = Selimut beton

$L$  = Panjang pondasi

$B$  = Lebar pondasi

$bk$  = Lebar kolom ( x )

$hk$  = Panjang kolom ( y )

$$n1 = \frac{L - tk - 2.d}{2}$$

Tegangan yang terjadi :

$$q_{ult} = \frac{1,2.Pd + 1,6Pi}{A}$$

$$q_{u_{min}} = \frac{p}{A_{ada}} + \frac{M}{1/6.L^2.B}$$

$$q_{u_m} = \frac{(L - m).q_{max} + m.q_{u_{min}}}{L}$$

Keterangan :

$P$  = Beban pondasi

$Pd$  = Beban mati dari struktur atas

$Pl$  = Beban hidup dari struktur atas

$A$  = Luas bidang kotak

$L$  = Panjang pondasi

Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi:

$$Vu = q_{u_x \text{ terjadi}} \cdot n1 \cdot Vu / \Phi$$

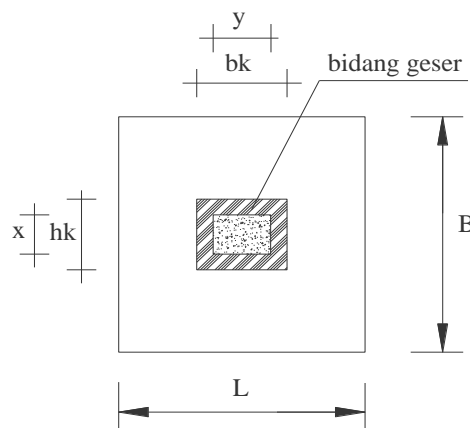
Kekuatan beton menahan geser

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot L \cdot d$$

Kontrol gaya geser

$$V_c = V_u / \Phi$$

b. Perencanaan Geser Dua Arah



**Gambar 2.3. Gambar Pondasi dengan geser dua arah**

Ditinjau pada arah momen terbesar :

$$x = hk + d$$

Tinjauan terhadap arah x pada perencanaan pondasi (vertikal)

$$y = tk + d$$

Tinjauan terhadap arah y pada perencanaan pondasi (horizontal)

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\max} = \frac{p}{A_{ada}} + \frac{My}{1/6 \cdot B^2 \cdot L} + \frac{Mx}{1/6 \cdot L^2 \cdot B}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{P}{A_{ada}} - \frac{My}{1/6.B^2.L} - \frac{Mx}{1/6.L^2.B}$$

Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi:

$$V_u = q_{uT} \cdot ((B.L) - (x.y))$$

Kekuatan beton menahan geser :

$$\beta_c = \frac{\text{sisipanjang}}{\text{sisipendek}}$$

$$B_o = 2 \cdot (x+y)$$

$$V_{c1} = (1 + 2/\beta_c) \cdot (2 \cdot \sqrt{f'c}) \cdot b_o \cdot d$$

$$V_{c2} = 4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d$$

Digunakan nilai yang terkecil dari  $V_{c1}$  dan  $V_{c2}$

$$V_c \geq V_u / \Phi$$

### c. Kuat Tumpuan Pondasi

Kuat tumpuan pondasi :

$$\Phi \cdot P_n = \Phi \cdot (0,85 \cdot f'c \cdot A_1 \cdot \sqrt{A_2} / A_1)$$

Kuat tumpuan kolom :

$$\Phi \cdot P_n = \Phi \cdot (0,85 \cdot f'c \cdot A_1)$$

Kontrol kuat tumpuan :

$$\Phi \cdot P_{n_{pondasi}} > \Phi \cdot P_{n_{kolom}}$$

Keterangan :

$$A_1 = \text{Luas penampang kolom}$$

$$A_2 = \text{Luas penampang pondasi}$$

d. Kuat Tumpuan Pondasi

Diambil nilai lebar (b) pondasi tiap 1 meter = 1000 mm

Tulangan arah x :  $I_1 = \frac{1}{2} \cdot (B - hk)$

$$Mu_1 = \frac{1}{2} \cdot qu \cdot I_1^2$$

Tulangan arah y :  $I_2 = \frac{1}{2} \cdot (B - bk)$

$$Mu_2 = \frac{1}{2} \cdot qu \cdot I_2^2$$

Keterangan :

B = Lebar pondasi

hk = Lebar kolom (x)

bk = Panjang kolom (y)

Diambil nilai  $Mu_1$  atau  $Mu_2$  yang terbesar. Untuk  $Mu$  yang terbesar letak tulangan di bawah sedangkan  $Mu$  yang kecil letak tulangan diatas. Untuk pondasi diambil nilai penutup beton ( $Pb$ )  $\geq 70$  mm

$d = h + Pb - \frac{1}{2} \cdot V_{tul.bawah}$  : untuk tulangan bawah

$d = h + Pb - \frac{1}{2} \cdot V_{tul.bawah} - V_{tul.atas}$  : untuk tulangan atas

Untuk selanjutnya seperti pada perhitungan penulangan pada pelat lantai.



### **III. PELAKSANAAN MAGANG**

#### **A. Bentuk Kegiatan**

Bentuk kegiatan pelaksanaan magang mempunyai metodologi yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Survey Pendahuluan (*Reconnaissance Survey*)

Data - data yang harus dikumpulkan pada survey pendahuluan ini, adalah :

- a) Data - data mengenai kondisi lokasi perencanaan pembangunan gedung.
- b) Harga satuan bahan.
- c) Merekam situasi dengan photo.

2. Survey pengukuran lokasi

Pengukuran dilakukan pada lokasi perencanaan pembangunan gedung serta daerah sekitarnya yang diperlukan dalam membuat rencana detail.

3. Penyusunan konsep dan pra-desain

Penyusunan konsep dan pra-desain ini disesuaikan dengan kondisi lapangan dan mengacu pada standar perencanaan sehingga ketepatan desain dapat dipertanggungjawabkan.

4. Penyusunan gambar perencanaan

Hasil kerja perencanaan dituangkan dengan format standar kertas A3 dengan memperhatikan hal - hal yang sesuai dengan standar penggambaran. Gambar perencanaan dibuat dengan perbandingan yang proposional.

## 5. Perhitungan volume dan perkiraan biaya

Perhitungan volume bagi pekerjaan yang direncanakan harus dihitung volume pekerjaan untuk setiap bagian yang disesuaikan dengan rencana gambar dan pelaksanaan.

## 6. Pembuatan laporan :

- a) Laporan pendahuluan
- b) Laporan design
- c) Laporan antara
- d) Laporan akhir

Keluaran yang akan dihasilkan dalam pekerjaan ini adalah dokumen perencanaan teknis, meliputi :

- 1) Gambar perencanaan dan detail perencanaan
- 2) Rencana anggaran biaya (*engineer estimate*)
- 3) Rencana Kerja dan Syarat (RKS)

## **B. Tempat Pelaksanaan**

Lokasi pelaksanaan magang atau kerja praktek intensif dilaksanakan di Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk. Alamat lokasi pelaksanaan magang Jalan Raya Kedondong Nomor 01 Nomor Telepon (0358) 322010 Nganjuk Jawa Timur.

### **C. Jadwal Pelaksanaan**

Kegiatan pelaksanaan magang di Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk selama empat bulan mulai bulan maret sampai dengan juni 2010. Jadwal kegiatan magang masuk setiap hari senin - jumat mulai pukul 07.30 - 15.00 WIB kegiatan tersebut meliputi survey lapangan, perencanaan bangunan, pengawasan dan proses pelelangan proyek Kegiatan – kegiatan tersebut untuk lebih jelasnya lihat di **Lampiran**.

## **IV. HASIL MAGANG**

### **A. Profil dan Sejarah Singkat Instansi**

Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah mempunyai tugas melaksanakan urusan pemerintah daerah berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantu di bidang pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang daerah.

Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah mempunyai fungsi :

1. Perumusan kebijakan teknis di bidang pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang daerah.
2. Penyelenggaraan urusan pemerintah dan pelayanan umum di bidang pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang daerah.
3. Pembinaan dan pelaksanaan tugas di bidang pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang daerah.

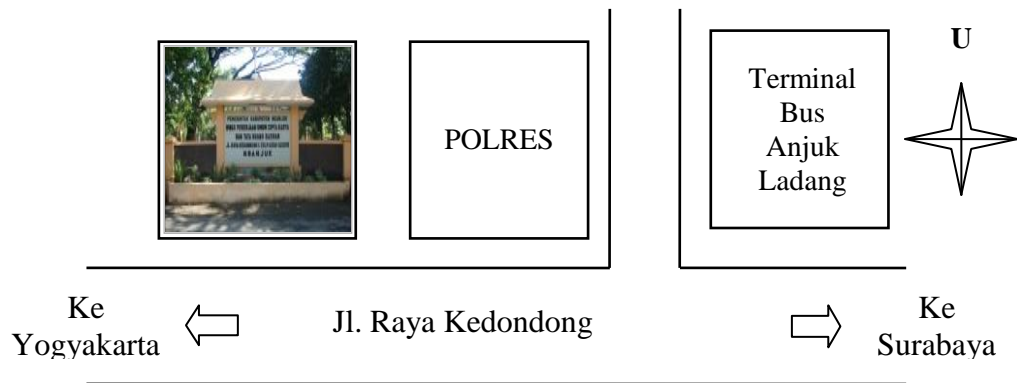
Bidang tata bangunan dan tata ruang mempunyai tugas melaksanakan urusan pemerintah daerah berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantuan di bidang tata bangunan dan tata ruang. Bidang tata bangunan dan tata ruang mempunyai tugas fungsi :

1. Perumusan kebijakan teknis di bidang tata bangunan dan tata ruang.

2. Penyelenggaraan urusan pemerintah dan pelayanan umum di bidang tata bangunan dan tata ruang.
3. Pembinaan dan pelaksanaan tugas di bidang tata bangunan dan tata ruang meliputi:  
  
Pembinaan dan sosialisasi penyelenggaraan tata bangunan gedung Negara dan fasilitas umum, rencana detail dan rencana teknik tata ruang kawasan termasuk penataan lokasi Pedagang Kaki Lima (PKL).
4. Pengelolaan dan pembangunan gedung negara dan fasilitas umum, penataan ruang kawasan.
5. Pengawasan dan pengendalian pemanfaatan ruang dan penataan lokasi Pedagang Kaki Lima (PKL).
6. Pelaksanaan pengawasan dan penertiban serta pengendalian pembangunan gedung dan fasilitas umum.
7. Pemberian rekomendasi izin mendirikan bangunan (IMB).
8. Pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah sesuai dengan tugas dan fungsinya.

## **B. Lokasi Instansi**

Lokasi tempat magang Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk Jawa Timur. Alamat Jl. Raya Kedondong No. 01 Telp. (0358) 322010 Nganjuk. Untuk lebih jelasnya dapat melihat Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Denah Lokasi Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Dan  
Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk**

### **C. Struktur Organisasi dan Kepegawaian Instansi**

#### **1. Struktur Organisasi Instansi Pemerintah**

Struktur Organisasi Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk berdasarkan Peraturan Bupati Nganjuk Nomor 16 Tahun 2009 tentang Rincian Tugas, Fungsi, dan Tata Kerja Dinas Daerah Kabupaten Nganjuk terdiri dari :

- a. Kepala Dinas
- b. Sekretariat terdiri dari :
  - 1) Sub. Bagian Umum
  - 2) Sub. Bagian Keuangan
  - 3) Sub. Bagian Program dan Evaluasi
- c. Bagian Tata Bangunan dan Tata Ruang terdiri dari:
  - 1) Seksi Tata Bangunan

- 2) Seksi Tata Ruang
- d. Bidang Perumahan dan Permukiman terdiri dari :
  - 1) Seksi Perumahan
  - 2) Seksi Permukiman
- e. Bidang Kebersihan dan Pertamanan terdiri dari :
  - 1) Seksi Kebersihan
  - 2) Seksi Pertamanan
- f. Kelompok Jabatan Fungsional
- g. Unit Pelaksana Teknis Dinas

## 2. Susunan Kepegawaian dan Perlengkapan

Dalam melaksanakan tugas dan fungsinya saat ini Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk di dukung oleh personil dan perlengkapan sebagai berikut :

- a. Personil

Tabel 4.1

Data Administrasi Personil Menurut Golongan

<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Jumlah</b>
1. Golongan I	Orang	69
2. Golongan II	Orang	34
3. Golongan III	Orang	34
4. Golongan IV	Orang	3
5. Honorer	Orang	60
<b>Jumlah</b>	<b>Orang</b>	<b>200</b>

Tabel 4.2

## Data Administrasi Personil Menurut Pendidikan

<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Jumlah</b>
1. SD	Orang	101
2. SLTP	Orang	20
3. SLTA	Orang	48
4. D3	Orang	6
5. S1	Orang	23
6. S2	Orang	2
Jumlah	Orang	200

Tabel 4.3

## Data Administrasi Personil Menurut Jabatan

<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Jumlah</b>
1. Eselon II	Orang	-
2. Eselon III	Orang	4
3. Eselon IV	Orang	9
4. Jabatan Fungsional	Orang	-
5. Staf	Orang	187
Jumlah	Orang	200



b. Perlengkapan

Tabel 4.4

Data Perlengkapan

<b>No</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Jumlah</b>
1	Truck Sampah	Unit	13
2	Truck Tangki Air	Unit	2
3	Mobil PMK	Unit	2
4	Mobil Dinas	Unit	3
5	Bulldoser atau Alat Berat	Unit	2
6	Traktor Sampah	Unit	2
7	Sepeda Motor Gerobak	Unit	3
8	Sepeda Motor/Roda Dua	Unit	3
9	Mobil PJU	Unit	1
10	Truck	Unit	1
11	Kijang Pick Up	Unit	1
	Jumlah	Unit	33

#### **D. Logo Kabupaten Nganjuk**



**Gambar 4.2 Logo Instansi Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya  
Dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk**

#### **E. Visi dan Misi Instansi**

##### **1. Visi**

Visi adalah Rumusan umum mengenai keadaan yang diinginkan pada akhir periode perencanaan, yang mencerminkan harapan yang ingin dicapai dilandasi oleh kondisi dan potensi serta prediksi tantangan dan peluang pada masa yang akan datang. Berdasarkan tersebut dan sesuai dengan Visi Pemerintah Kabupaten Nganjuk maka pembangunan Kecipta Karya yang menjadi acuan Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya Dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk adalah :

*“Terwujudnya Pembangunan di Bidang Kecipta Karya dan Penyusunan Tata Ruang Yang Mendukung Terciptanya Masyarakat Kabupaten Nganjuk Yang Jaya.”*

## **2. Misi**

Misi adalah rumusan umum mengenai upaya-upaya yang akan dilaksanakan dan diwujudkan agar tujuan terlaksana dan berhasil dengan baik sesuai dengan Visi yang telah ditetapkan. Berdasarkan Tugas Pokok dan Fungsi serta dilandasi oleh Visi, maka Misi Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk adalah sebagai berikut :

- a. Mewujudkan penyusunan tata ruang yang lengkap yang dilandasi legalitas hukum.
- b. Mewujudkan percepatan pembangunan infrastruktur dan penyehatan lingkungan perumahan permukiman.
- c. Mewujudkan pembangunan infrastruktur dan pelayanan umum di bidang kebersihan dan pertamanan.

## **F. Lingkup Penugasan**

Lingkup penugasan yang diberikan di Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Daerah Kabupaten Nganjuk meliputi yaitu :

1. Survei lapangan.
2. Pengukuran.

3. Merencanakan tata letak ruangan.
4. Menggambar perencanaan
5. Menghitung volume pekerjaan, analisa dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
6. Serta penjadualan pelaksanaan.

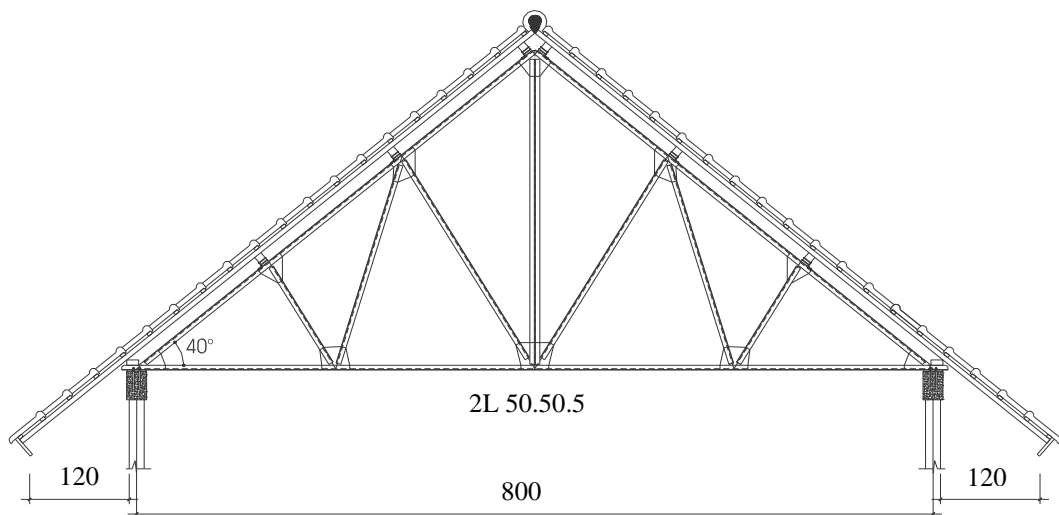
Target penugasan yang di berikan di Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang selesai dalam kurun waktu yang ditentukan oleh perusahaan atau instansi pemerintah.

## V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis

#### 1. Analisis Struktur Rangka Atap

Kuda-kuda bentang 8 m gedung PKK Kabupaten Nganjuk :



**Gambar 5.1. Gambar Detail kuda – kuda baja**

Gording kayu berat =  $40 \text{ kg/m}^2$  (tabel PPIUG 1983)

Berat penutup atap genteng =  $50 \text{ kg/m}^2$  (tabel PPIUG 1983)

Beban plafon =  $7 \text{ kg/m}^2$  (tabel PPIUG 1983)

##### a. Beban Mati

Berat Sendiri Kuda-Kuda

Digunakan Profil 2L 50.50.5 Berat =  $7,54 \text{ Kg/m}^1$  (tabel daftar baja)

$$\begin{aligned} \text{Berat tiap joint} &= \text{Panjang KK} \times \frac{\text{Berat Profil}}{\text{Jumlah Joint}} \\ &= 33,94 \times \frac{7,54}{10} \\ &= 25,59 \text{ Kg} = 0,2559 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat alat sambung} &= 10\% \times \text{berat tiap joint} \\ &= 10\% \times 25,59 = 2,559 \text{ Kg} = 0,02559 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= \text{Berat per joint} + \text{berat alat sambung} \\ &= 0,2559 + 0,02559 \\ &= 0,2815 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Berat atap dan pelengkap

$$\begin{aligned} \text{Berat gording} &= \text{Berat untuk profil KK} \\ &= 40 \times 3 \text{ m} \\ &= 120 \text{ kg} = 1,20 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat gording di ujung} &= 2 \times \text{berat untuk profil KK} \times \text{jarak antar} \\ &\quad \text{kolom} \\ &= 2 \times 40 \times 3 \text{ m} \\ &= 240 \text{ kg} = 2,40 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat penutup atap} &= \text{Berat sendiri penutup atap genteng} \times \text{jarak} \\ &\quad \text{gording} \times \text{jarak kolom} \\ &= 50 \text{ kg/m}^2 \times 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 261 \text{ kg} = 2,61 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Plafon} &= \text{Berat plafon} \times \text{jarak antar kolom} \\ &= 7 \times 3 \text{ m} = 21 \text{ kg} = 0,21 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Mati :

No Joint	Berat Sendiri (kN)	Berat Gording (kN)	Berat Penutup Atap (kN)	Berat Plafon (kN)	Berat Total (kN)
1	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
2	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
3	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
4	0,2815	2,4	2,61	-	5,2915
5	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
6	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
7	0,2815	1,2	2,61	-	4.0915
8	0,2815	–	–	0,21	0,4915
9	0,2815	–	–	0,21	0,4915
10	0,2815	–	–	0,21	0,4915

c. Beban hidup

Beban hidup air hujan

$$\begin{aligned}
 Q_{ah} &= 40 - 0,8 \times \alpha \\
 &= 40 - 0,8 \times 40^\circ \\
 &= 8 \text{ kg/m}^2 = 0,08 \text{ kN /m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_h &= \text{jarak gording} \times \text{kolom} \times Q_{ah} \\
 &= 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0,08 \text{ kN /m}^2 \\
 &= 0,4176 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.2 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Hidup :

No Joint	Beban Air Hujan (kN)	Beban Orang (kN)
1	0.417	1.00
2	0.417	1.00
3	0.417	1.00
4	0.417	1.00
5	0.417	1.00
6	0.417	1.00
7	0.417	1.00

d. Beban Angin Kiri

Daerah jauh dari pantai  $P = 0,25 \text{ kN/m}^2$

1) P Tekan

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk tiap joint} &= (0,02 \times \alpha - 0,4) \times P \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kolom} \\
 &= (0,02 \times 40^\circ - 0,4) \times 0,25 \times 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 0,522 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2) P Hisap

$$\begin{aligned}
 &= 0,4 \times P \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kolom} \\
 &= 0,4 \times 0,25 \times 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 0,522 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$



Tabel 5.3 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Angin Kiri Tekan :

No Joint	P (kN)	P	
		P x SIN $\alpha$	P x COS $\alpha$
1	0.522	0.3068	0.4223
2	0.522	0.3068	0.4223
3	0.522	0.3068	0.4223
4	0.522	0.3068	0.4223

Tabel 5.4 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Angin Kiri Hisap :

No Joint	P (kN)	P	
		P x SIN $\alpha$	P x COS $\alpha$
4	0.522	0.3068	0.4223
5	0.522	0.3068	0.4223
6	0.522	0.3068	0.4223
7	0.522	0.3068	0.4223

e. Beban Angin Kanan

Daerah jauh dari pantai  $P = 0,25 \text{ kN/m}^2$

1) P Tekan

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk tiap joint} &= (0,02 \times \alpha - 0,4) \times P \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kolom} \\
 &= (0,02 \times 40^\circ - 0,4) \times 0,25 \times 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 0,522 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2) P Hisap

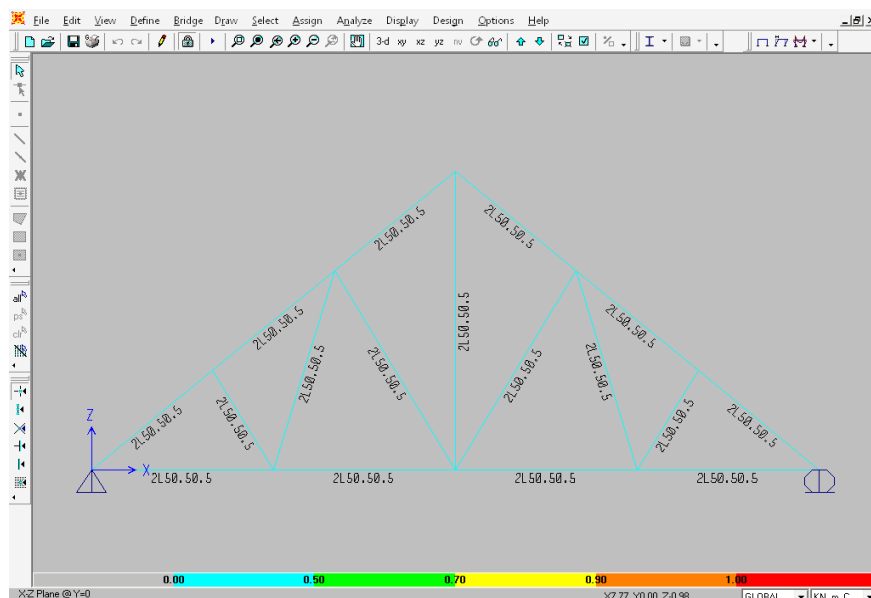
$$\begin{aligned}
 &= 0,4 \times P \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kolom} \\
 &= 0,4 \times 0,25 \times 1,74 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\
 &= 0,522 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.5 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Angin Kanan Tekan:

No Joint	P (kN)	P	
		P x SIN $\alpha$	P x COS $\alpha$
7	0.522	0.3068	0.4223
6	0.522	0.3068	0.4223
5	0.522	0.3068	0.4223
4	0.522	0.3068	0.4223

Tabel 5.6 Pembebanan Kuda-Kuda Akibat Beban Angin Kanan Hisap:

No Joint	P (kN)	P	
		P x SIN $\alpha$	P x COS $\alpha$
4	0.522	0.3068	0.4223
3	0.522	0.3068	0.4223
2	0.522	0.3068	0.4223
1	0.522	0.3068	0.4223



Gambar 5.2. Hasil Output Kuda – Kuda SAP 2000 V.10

## f. Perencanaan Dimensi Kuda – Kuda Baja

### 1) Pendahuluan

Dalam perencanaan telah dilakukan pembebanan dengan *software* SAP 2000 v.10 pada *truss* kuda – kuda adapun hasil yang didapat :

Nu tekan = 29173 N (dari input SAP)

Nu tarik = 23187 N (dari input SAP)

### 2) Perencanaan batang tekan

Data :

Nu tekan = 29173 N

Panjang batang (L) = 1738,8 mm

Dipakai baja mutu BJ 34

Tegangan putus ( $F_u$ ) = 340 Mpa

Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 210 Mpa

Dicoba profil siku ganda 2L 50.50.5

Data profil tunggal

$$I_x = I_y = 111000 \text{ mm}^4$$

$$i_x = i_y = 15,2 \text{ mm}$$

$$A = 480,2 \text{ mm}^2$$

$$e = 14,1 \text{ mm}$$

Data profil gabungan

Jarak antar profil (t) = 10 mm

$$a = t + 2 \cdot e \leq h = 45 \text{ mm}$$

$$= 10 + 2.14,1 \leq h = 45 \text{ mm}$$

$$= 38,2 \leq h = 45 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

$$A_{gab} = 960,4 \text{ mm}^2$$

$$I_{x \text{ gab}} = 222000 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} I_{y \text{ gab}} &= 2 \times (I_{y \text{ tunggal}} + A \cdot (1/2 \cdot a)^2) \\ &= 2 \times (111000 + 480 \cdot (1/2 \cdot 38,2)^2) \\ &= 572364 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_{xgab}}{A_{gab}}} = \sqrt{\frac{222000}{960,4}} = 15,204$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_{ygab}}{A_{gab}}} = \sqrt{\frac{572364}{960,4}} = 24,412$$

Analisa hitungan

Cek kelangsingan elemen penampang

$$b/t < \sigma_r$$

$$b/t = 45/5 = 9$$

$$\sigma_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{210}} = 17,25$$

$$10 < 17,25 \dots \text{OK}$$

Cek kelangsingan struktur penampang

$$\frac{k_c \cdot L_k}{r_{\min}} < 200 \quad k_c = 1$$

$$\frac{1.1738,8}{15,204} = 144,365 < 200$$

$$\alpha_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{L}{r_{\min}} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$= \frac{1}{\pi} \times \frac{1738,8}{15,204} \times \sqrt{\frac{210}{200000}}$$

$$= 1,18$$

Nilai  $\alpha c$  masuk dalam  $0,25 < \alpha c < 1,2$

$$\text{Maka nilai } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times (1,18)} = 1,767$$

Syarat :

$$\theta.N_n \geq N_u$$

$$\frac{\theta.A_g.f_y}{\omega} = N_u$$

$$N_u = 29173$$

$$\frac{\theta.A_g.f_y}{\omega} = \frac{(0,85 \times 960,4 \times 210)}{1,767}$$

$$= 97016,3$$

$$97016,3 \geq 29173 \dots \text{OK}$$

Jadi profil siku ganda **2L 50.50.5 Aman** digunakan

### 3) Perencanaan batang tarik

Data :

$$N_u \text{ tarik} = 23817 \text{ N}$$

$$\text{Panjang batang (L)} = 2000 \text{ mm}$$

Dipakai baja mutu BJ 34

$$\text{Tegangan putus (Fu)} = 340 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = 210 \text{ Mpa}$$

Dicoba profil siku ganda 2L 50.50.5

Data profil tunggal

$$I_x = I_y = 111000 \text{ mm}^4$$

$$i_x = i_y = 15,2 \text{ mm}$$

$$A = 480,2 \text{ mm}^2$$

$$e = 14,1 \text{ mm}$$

Data profil gabungan

$$\text{Jarak antar profil (t)} = 10 \text{ mm}$$

$$a = t + 2 \cdot e \leq h = 45 \text{ mm}$$

$$= 10 + 2 \cdot 14,1 \leq h = 45 \text{ mm}$$

$$= 38,2 \leq h = 45 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

$$A_{\text{gab}} = 960,4 \text{ mm}^2$$

$$I_{x \text{ gab}} = 222000 \text{ mm}^4$$

$$I_{y \text{ gab}} = 2 \times (I_{y \text{ tunggal}} + A \cdot (1/2 \cdot a)^2)$$

$$= 2 \times (111000 + 480 \cdot (1/2 \cdot 38,2)^2)$$

$$= 572364 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_{x \text{ gab}}}{A_{\text{gab}}}} = \sqrt{\frac{222000}{960,4}} = 15,204$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_{y \text{ gab}}}{A_{\text{gab}}}} = \sqrt{\frac{572364}{960,4}} = 24,412$$

Analisa hitungan

Cek kelangsingan elemen penampang

$$b/t < \sigma_r$$

$$b/t = 45/5 = 9$$

$$\sigma_r = \frac{250}{\sqrt{fy}} = \frac{250}{\sqrt{210}} = 17,25$$

$$10 < 17,25 \dots \text{OK}$$

Cek kelangsingan struktur penampang

$$\frac{kc \cdot Lk}{r \min} < 240 \quad kc = 1$$

$$\frac{1.2000}{15,204} = 131,547 < 240$$

$$\begin{aligned} \alpha_c &= \frac{1}{\pi} \times \frac{L}{r \min} \times \sqrt{\frac{fy}{E}} \\ &= \frac{1}{\pi} \times \frac{2000}{15,204} \times \sqrt{\frac{210}{200000}} \\ &= 1,358 \end{aligned}$$

Nilai  $\alpha_c$  masuk dalam  $\alpha_c > 1,2$

$$\text{Maka nilai } \omega = 1,25 \times \lambda_c^2 = 1,25 \times 1,358^2 = 2,304$$

Syarat :

$$A_e = A \times U$$

$$A_e = 0,85 \times A_g \times U$$

$$A_e = 0,85 \times 960,4 \times 0,9$$

$$A_e = 734,706$$

$$\theta \times N_w \times F_u \geq N_u$$

$$0,75 \times A_g \times F_u = N_u$$

$$N_u = 23817$$

$$0,75 \times A_g \times F_y = (0,9 \times 960,4 \times 210)$$

$$= 181516$$

$$181516 \geq 23817 \dots \text{OK}$$

Jadi profil siku ganda **2L 50.50.5 Aman** digunakan

## 2. Analisis Struktur Pelat Lantai

### a. Perencanaan Pelat

Data – data analisis pembebanan pada pembangunan gedung PKK

Kabupaten Nganjuk :

Tabel 5.7 Data elemen struktur :

Nama	B.Jenis	f
Material	(kN/m <sup>3</sup> )	(Mpa)
Beton	24	25
Baja	78.5	300
Dinding	16.667	-
Tanah	18	3

Beban mati pelat lantai (qD) :

Berat sendiri pelat	: 0,12 x 24	= 2,88 kN/m <sup>2</sup>
Pasir (tebal 5 cm)	: 0,05 x 16	= 0,80 kN/m <sup>2</sup>
Spesi (tebal 3 cm)	: 0,03 x 21	= 0,63 kN/m <sup>2</sup>
Keramik (tebal 1 cm)	: 0,01 x 25	= 0,25 kN/m <sup>2</sup>
Plafond + penggantung		= 0,11 kN/m <sup>2</sup>
<b>Berat mati total (qD)</b>		<b>= 4,67 kN/m<sup>2</sup></b> +



Beban hidup pelat lantai :

Fungsi gedung berfungsi sebagai ruang rapat :  $q_l = 4 \text{ kN/m}^2$

Kombinasi pembebanan  $Q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$

$$= 1,2 \times 4,67 + 1,6 \times 4 = 12,004 \text{ kN/m}^2$$

Digunakan tulangan pokok  $\varnothing 10 \text{ mm}$

Selimut beton ( $p_b$ ) = 20 mm

Digunakan  $h$  = 120 mm

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 22,5 Mpa

Mutu baja ( $f_y$ ) = 240 Mpa

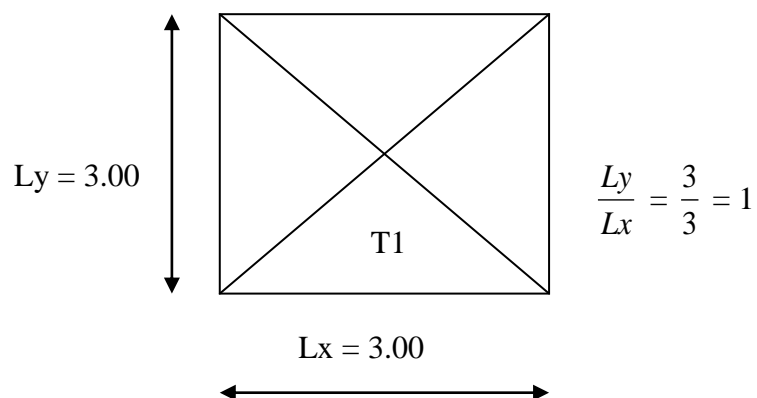
Tinggi manfaat tulangan pelat :

$$\begin{aligned} \text{Arah lapangan - x} &= h - p_b - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{\text{tul.x}} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arah lapangan - y} &= h - p_b - \varnothing_{\text{tul.x}} - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{\text{tul.y}} \\ &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

Arah tumpuan - x dan y = 95 mm

b. Perhitungan tulangan pokok pelat lantai



Didapat :  $C_{lx} = C_{tx} = 36$  (Dari tabel PBI'71 NI-2)

$C_{ly} = C_{ty} = 36$  (Dari tabel PBI'71 NI-2)

Momen – momen yang bekerja pada pelat :

$$M_u = 0,001 \cdot q_U \cdot l_x^2 \cdot C$$

$$M_{lx} = -M_{tx} = 0,001 \cdot 12,004 \text{ kN/m}^2 \cdot 3^2 \cdot 36 = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$M_{ly} = M_{ty} = 0,001 \cdot 12,004 \text{ kN/m}^2 \cdot 3^2 \cdot 36 = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$M_{tx} = M_{tx} = 0,001 \cdot 12,004 \text{ kN/m}^2 \cdot 3^2 \cdot 36 = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$M_{ty} = M_{ty} = 0,001 \cdot 12,004 \text{ kN/m}^2 \cdot 3^2 \cdot 36 = 3,889 \text{ kN/m}$$

1) Perencanaan tulangan  $M_{lx}$

$$M_{lx} = -M_{tx} = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{3,889}{0,8} = 4,861 \text{ kN/m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 22,5} = 12,55$$

koefisien ketahanan ( $R_n$ ) diambil nilai  $b$  tiap 1000 mm (1 meter)

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,861 \times 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,539 \text{ N/mm}^2 = 0,539 \text{ Mpa}$$

Rasio tulangan :

$$\rho = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,048$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,048 = 0,036$$

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

$$= \frac{1}{12,55} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 12,55 \cdot 0,539}{240}} \right) = 0,00228 < \rho_{maks} = 0,036$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{ada} \leq \rho_{maks}$

**a. Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $As = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$**

**b. Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar**

$$1,33 \cdot \rho_{aktual} = 1,33 \cdot 0,00228 = 0,00303 > \rho_{min} = 0,00583$$

Sehingga dipakai :  $\rho_{pakai} = 0,00303$

$$As_{perlu} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,00303 \cdot 1000 \cdot 95 = 287,85 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi  $\emptyset$  10 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$Ast = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antara tulangan : } s \leq \frac{Ast \cdot b}{As_{perlu}} \leq \frac{78,5 \cdot 1000}{287,85}$$

$$s \leq 272,71$$

$$s = 200$$

dipakai tulangan pokok : **P 10 – 200**

$$As_{ada} = \frac{Ast \cdot 1000}{s} = \frac{78,5 \cdot 1000}{200} = 392,5 \text{ mm}^2 > As_{perlu} = 287,85 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{As_{ada} \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 4,925 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= As_{ada} \cdot fy \cdot (d - a/2) = 392,5 \cdot 240 \cdot (95 - 4,925 / 2) \\ &= 8,0211 \text{ kNm} \geq Mu/\phi = 4,861 \text{ kNm} \end{aligned}$$

2) Perencanaan tulangan Mutx

$$\text{Mutx} = \text{Mutx} = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{3,889}{0,8} = 4,861 \text{ kN/m}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 22,5} = 12,55$$

koefisien ketahanan (Rn) diambil nilai b tiap 1000 mm (1 meter)

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{4,861 \times 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,539 \text{ N/mm}^2 = 0,539 \text{ Mpa}$$

Rasio tulangan :

$$\rho = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{fy} \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,048$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,048 = 0,036$$

$$\begin{aligned} \rho_{aktual} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{12,55} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 12,55 \cdot 0,539}{240}} \right) = 0,00228 < \rho_{maks} = 0,036 \end{aligned}$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{ada} \leq \rho_{maks}$

**a. Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$**

**b. Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar**

$$1,33 \cdot \rho_{aktual} = 1,33 \cdot 0,00228 = 0,00303 > \rho_{min} = 0,00583$$

Sehingga dipakai :  $\rho_{pakai} = 0,00303$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,00303 \cdot 1000 \cdot 95 = 287,85 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi  $\emptyset$  10 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antara tulangan : } s \leq \frac{A_{st} \cdot b}{A_{s_{perlu}}} \leq \frac{78,5 \cdot 1000}{287,85}$$

$$s \leq 272,71$$

$$s = 200$$

dipakai tulangan pokok : **P 10 – 200**

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_{st} \cdot 1000}{s} = \frac{78,5 \cdot 1000}{200} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 287,85 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 4,925 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 392,5 \cdot 240 \cdot (95 - 4,925 / 2) \\ &= 8,0211 \text{ kNm} \geq Mu/\phi = 4,861 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### 3) Perencanaan tulangan Muly

$$Muly = Muty = 3,889 \text{ kN/m}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{3,889}{0,8} = 4,861 \text{ kN/m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 22,5} = 12,55$$

koefisien ketahanan (Rn) diambil nilai b tiap 1000 mm (1 meter)

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{4,861 \times 10^6}{1000 \cdot 85^2} = 0,673 \text{ N/mm}^2 = 0,673 \text{ Mpa}$$

Rasio tulangan :

$$\rho = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,048$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,048 = 0,036$$

$$\begin{aligned} \rho_{aktual} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{12,55} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 12,55 \cdot 0,673}{240}} \right) = 0,00285 < \rho_{maks} = 0,036 \end{aligned}$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{ada} \leq \rho_{maks}$

**a. Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$**

**b. Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar**

$$1,33 \cdot \rho_{aktual} = 1,33 \cdot 0,00285 = 0,00379 > \rho_{min} = 0,00583$$

Sehingga dipakai :  $\rho_{pakai} = 0,00379$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,00379 \cdot 1000 \cdot 85 = 322,15 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi  $\emptyset$  10 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan

pokok :

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antara tulangan : } s \leq \frac{A_{st} \cdot b}{A_{s_{perlu}}} \leq \frac{78,5 \cdot 1000}{322,15}$$

$$s \leq 243,67$$

$$s = 200$$

dipakai tulangan pokok : **P 10 – 200**

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_{st} \cdot 1000}{s} = \frac{78,5 \cdot 1000}{200} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 322,15 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 4,925 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 392,5 \cdot 240 \cdot (85 - 4,925 / 2) \\ &= 7,775 \text{ kNm} \geq Mu/\phi = 4,861 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### 4) Perencanaan tulangan Muty

$$Muty = Muty = 3,889 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{3,889}{0,8} = 4,861 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 22,5} = 12,55$$

koefisien ketahanan (Rn) diambil nilai b tiap 1000 mm (1 meter)

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{4,861 \times 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,539 \text{ N/mm}^2 = 0,539 \text{ Mpa}$$

Rasio tulangan :

$$\rho = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,048$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,048 = 0,036$$

$$\rho_{aktual} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,55} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 12,55 \cdot 0,539}{240}} \right) = 0,00228 < \rho_{maks} = 0,036$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{ada} \leq \rho_{maks}$

**1) Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$**

**2) Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar**

$$1,33 \cdot \rho_{aktual} = 1,33 \cdot 0,00228 = 0,00303 > \rho_{min} = 0,00583$$

Sehingga dipakai :  $\rho_{pakai} = 0,00303$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,00303 \cdot 1000 \cdot 95 = 287,85 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi  $\emptyset$  10 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antara tulangan : } s \leq \frac{A_{st} \cdot b}{A_{s_{perlu}}} \leq \frac{78,5 \cdot 1000}{287,85}$$

$$s \leq 272,71$$

$$s = 200$$

dipakai tulangan pokok : **P 10 – 200**

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_{st} \cdot 1000}{s} = \frac{78,5 \cdot 1000}{200} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 287,85 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 4,925 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 392,5 \cdot 240 \cdot (95 - 4,925 / 2) \\ &= 8,0211 \text{ kNm} \geq Mu/\phi = 4,861 \text{ kNm} \end{aligned}$$



3) Perhitungan tulangan bagi pelat lantai

$$A_{s_{bagi}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi Ø8 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan polos:

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

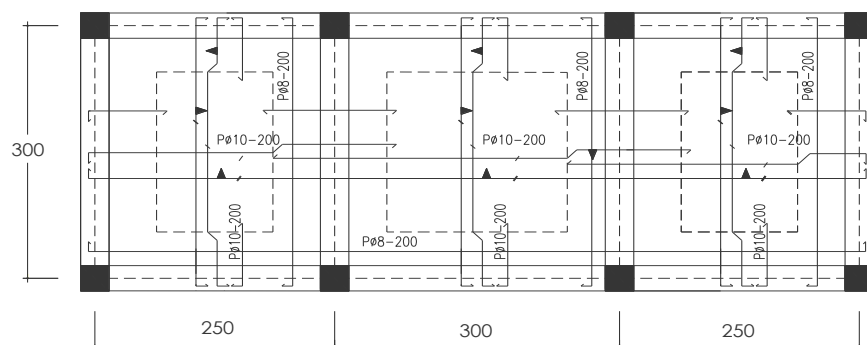
Jarak antar tulangan pokok :

$$\frac{A_{st} \cdot b}{A_{s_{bagi}}} \leq \frac{50,24 \cdot 1000}{240} \leq 209,33 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan bagi : **P 8 – 200**

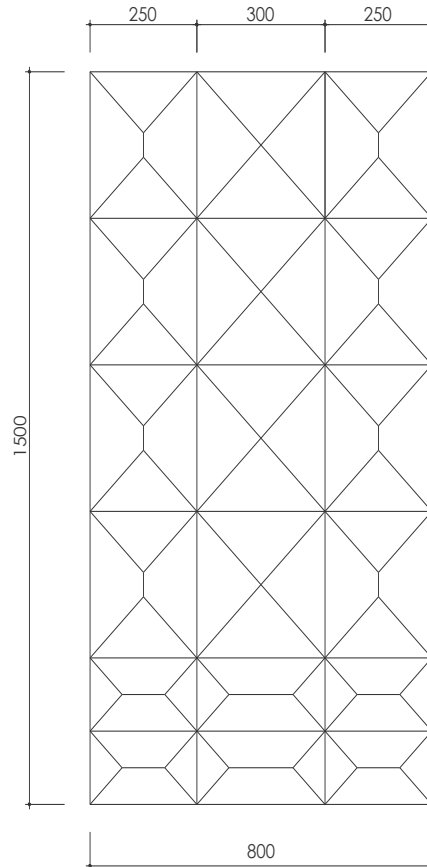
Tabel 5.8 Penulangan Pelat Lantai

Elemen	Ukuran Pelat (mm)	Tebal Pelat (mm)	Tulangan				Tulangan Susut
			Mlx	Mly	Mtx	Mty	
Pelat T1	300 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T2	250 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T3	150 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T4	150 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200



Gambar 5.3 Denah Penulangan Pelat Lantai

d. Pembebanan terbagi rata dengan tributari pelat lantai



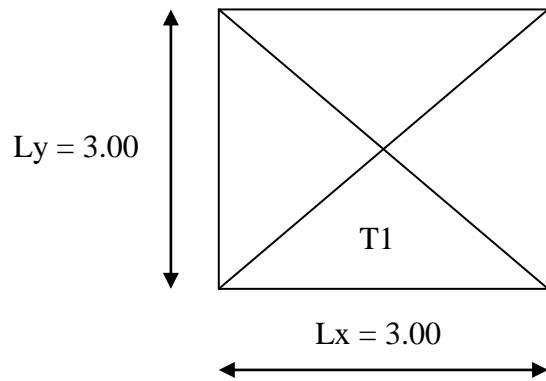
**Gambar 5.4 Denah Tributari Perataan Beban**

Beban mati pelat lantai ( $q_D$ ) :

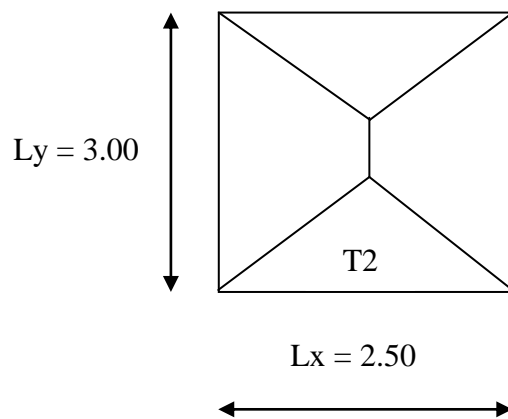
Berat sendiri pelat	: $0,12 \times 24$	= $2,88 \text{ kN/m}^2$
Pasir (tebal 5 cm)	: $0,05 \times 16$	= $0,80 \text{ kN/m}^2$
Spesi (tebal 3 cm)	: $0,03 \times 21$	= $0,63 \text{ kN/m}^2$
Keramik (tebal 1 cm)	: $0,01 \times 25$	= $0,25 \text{ kN/m}^2$
Plafond + penggantung		= $0,11 \text{ kN/m}^2$
<hr/>		
Berat mati total ( $q_D$ )		= $4,67 \text{ kN/m}^2$

Beban hidup pelat lantai :

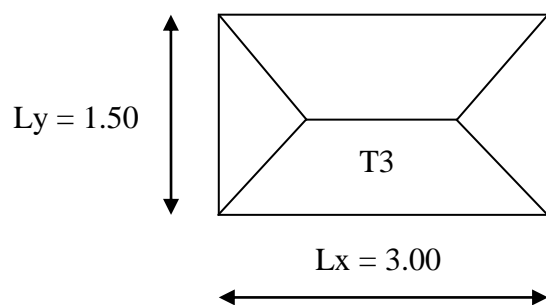
Fungsi gedung berfungsi sebagai ruang rapat :  $q_l = 4 \text{ kN/m}^2$



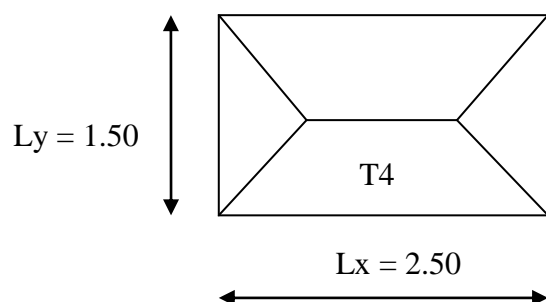
$$\begin{aligned} T1 &= DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} \\ &= 7,005 \text{ kN/m} \\ LL &= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} \\ &= 6 \text{ kN/m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T2 &= DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,25 \text{ m} \\ &= 5,837 \text{ kN/m} \\ LL &= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,25 \text{ m} \\ &= 5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T3 &= DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} \\ &= 3,50 \text{ kN/m} \\ LL &= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} \\ &= 3 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

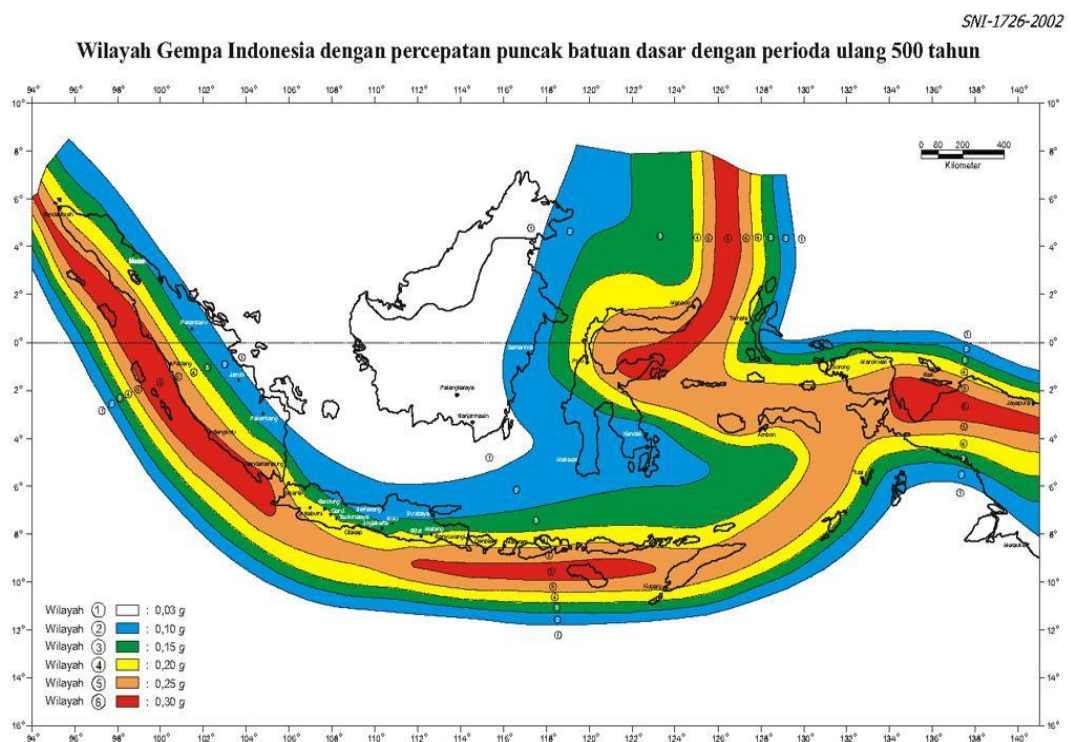


$$\begin{aligned} T4 &= DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} \\ &= 3,50 \text{ kN/m} \\ LL &= 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} \\ &= 3 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

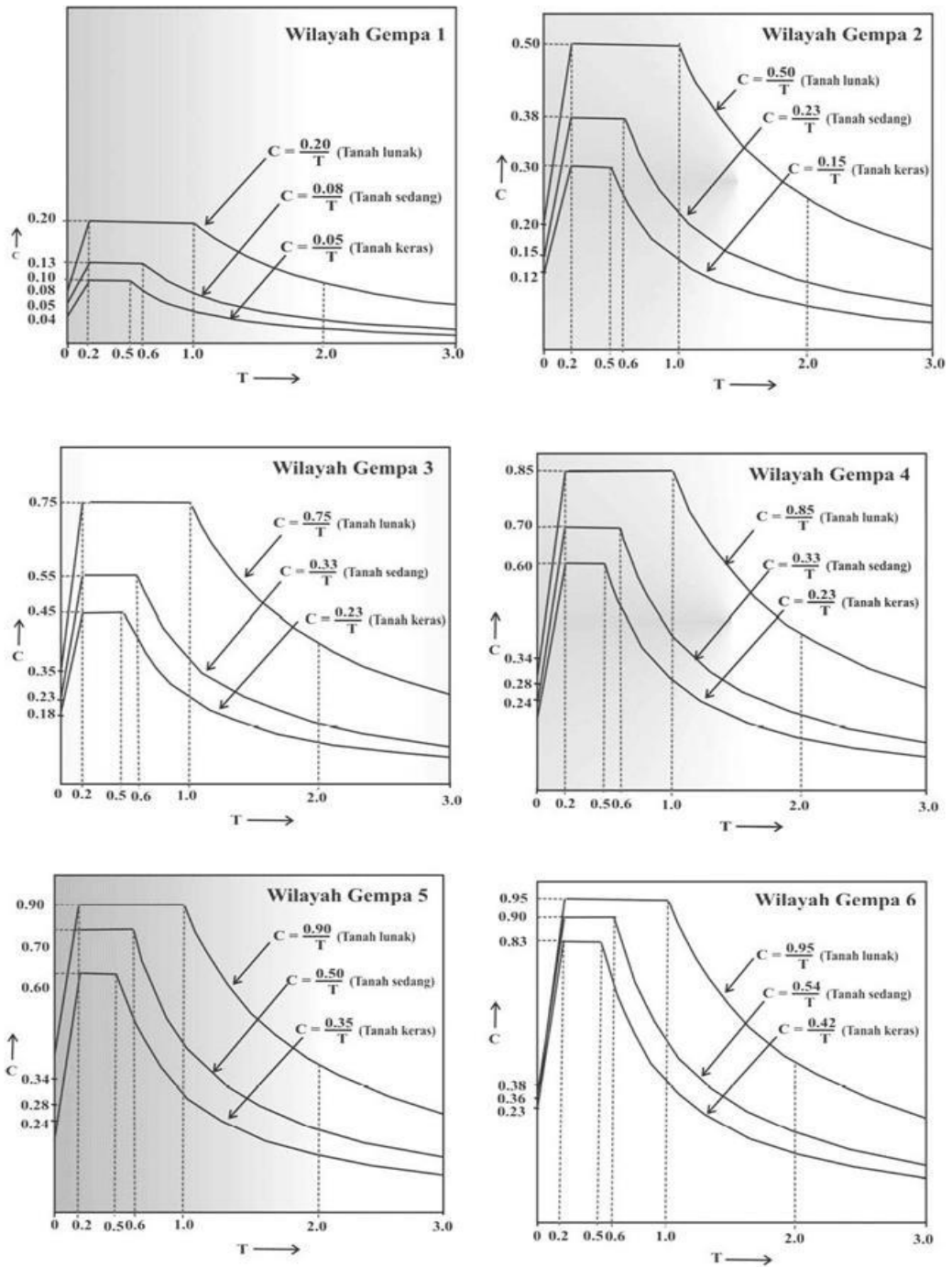
### 3. Perencanaan Beban Gempa

#### a. Perencanaan Beban Gempa

Struktur Gedung PKK Kabupaten Nganjuk direncanakan tahan terhadap gempa, dimana wilayah Nganjuk termasuk daerah gempa 3 dan dengan kondisi tanah dasar sedang. Besar beban gempa ditentukan oleh koefisien gempa rencana dan berat total struktur terdiri atas berat sendiri struktur, beban mati dan beban hidup yang bekerja. Diperkirakan waktu getar alami struktur Gedung PKK  $T = 0,1 - 1$  detik.



**Gambar 5.5 Peta Wilayah Gempa Indonesia**



Spektrum Respon Gempa Rencana

Gambar 5.6 Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan Zona

Peta Wilayah Gempa

### 1) Perhitungan Berat Struktur

$$H = 10,00 \text{ m}$$

$$T = 0,035 \text{ detik}$$

$$T = 0.06 \times 8^{0.75}$$

$$CIK = 0,1$$

I = faktor kutamaan periode ulang gempa untuk untuk hunian adalah  
1 (SNI Gempa 2002)

C = Am karena  $T < T_c = 0,55$  ( tanah sedang)

K = faktor bentuk struktur

Perhitungan beban lantai 2

a) Atap = berat atap kuda-kuda  $\times$  ( q DL + q LL )  
= (31,315 + 7)  
= 38,315 kN

b) Balok rink 1 = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton  
= 46 m  $\times$  ( 0,20  $\times$  0,30 ) m<sup>2</sup>  $\times$  24 kN/m<sup>3</sup>  
= 66,24 kN

c) Balok rink 2 = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton  
= 11 m  $\times$  ( 0,15  $\times$  0,15 ) m<sup>2</sup>  $\times$  24 kN/m<sup>3</sup>  
= 5,94 kN

d) Kolom Atas = 0 kN

e) Kolom Bawah = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton  
= 8 m  $\times$  ( 0,30  $\times$  0,30 ) m<sup>2</sup>  $\times$  24 kN/m<sup>3</sup>  
= 17,28 kN

- f) Dinding Atas = 0 kN
- g) Dinding Bawah = luas dinding  $\times$  tebal dinding  $\times$  Bj dinding  
 $= 228 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 16,6667 \text{ kN/m}^3$   
 $= 570 \text{ kN}$
- h)  $W_i$  = berat atap + b. Balok rink 1 + b. Balok irink 2 + b. Kolom atas  
+ b. Kolom bawah + b. Dinding atas + b. Dinding bawah  
 $= 38,315 \text{ kN} + 66,24 \text{ kN} + 5,94 \text{ kN} + 0 \text{ kN} + 17,28 \text{ kN} + 0 \text{ kN} +$   
 $570 \text{ kN}$   
 $= 715,055 \text{ kN}$
- i)  $H_i$  = tinggi total tiap lantai  
 $= ( 2 + 4 + 4 ) = 10 \text{ m}$

#### Perhitungan beban lantai 1

- a) Lantai = luas lantai  $\times$  ( q DL + q LL )  
 $= 120 \times (4,67 + 1,2)$   
 $= 704,4 \text{ kN}$
- b) Balok anak = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton  
 $= 38 \text{ m} \times ( 0,20 \times 0,30 ) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$   
 $= 54,72 \text{ kN}$
- c) Balok induk = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton  
 $= 78 \text{ m} \times ( 0,25 \times 0,65 ) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$   
 $= 304,2 \text{ kN}$
- d) Kolom Atas = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton

$$= 8 \text{ m} \times (0,30 \times 0,30) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 17,28 \text{ kN}$$

e) Kolom Bawah = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton

$$= 8 \text{ m} \times (0,30 \times 0,40) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 23,04 \text{ kN}$$

f) Dinding Atas = luas dinding  $\times$  tebal dinding  $\times$  Bj dinding

$$= 228 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 16,6667 \text{ kN/m}^3$$

$$= 570 \text{ kN}$$

g) Dinding Bawah = luas dinding  $\times$  tebal dinding  $\times$  Bj dinding

$$= 244 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 16,6667 \text{ kN/m}^3$$

$$= 610 \text{ kN}$$

h)  $W_i$  = berat lantai + b. Balok anak + b. Balok induk + b. Kolom atas

$$+ \text{ b. Kolom bawah} + \text{ b. Dinding atas} + \text{ b. Dinding bawah}$$

$$= 704,4 \text{ kN} + 54,72 \text{ kN} + 304,2 \text{ kN} + 17,28 \text{ kN} + 23,04 \text{ kN} +$$

$$570 \text{ kN} + 610 \text{ kN}$$

$$= 2283,64 \text{ kN}$$

i)  $H_i$  = tinggi total tiap lantai

$$= (2 + 4) = 6 \text{ m}$$

Perhitungan beban ground

a) Lantai = 0 kN

b) Balok anak = 0 kN

c) Balok sloof = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton



$$= 61 \text{ m} \times (0,25 \times 0,40) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 146,6 \text{ kN}$$

d) Kolom Atas = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton

$$= 8 \text{ m} \times (0,30 \times 0,40) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 23,04 \text{ kN}$$

e) Kolom Bawah = panjang  $\times$  dimensi  $\times$  Bj beton

$$= 8 \text{ m} \times (0,30 \times 0,40) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 23,04 \text{ kN}$$

f) Dinding Atas = luas dinding  $\times$  tebal dinding  $\times$  Bj dinding

$$= 244 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 16,6667 \text{ kN/m}^3$$

$$= 610 \text{ kN}$$

g) Dinding Bawah = luas dinding  $\times$  tebal dinding  $\times$  Bj dinding

$$= 0 \text{ kN}$$

h)  $W_i$  = berat lantai + b. Balok anak + b. Balok induk + b. Kolom atas + b. Kolom bawah + b. Dinding atas + b. Dinding bawah

$$= 0 \text{ kN} + 0 \text{ kN} + 146,6 \text{ kN} + 23,04 \text{ kN} + 23,04 \text{ kN} + 610 \text{ kN} + 0 \text{ kN} = 802,68 \text{ kN}$$

i)  $H_i$  = tinggi total tiap lantai = 2

## 2) Perhitungan Distribusi Gempa

### Perhitungan Untuk Lantai 2

$$\begin{aligned} \text{a) Distribusi Gempa} &= \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i H_i} \\ &= \frac{715,055 \times 10}{(715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (802,68 \times 2)} \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } V &= \sum W_i \times CIK \\ &= (715,055 \text{ kN} + 2283,64 \text{ kN} + 802,68 \text{ kN}) \times 0,1 \\ &= 380,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \sum W_i \times H_i &= (W_{i \text{ lt2}} \times H_{i \text{ lt2}}) + (W_{i \text{ lt1}} \times H_{i \text{ lt1}}) + (W_{i \text{ ground}} \times H_{i \text{ ground}}) \\ &= (715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (802,68 \times 2) \\ &= 22457,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } F_x \text{ ( F 100 \% )} &= \text{distribusi gempa} \times V \\ &= 0,68 \times 380,14 \text{ kN} \\ &= 258,49 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } F_y \text{ ( F 30 \% )} &= 30 \% \times F_x \\ &= 30 \% \times 258,49 \text{ kN} \\ &= 77,55 \text{ kN} \end{aligned}$$

f) Jumlah Kolom = 16 buah

$$\begin{aligned} \text{g) } F_x \text{ ( kN )} &= \frac{F_x \text{ ( F100 \% )}}{\text{jumlah kolom}} \\ &= \frac{258,49 \text{ kN}}{16} = 16,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h) } F_y \text{ ( kN )} &= \frac{F_y \text{ ( F 30 \% )}}{\text{jumlah kolom}} \\
 &= \frac{77,55 \text{ kN}}{16} \\
 &= 4,85 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Untuk Lantai 1

$$\begin{aligned}
 \text{a) Distribusi Gempa} &= \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i H_i} \\
 &= \frac{2283,64 \times 6}{(715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (802,68 \times 2)} \\
 &= 1,31
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } V &= \sum W_i \times CIK \\
 &= (715,055 \text{ kN} + 2283,64 \text{ kN} + 802,68 \text{ kN}) \times 0,1 \\
 &= 380,14 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) } \sum W_i \times H_i &= (W_{i \text{ lt2}} \times H_{i \text{ lt2}}) + (W_{i \text{ lt1}} \times H_{i \text{ lt1}}) + (W_{i \text{ ground}} \times H_{i \text{ ground}}) \\
 &= (715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (802,68 \times 2) \\
 &= 22457,75 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) } F_x \text{ ( F 100 \% )} &= \text{distribusi gempa} \times V \\
 &= 1,31 \times 380,13 \text{ kN} \\
 &= 497,97 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e) } F_y \text{ ( F 30 \% )} &= 30 \% \times F_x \\
 &= 30 \% \times 497,97 \text{ kN} = 149,39 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

f) Jumlah Kolom = 16 buah

$$\begin{aligned} \text{g) } F_x \text{ ( kN )} &= \frac{F_x \text{ ( F100 \% )}}{\text{jumlah kolom}} \\ &= \frac{497,97 \text{ kN}}{16} \\ &= 31,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h) } F_y \text{ ( kN )} &= \frac{F_y \text{ ( F30 \% )}}{\text{jumlah kolom}} \\ &= \frac{98,619 \text{ kN}}{16} \\ &= 9,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Untuk Ground

$$\begin{aligned} \text{a) Distribusi Gempa} &= \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i H_i} \\ &= \frac{802,68 \times 2}{(715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (7802,68 \times 2)} \\ &= 0,153 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } V &= \sum W_i \times CIK \\ &= ( 715,055 \text{ kN} + 2283,64 \text{ kN} + 802,68 \text{ kN} ) \times 0,1 \\ &= 380,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \sum W_i \times H_i &= (W_{i \text{ lt2}} \times H_{i \text{ lt2}}) + (W_{i \text{ lt1}} \times H_{i \text{ lt1}}) + (W_{i \text{ ground}} \times H_{i \text{ ground}}) \\ &= (715,055 \times 10) + (2283,64 \times 6) + (802,68 \times 2) \\ &= 22457,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) } F_x ( F 100 \% ) &= \text{distribusi gempa} \times V \\
 &= 0,153 \times 380,14 \text{ kN} \\
 &= 58,16 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e) } F_y ( F 30 \% ) &= 30 \% \times F_x \\
 &= 30 \% \times 58,16 \text{ kN} \\
 &= 17,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

f) Jumlah Kolom = 16 buah

$$\begin{aligned}
 \text{g) } F_x ( \text{kN} ) &= \frac{F_x ( F100 \% )}{\text{jumlah kolom}} \\
 &= \frac{58,16 \text{ kN}}{16} \\
 &= 3,63 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h) } F_y ( \text{kN} ) &= \frac{F_y ( F 30 \% )}{\text{jumlah kolom}} \\
 &= \frac{17,45 \text{ kN}}{16} = 1,09 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### 4. Analisis Struktur Balok

##### a. Perencanaan Penulangan Balok

Input data SAP :

Beban mati lantai :

$$T1 = DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} = 7,005 \text{ kN/m}$$

$$T2 = DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,25 \text{ m} = 5,837 \text{ kN/m}$$

$$T3 = DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} = 3,50 \text{ kN/m}$$

$$T4 = DL = 4,67 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} = 3,50 \text{ kN/m}$$

Beban hidup lantai :

$$T1 = LL = 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} = 6 \text{ kN/m}$$

$$T2 = LL = 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,25 \text{ m} = 5 \text{ kN/m}$$

$$T3 = LL = 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

$$T4 = LL = 4 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

Berat sendiri balok induk dan anak :

$$\begin{aligned} 1) \text{ Balok induk} &= \text{berat sendiri} \times \text{Bj beton} \\ &= b \times (h - t. \text{ Pelat}) \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,25 \text{ m} \times (0,65 - 0,12) \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 3,18 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Balok anak} &= \text{berat sendiri} \times \text{Bj beton} \\ &= b \times (h - t. \text{ Plat}) \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,20 \text{ m} \times (0,30 - 0,12) \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,864 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Beban dinding :

$$\begin{aligned} \text{Dinding} &= \text{tebal dinding} \times \text{tinggi} \times \text{Bj dinding} \\ &= 0,15 \text{ m} \times 4 \times 16,6667 \text{ kN/m}^3 \\ &= 10 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Podium} &= \text{tinggi} \times \text{Bj dinding} \\ &= 0,45 \text{ m} \times 16,6667 \text{ kN/m}^3 \\ &= 7,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

a) Perhitungan tulangan pada balok

Dari analisis struktur dengan SAP 2000 didapat momen tumpuan

( $M_u$ ) adalah :

$$M_{u_{pakai}} = 149,99 \text{ kNm}$$

$$h = 650 \text{ mm}$$

$$d_s = 80 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$d = 570 \text{ mm}$$

$$\Phi = 0,8$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$f_c' = 25 \text{ Mpa} < 30 \text{ Mpa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

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

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 25}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,054$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,054 = 0,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 0,50 \cdot \rho_{\max} \\ &= 0,50 \cdot 0,041 = 0,02 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$M_n = \frac{M_u}{0,8} = \frac{149,99}{0,8} = 187,487 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{187,487}{250.570^2} = 2,308 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85.f'c} = \frac{240}{0,85.25} = 11,294 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,294.2,308}{240}} \right) \\ &= 0,0102 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,0102$$

$$A_s = \rho.b.d = 0,0102 . 250 . 570 = 1453,5 \text{ mm}^2$$

Pakai diameter = 16 mm

$$A_{st} = \frac{1}{4} . \pi . D^2 = \frac{1}{4} . \pi . 16^2 = 201,061 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan pakai} = \frac{A_s}{A_{st}} = \frac{1453,5}{201,061} = 7,23 \longrightarrow \text{tulangan tarik (8P16)}$$

Dipakai tulangan tarik = **8P16**

Catatan : untuk persyaratan gempa tulangan tekan dipakai min 0,5

luas tulangan tarik

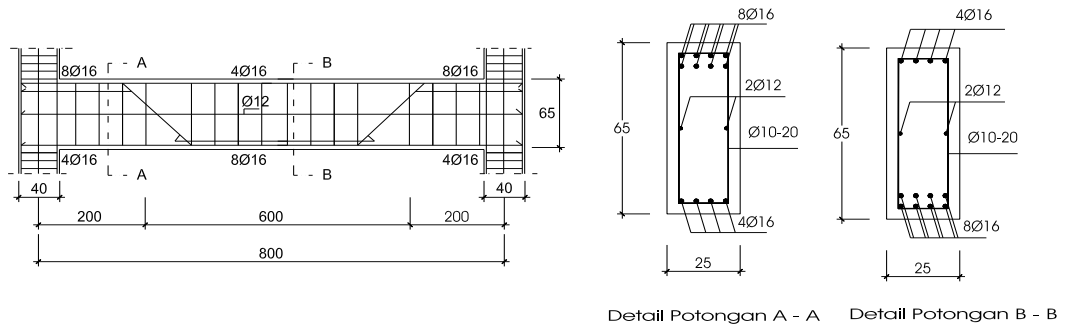
$$A_s = n.A_{st} = 8 . 201,061 = 1608,488 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = \frac{1}{2} . A_s = 804,244 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{804,244}{201,061} = 4 \text{ Tulangan tekan (4P16)}$$

Dipakai tulangan tekan = **4P16**





**Gambar 5.7 Penulangan Balok**

b) Perhitungan momen kapasitas portal

Momen Kapasitas Negatif ( $M_{pr}^-$ )

$$\text{Tarik} : A_{st} = 0,25 \times \pi \times 16^2 = 201,061 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ ada}} = 8 \times 201,061 = 1608,488 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tekan} : A_{st} = 0,25 \times \pi \times 16^2 = 201,061 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ ada}} = 4 \times 201,061 = 804,244 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f'_c \times a \times b \\ &= 0,85 \times 25 \times (0,85 \times c) \times 250 \\ &= 4515,625 \cdot c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_{s' \text{ ada}} \times \frac{c - d'}{c} \times 600 \\ &= 804,244 \times \frac{c - 80}{c} \times 600 \\ &= 482546,4 \times \frac{c - 80}{c} \end{aligned}$$

$$T_s = A_{s_{ada}} \times f_y$$

$$= 1608,488 \times 240 = 386037,12$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$4515,625 \cdot c + 482546,4 \times \frac{c-80}{c} - 386037,12 = 0$$

$$4515,625 c^2 + 96509,28 c - 38989749,12 = 0$$

$$c = 82,85 \text{ mm}$$

$$a = 0,85 \times c = 0,85 \times 82,85 = 70,423 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{c-80}{c} \times 600$$

$$= \frac{82,85-80}{82,85} \times 600 = 20,639 \text{ Mpa} < f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_s'_{pakai} = f_s' = 20,639 \text{ Mpa}$$

$$M_{pr}^- = \left\{ 0,85 \times f_c' \times a \times b \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \right\} + \left\{ A_{s'_{ada}} \times f_s' \times (d - d') \right\}$$

$$= \left\{ 0,85 \times 25 \times 70,42 \times 250 \times \left( 570 - \frac{70,42}{2} \right) \right\} + \left\{ 804,24 \times 20,639 \times (570 - 80) \right\}$$

$$= 208,209 \text{ kNm}$$

$$M_n \text{ Kap}^- = \frac{208,209}{0,8} = 260,262 \text{ Mpa}$$

Momen Kapasitas Positif ( $M_{pr}^+$ )

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times a \times b$$

$$= 0,85 \times 25 \times (0,85 \times c) \times 250$$

$$= 4515,625 \cdot c$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_{s' \text{ ada}} \times \frac{c-d'}{c} \times 600 \\
&= 804,244 \times \frac{c-80}{c} \times 600 \text{ m} \\
&= 482546,4 \times \frac{c-80}{c}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_s &= A_{s' \text{ ada}} \times f_y \\
&= 804,244 \times 240 = 193018,56
\end{aligned}$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$4515,625 \cdot c + 482546,4 \times \frac{c-80}{c} - 193018,56 = 0$$

$$4515,625 c^2 + 289527,84 c - 38603712 = 0$$

$$c = 65,80 \text{ mm}$$

$$a = 0,85 \times c = 0,85 \times 65,80 = 55,93 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
f_{s'} &= \frac{c-d'}{c} \times 600 \\
&= \frac{65,80-80}{65,80} \times 600 = -129,48 \text{ Mpa} < f_y = 240 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

$$f_{s' \text{ pakai}} = f_{s'} = 129,48 \text{ Mpa}$$

$$M_{pr}^+ = \left\{ 0,85 \times f'_{cx} \times b \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \right\} + \left\{ A_{s' \text{ ada}} \times f_{s'} \times (d - d') \right\}$$

=

$$\left\{ 0,85 \times 25 \times 55,93 \times 250 \times \left( 570 - \frac{55,93}{2} \right) \right\} + \left\{ 804,24 \times 129,48 \times (570 - 80) \right\}$$

$$= 212,079 \text{ kNm}$$

$$Mn \text{ Kap}^+ = \frac{212,079}{0,8} = 265,098 \text{ Mpa}$$

## b. Perencanaan Tulangan Geser Portal

Sebagai perhitungan perencanaan tulangan geser portal adalah pada portal meliputi perhitungan gaya geser portal, perhitungan tulangan geser di dalam sendi plastis, dan perhitungan tulangan geser di luar sendi plastis.

### a. Perhitungan Gaya Geser Rencana Portal

Dari hasil struktur dengan SAP 2000 didapat gaya geser sebagai berikut :

$$V_D = -15,585 \text{ kN}$$

$$V_L = -16,043 \text{ kN}$$

$$V_E = 37,332 \text{ kN}$$

Dari hasil perhitungan momen kapasitas balok, didapat momen kapasitas negatif dan positif balok sebagai berikut :

$$Mpr^- = 1,25 \times 260,262 = 325,33 \text{ kNm}$$

$$Mpr^+ = 1,25 \times 265,098 = 331,37 \text{ kNm}$$

Gaya geser yang diperlukan :

$$V_u = V_e + V_g$$

$$V_u = 0,7 \cdot \frac{(Mpr^-) + (Mpr^+)}{L_{netto}} + (1,05 \cdot (V_D + V_L))$$

$$L_{netto} = \text{Bentang bersih balok, diukur dari muka kolom}$$

$$L_{netto} = L \text{ portal} - (0,2 \text{ lebar kolom} + 0,2 \text{ lebar kolom})$$

$$L_{netto} = 8 \text{ m} - (0,2 \cdot 0,30 \text{ m} + 0,2 \cdot 0,4 \text{ m}) = 7,86 \text{ m}$$

$$V_e = 0,7 \cdot \frac{(M_{pr}^-) + (M_{pr}^+)}{L_{netto}}$$

$$V_e = 0,7 \cdot \frac{(325,33 + 331,37)}{7,86} = 58,48 \text{ KN}$$

Menghitung  $V_u$

$$V_u = V_e + V_g$$

$$\begin{aligned} V_u &= 58,48 + 1,05 \cdot (-15,585 + -16,043) \\ &= 25,27 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tetapi dalam segala hal tidak boleh lebih dari :

$$V_{u2} = 1,07 (V_D + V_L + 4/K \cdot V_E)$$

$K$  = faktor jenis struktur rangka beton bertulang  $K = 1$

$$= 1,07 \cdot (-15,585 + -16,043 + 4/1 \cdot 37,332) = 125,94 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ rencana} = 25,27 \text{ kN}$$

$$b \text{ balok} = 250 \text{ mm}$$

$$h \text{ balok} = 650 \text{ mm}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 570 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Tulangan Geser Portal Dalam Sendi Plastis

Bila  $V_e \geq 50 \% V_u$  maka  $V_c = 0$

$$58,48 \text{ kN} > 50 \% 25,27 \text{ kN}$$

$$58,48 \text{ kN} > 12,635 \text{ kN} \quad \text{maka } V_c = 0$$

Menurut SNI diperbolehkan digunakan  $V_u$  sejauh d dari perletakan :

$$V'u = \frac{\left(\frac{L}{2} - \left(d - \frac{bk}{2}\right)\right)}{\frac{L}{2}} \cdot Vu$$

$$V'u = \frac{\left(\frac{8}{2} - \left(0,57 - \frac{0,25}{2}\right)\right)}{\frac{8}{2}} \cdot 25,27 = 22,46 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{s1} &= \frac{Vu}{\phi} - V_c = \frac{Vu}{0,6} \\ &= \frac{22,46}{0,6} = 37,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai P 10 } A_{st} = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki

$$\begin{aligned} s &= \frac{nx A_{st} f_y x d}{V_{s1}} = \frac{2 \times 78,5 \times 240 \times 570}{37,43 \times 1000} \\ &= 573,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

s pakai = 200 mm

Dipakai **P10 – 200**

$$\text{Cek : } V_{s \text{ ada}} = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{78,5 \cdot 240 \cdot 570}{200} = 53,694 \text{ kN} > 37,43 \text{ kN} \text{..OK}$$

c. Perhitungan Tulangan Geser Portal Luar Sendi Plastis

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{1/2 L_{blk} - 2h_{blk}}{1/2 \cdot L_{balok}} \cdot Vu_{pakai} \\ &= \frac{1/2 \cdot 8 - 2 \cdot 0,65}{1/2 \cdot 8} \cdot 25,27 = 17,057 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_n}{0,6} = \frac{17,057}{0,6} = 28,43 \text{ kN}$$

Kuat geser beton ( $V_c$ ) pada daerah diluar sendi plastis adalah :

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 570 \cdot 10^{-3} \\ &= 118,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_c = \frac{1}{2} \cdot 118,75 = 59,375 \text{ kN}$$

$$\frac{V_n}{0,6} \leq \frac{1}{2} \cdot V_c \text{ digunakan tulangan geser minimum } \mathbf{P10 - 250}$$

Tabel 5.9 Penulangan Balok

Elemen	Ukuran Balok (mm)	Tulangan Pokok				Tulangan Geser	
		Tul. Tumpuan		Tul. Lapangan		Tumpuan	Lapangan
		Tekan	Tarik	Tekan	Tarik		
B1	250 x 650	8 P 16 dan 2 P 12	4 P 16	4 P 16	8 P 16 dan 2 P 12	P10-200	P10-250
B2	250 x 400	3 P 16 dan 2 P 12	3 P 16	3 P 16	3 P 16 dan 2 P 12	P10-200	P10-250
B3	200 x 300	3 P 16	2 P 16	2 P 16	3 P 16	P10-200	P10-250

## 5. Analisis Struktur Kolom

### a. Kelangsingan Kolom

Dimensi kolom sesuai dengan tinggi kolom, sehingga memenuhi syarat kelangsingan.

- Tinggi Kolom 4 m

Syarat tidak langsing  $\frac{k.l}{r} < 22$

Ukuran kolom :

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot h = \frac{1}{12} \cdot 0,30^3 \cdot 0,40 = 0,0009 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,30 \cdot 0,40^3 = 0,0016 \text{ mm}^4$$

$$A = b \cdot h = 0,30 \times 0,40 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} r_x &= \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{0,0009}{0,12}} \\ &= 0,0866 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{0,0016}{0,12}} \\ &= 0,115 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\frac{k.l}{r} = \frac{0,5.4}{0,115} = 17,39 < 22 \dots \text{Ok}$$



## b. Perhitungan Grafik Interaksi Kolom

Hitungan untuk membuat diagram  $Mn$  Vs  $Pn$  untuk  $As$  % data bahan struktur yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f^c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$d' = 80 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$d = 320 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{h}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ mm}$$

$$A_g = (300 \cdot 400) = 120000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{st}} = 1\% \cdot A_g = 1\% \cdot 120000 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s'} = 0,5 \cdot A_{s_{st}} = 0,5 \cdot 1200 = 600 \text{ mm}^2$$

### 1) Kondisi beban sentris

$$P_n = (0,85 \cdot f^c \cdot (A_g - A_{s_{st}}) + f_y \cdot A_{s_{st}})$$

$$P_n = (0,85 \cdot 25 \cdot (120000 - 1200) + 240 \cdot 1200) \times 10^{-3}$$

$$P_n = 2812,5 \text{ kN}$$

$$M_n = 0$$

### 2) Dalam keadaan seimbang

$$d = h - d' = 400 - 80 = 320 \text{ mm}$$

$$cb = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 240} \cdot 320 = 228,571 \text{ mm}$$

$$a = 0,85 \cdot cb = 0,85 \cdot 228,571 = 194,285 \text{ mm}$$

$$f'_s = \frac{cb - d'}{cb} \cdot 600 = \frac{194,285 - 80}{194,285} \cdot 600 = 352,94 \text{ Mpa} > f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_{s \text{ pakai}} = 240 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot 10^{-3} \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 194,285 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \\ &= 1238,567 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \cdot (f'_s - 0,85 \cdot f'_c) \cdot 10^{-3} \\ &= 600 \cdot (240 - 0,85 \cdot 25) \cdot 10^{-3} \\ &= 131,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot f_y \cdot 10^{-3} = 600 \cdot 240 \cdot 10^{-3} \\ &= 144 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 1238,567 + 131,25 - 144 = 1225,817 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c \cdot \left(y - \frac{a}{2}\right) + C_s \cdot (y - d') + T_s \cdot (d - y) \\ &= 1238,567 \cdot \left(200 - \frac{194,285}{2}\right) + 131,25 \cdot (200 - 80) + 144 \cdot (320 - 200) \cdot 10^{-3} \\ &= 160,426 \text{ kN} \end{aligned}$$

3) Runtuh tekan ( $c > cb$ ) atau ( $c < cb$ )

Ambil  $c = 210 \text{ mm}$

$$f'_s = \frac{c-d'}{c} \cdot 600 = \frac{210-80}{210} \cdot 600 = 371,43 \text{ Mpa} > f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_{s \text{ pakai}} = 240 \text{ Mpa}$$

$$a = 0,85 \cdot c = 0,85 \cdot 210 = 178,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 178,5 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \\ &= 1137,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \cdot (f'_s - 0,85 \cdot f'_c) \\ &= 600 \cdot (240 - 0,85 \cdot 25) \cdot 10^{-3} \\ &= 131,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot f_s \\ &= 600 \cdot 240 \cdot 10^{-3} \\ &= 144 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 1137,94 + 131,25 - 144 = 1125,19 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c \cdot \left(y - \frac{a}{2}\right) + C_s \cdot (y - d') + T_s \cdot (d - y) \\ &= 1137,94 \cdot \left(200 - \frac{178,5}{2}\right) + 131,25 \cdot (200 - 80) + 144 \cdot (320 - 200) \cdot 10^{-3} = 159,057 \text{ kN} \end{aligned}$$

4) Runtuh tarik ( $c > c_b$ ) atau ( $c < c_b$ )

Ambil  $c = 120 \text{ mm}$

$$f'_s = \frac{c-d'}{c} \cdot 600 = \frac{120-80}{120} \cdot 600 = 200 \text{ Mpa} < f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_{s \text{ pakai}} = 240 \text{ Mpa}$$

$$a = 0,85 \cdot c = 0,85 \cdot 120 = 102 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 102 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \\ &= 650,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f'_c) \\ &= 600 \cdot (240 - 0,85 \cdot 25) \cdot 10^{-3} \\ &= 131,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot f_s \\ &= 600 \cdot 240 \cdot 10^{-3} \\ &= 144 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_s - T_s \\ &= 650,25 + 131,25 - 144 = 637,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c \cdot \left(y - \frac{a}{2}\right) + C_s \cdot (y - d') + T_s \cdot (d - y) \\ &= 650,25 \cdot \left(200 - \frac{102}{2}\right) + 131,25 \cdot (200 - 80) + 144 \cdot (320 - 200) \cdot 10^{-3} = 129,917 \text{ kN} \end{aligned}$$

##### 5) Kondisi momen murni

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{600 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 22,588 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) \cdot 10^{-6} \\ &= 600 \cdot 240 \cdot (320 - 22,588/2) \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

$$= 44,45 \text{ kNm}$$

$$P_n = 0$$

#### 4) Perhitungan Momen Rencana Kolom

Dari analisis struktur dengan SAP 2000 didapat gaya aksial dan momen pada kolom adalah :

##### 1) Gaya aksial

$$P_D = -75,895 \text{ kN}$$

$$P_L = -16,914 \text{ kN}$$

$$P_E = 56,96 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_U &= 1,05.( P_D + P_L + 4/K.P_E) \\ &= 1,05.\{(-75,895) + (-16,914) + (4/1.56,96)\} \\ &= 141,78 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dari analisis struktur SAP 2000 V.10 didapat momen elemen 68 akibat beban kombinasi hidup, mati dan gempa adalah :

##### 2) Momen

$$M_D = 2,81 \text{ kN}$$

$$M_L = 1,83 \text{ kN}$$

$$M_E = 81,66 \text{ kN}$$

Momen maksimum kolom

$$\begin{aligned} M_{UK \text{ MAX}} &= 1,05.( M_D + M_L + 4/K.M_E) \\ &= 1,05.( 2,81 + 1,83 + 4/1. 81,66) \end{aligned}$$

$$M_{UK \text{ pakai}} = 347,844 \text{ kNm}$$

Momen yang digunakan adalah  $M_{UK \text{ pakai}} = 347,844 \text{ kNm}$

### 3) Perhitungan tulangan

Data bahan struktur yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f'c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$A_g = 300 \times 400 = 120000 \text{ mm}^2$$

$$M_{UK} = 347,844 \text{ Knm}$$

$$P_{UK} = 141,78 \text{ kN}$$

$$M_n = \frac{M_{uk}}{\phi} = \frac{347,844}{0,65} = 535,145 \text{ kNm}$$

$$P_n = \frac{P_{uk}}{\phi} = \frac{141,78}{0,65} = 218,12 \text{ kN}$$

Dari nilai  $M_n$  dan  $P_n$ , plotkan ke grafik Mn-Pn didapatkan  $r = 1\%$

$$A_s \text{ total} = r \cdot b \cdot h = 1\% \cdot 300 \cdot 400 = 1200 \text{ mm}^2$$

Pakai tulangan P = 16 mm

$$A_{st} = \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 = 201,06 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{total}} = \frac{A_{s \text{ total}}}{A_{st}} = \frac{1200}{201,06} = 5,97 \text{ Dipakai tulangan } \mathbf{6P16}$$

### 5) Perhitungan Geser Kolom

Dari analisis struktur dengan SAP 2000 didapat gaya aksial dan momen pada elemen kolom 68 adalah :

$$V_D = 2,716 \text{ kNm}$$

$$V_L = 1,781 \text{ kNm}$$

$$V_E = 36,286 \text{ kNm}$$

Momen maksimum kolom

$$V_U = 1,05.(V_D + V_L + 4/K .V_E)$$

$$= 1,05.(2,716 + 1,781 + 4/1. 36,286) = 157,12 \text{ kN}$$

### 6) Perhitungan Tulangan Geser Kolom

$$V_{UK} = 157,12 \text{ kN}$$

Data bahan struktur yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$d' = 80 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 400 - 80 = 320 \text{ mm}$$

#### 1) Perhitungan tulangan geser kolom dalam sendi plastis

$$V_{s1} = \frac{Vu}{\phi} = \frac{Vu}{0,6}$$

$$= \frac{157,12}{0,6}$$

$$= 261,87 \text{ kN}$$

Pakai tulangan sengkang P10

$$A_{st} = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki

$$s = \frac{nxAstxfyxd}{V_{s1}}$$

$$= \frac{2 \times 78,5 \times 240 \times 320}{261,87 \cdot 1000}$$

$$s_{pakai} = 200 \text{ mm}$$

Dipakai **P10 – 200**

2) Perhitungan tulangan geser kolom luar sendi plastis

$$P_{UK} = 141,78 \text{ kN}$$

$$A_g = b \times h = 300 \times 400 = 120000 \text{ mm}^2$$

$$V_c = \left(1 + \frac{P_{uk}}{14 \times A_g}\right) \times \left(\frac{1}{6}\right) \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$= \left(1 + \frac{141,78}{14 \times 120000}\right) \times \left(\frac{1}{6}\right) \times \sqrt{25} \times 300 \times 320 \times 10^{-3}$$

$$= 80,01 \text{ kN}$$

$$V_{s2} = \frac{V_{uk}}{\phi} - V_c$$

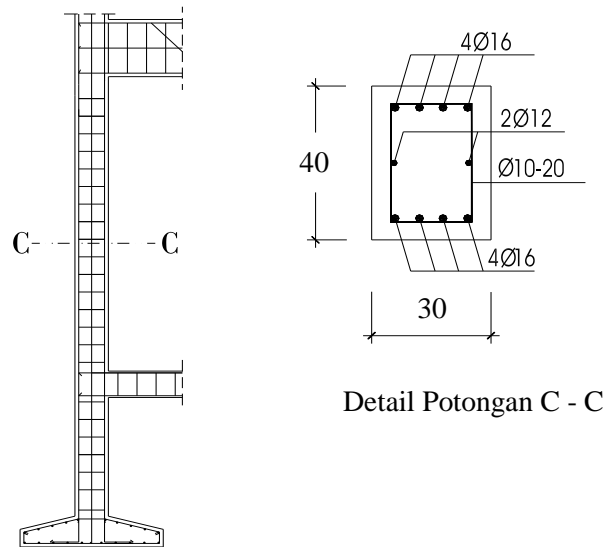
$$= \frac{157,12}{0,6} - 80,01 = 181,857 \text{ kN}$$



Pakai tulangan sengkang P10

Dipakai tulangan minimum karena  $V_u \leq \phi \cdot V_c$

Dipakai tulangan **P10-250**



**Gambar 5.8 Penulangan Kolom**

Tabel 5.10 Penulangan Kolom

Elemen	Ukuran Kolom (mm)	Tinggi Kolom (mm)	Tulangan Pokok	Tulangan Geser	
				Dalam	Luar
Lantai 1	300 x 400	400	8 P 16 dan 2 P 12	P10-200	P10-250
Lantai 2	300 x 300	400	6 P 16 dan 2 P 12	P10-200	P10-250

## 6. Analisis Struktur Pondasi

Dari hasil analisis struktur dengan SAP 2000 yang maka di dapat :

Diketahui :

$$P_D = 203,48 \text{ kN (dari hasil SAP 2000)}$$

$$P_L = 21,768 \text{ kN (dari hasil SAP 2000)}$$

$$\delta_{\text{tanah}} = 200 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Elevasi} = 2 \text{ m}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$B_j_{\text{tanah}} = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Kolom} = 300 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} = 120000 \text{ mm}^2$$

### a. Hitungan penampang pondasi

$$P_D + P_L = 203,48 + 21,768 = 225,248 \text{ kN}$$

$$\text{Dicoba tebal pelat kaki} = h = 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{netto}} = \sigma_{\text{tanah}} - h \cdot \gamma_{\text{beton}} - (z-h) \cdot \gamma_{\text{tanah}}$$

$$= 200 - (0,4 \cdot 25) - (2 - 0,4) \cdot 18$$

$$= 161,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Luas pelat kaki : } A = \frac{PD+PL}{\sigma_{\text{netto}}} = \frac{225,248}{161,2} = 1,397 \text{ m}^2$$

$$\text{Bila } p = \ell = \sqrt{a} = \sqrt{1,397} = 1,18 \text{ m} \rightarrow p = \ell = 1,50 \text{ m}$$

Lebar pelat pondasi dipakai  $\ell = 1,50 \text{ m}$  untuk mempermudah pengerjaan

dilapangan

$$a = 1,50 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} = 2,25 \text{ m}^2 > 1,397 \text{ m}^2 \rightarrow \text{OK!}$$

Kontrol tebal pelat

$$\begin{aligned} q_U &= \frac{1,2 \cdot PD + 1,6 \cdot PL}{A} \\ &= \frac{1,2 \cdot (203,48) + 1,6 \cdot (21,768)}{2,25} = 124,002 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{tebal efektif pelat (d)} : h - p_b = 400 - 80 = 320 \text{ mm}$$

b. Kontrol geser

Geser 2 (dua) arah :

$$x = h_k + d = 400 + 320 = 720 \text{ mm} = 0,72 \text{ m}$$

$$y = b_k + d = 300 + 320 = 620 \text{ mm} = 0,62 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V_u &= q_u \cdot \{(p \cdot e) - (x \cdot y)\} \\ &= 124,002 \cdot \{(1,5 \cdot 1,5) - (0,72 \cdot 0,62)\} \\ &= 278,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\beta_c = \frac{1,5}{1,5} = 1 < 2 \text{ maka}$$

$$\begin{aligned} V_{c1} &= \left( \frac{1}{\beta_c} + 1 \right) \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d \\ &= \left( \frac{1}{\beta_c} + 1 \right) \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot (2 \cdot (x+y)) \cdot d \\ &= \left( \frac{1}{1} + 1 \right) \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot (2 \cdot (720 + 620)) \cdot 320 \cdot \frac{1}{1000} \\ &= 1429,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

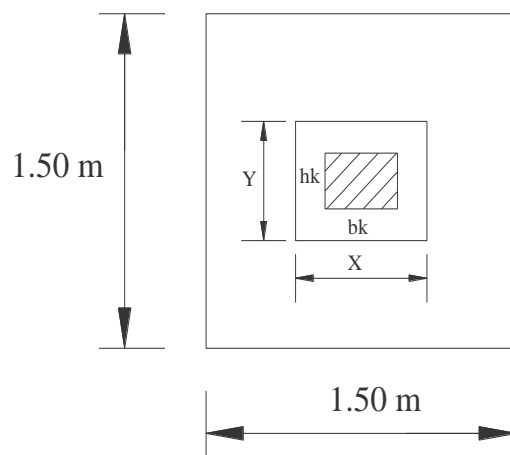
$$\begin{aligned}
 V_{c2} &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d \\
 &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{25} \cdot (2 \cdot (x+y)) \cdot d \\
 &= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{25} \cdot (2 \cdot (720 + 620)) \cdot 320 \cdot \frac{1}{1000} \\
 &= 1429,33 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Diantara  $V_{c1}$  dan  $V_{c2}$  diambil terkecil = 1429,33 kN

$$\Phi \cdot V_c > V_u$$

$$0,6 \cdot 1429,33 \text{ kN} > 278,56 \text{ kN}$$

$$857,59 \text{ kN} > 278,56 \text{ kN} \dots \text{OK!}$$



**Gambar 5.9 Ukuran Pondasi**

Geser 1 (satu) arah :

$$m = \frac{p - hk - 2d}{2} = \frac{1,5 - 0,40 - 2 \cdot (0,32)}{2}$$

$$= 0,23 \text{ m}$$

$$V_{u1} = qu \cdot m \cdot \ell = 124,002 \cdot 0,23 \cdot 1,5 = 42,78 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \ell \cdot d$$

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 1,5 \cdot 0,32 \cdot 1000 = 400 \text{ kN}$$

$$\Phi \cdot V_c > V_{u1}$$

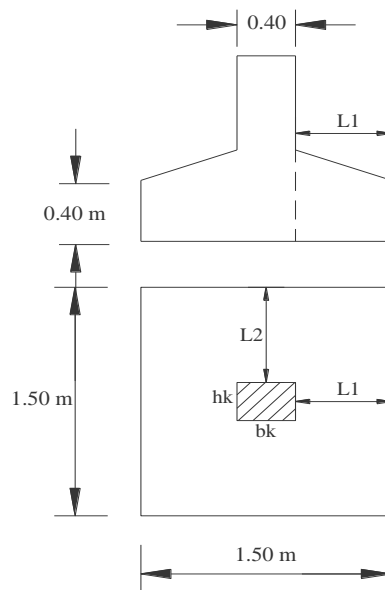
$$0,6 \cdot 400 \text{ kN} > 42,78 \text{ kN}$$

$$240 \text{ kN} > 42,78 \text{ kN} \dots \text{OK!}$$

c. Perencanaan Lentur (Tulangan)

$$\ell_1 = \frac{p - hk}{2} = \frac{1,5 - 0,40}{2} = 0,55 \text{ m}$$

$$\ell_2 = \frac{l - bk}{2} = \frac{1,5 - 0,30}{2} = 0,60 \text{ m}$$



**Gambar 5.10 Denah Pondasi Perencanaan Lentur**

$$Mu_1 = \frac{1}{2} \cdot qu \cdot L_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 124,002 \cdot (0,55)^2 = 18,755 \text{ kN/m}$$

$$\frac{Mu_1}{\phi} = \frac{18,755}{0,8} = 23,44 \text{ kN/m}$$

$$d = h - \rho b - \frac{\text{Øtulangan}}{2} \rightarrow \text{asumsi diambil Øtulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$= 400 - 80 - \frac{16}{2} = 312 \text{ mm}$$

$$Rn_1 = \frac{Mu_1 / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{23,44 \cdot 10^6}{1000 \cdot 312^2} = 0,24 \text{ N/mm}^2 = 0,24 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot Rn \cdot m}{fy} \right)} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot 0,24 \cdot 11,29}{240} \right)} \right)$$

$$= 1,005 \times 10^{-3} = 0,001005$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 5,83 \times 10^{-3} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho = 1,33 \cdot 0,001005 = 0,0014 < \rho_{\min} = 0,00583$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min} = 0,00583$$

$$A_s = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d^2$$

$$A_s = 0,00583 \cdot 1000 \cdot 320^2 \cdot \frac{1}{1000}$$

$$A_s = 596,992 > A_{s_{\text{susut}}} = \rho \cdot 1000 \cdot h$$

$$= 0,001005 \cdot 1000 \cdot 400 = 402 \dots \text{OK!}$$

Dipakai Øtulangan = 16 mm

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,06 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{st} \cdot b}{A_s}$$

$$s \leq \frac{201,06 \cdot 1000}{596,992} = 336,78$$

$$s \leq 200$$

Dipakai tulangan **P16-200**

d. Perencanaan Tulangan Susut

$$A_{s_{st}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 400$$

$$= 800 \text{ mm}^2$$

$$\text{Øtul.} = 16 \text{ mm}$$

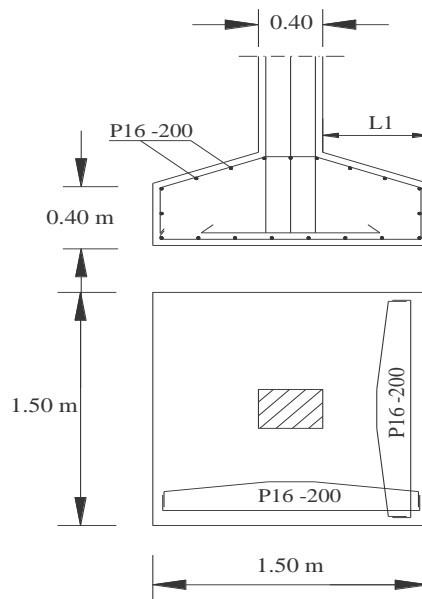
$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$A_{st} = 201,06 \text{ mm}^2 \rightarrow s \leq \frac{201,06 \cdot 1000}{800} = 251,325$$

$$s \leq 200$$

Dipakai tulangan **P16-200**



**Gambar 5.11 Penulangan Pondasi**

## 7. Analisis Perhitungan Volume Pekerjaan



### a. Pekerjaan Persiapan

#### 1) Pembersihan lapangan

Pembersihan dilakukan disekeliling bangunan dengan jarak 3 meter dari as terluar.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang bangunan} + 3 + 3) \times (\text{lebar bangunan} + 3 + 3) \\ &= (16,5 + 3 + 3) \times (8 + 3 + 3) \\ &= 315 \text{ m}^2\end{aligned}$$

#### 2) Memasang bouwplank

$$\begin{aligned}\text{Panjang bouwplank} &= \text{panjang bangunan} + [(3 + 3) : 2] \\ &= 16,5 + [(3 + 3) : 2] \\ &= 19,5 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar bouwplank} &= \text{lebar bangunan} + [(3 + 3) : 2] \\ &= 8 + [(3 + 3) : 2] \\ &= 11 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keliling bouwplank} &= 2 [(p + 3) + (l + 3)] \\ &= 2 [(16,5 + 3) + (8 + 3)] \\ &= 61 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\text{Panjang tiang} = 1 \text{ meter}$$

$$\text{Ukuran tiang} = 5 \times 7 \times 100 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tiang} &= \text{banyak tiang} \times 1 \times 0,05 \times 0,07 \\ &= 30 \times 1 \times 0,05 \times 0,07 \\ &= 0,105 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Ukuran papan} = 3 \times 25 \times 400 \text{ cm}$$

$$\text{Volume papan} = \text{keliling bouwplank} \times 0,03 \times 0,25$$

$$= 61 \times 0.03 \times 0.25$$

$$= 0,4575 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume bouwplank} = \text{volume tiang} + \text{volume papan}$$

$$= 0,105 + 0,4575$$

$$= 0,563 \text{ m}^3$$

$$10\% \text{ kehilangan kayu} = 0,0563 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume bouwplank} = 0,563 + 0,0563 = 0,6193 \text{ m}^3$$

3) Direksi keet

$$\text{Panjang} = 4 \text{ meter, tinggi} = 3 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ meter}$$

$$\text{Luas} = 4 \times 3 = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = 36 \text{ m}^3$$

4) Membongkar bangunan (pagar, kantin, tower)

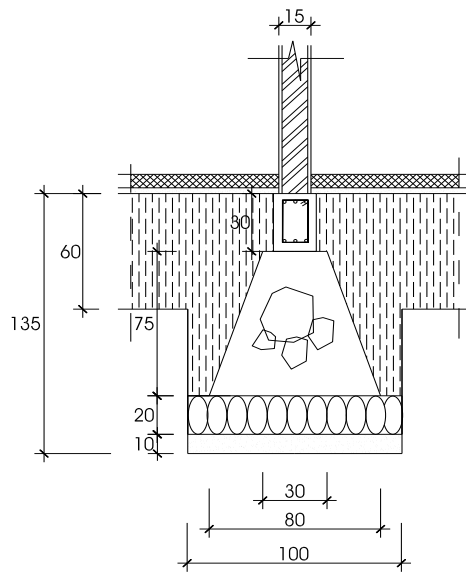
$$L_s = 1 \text{ unit}$$

5) Memasang kembali tempat parkir

$$L_s = 1 \text{ unit}$$

**b. Pekerjaan Tanah**

1) Galian tanah pondasi



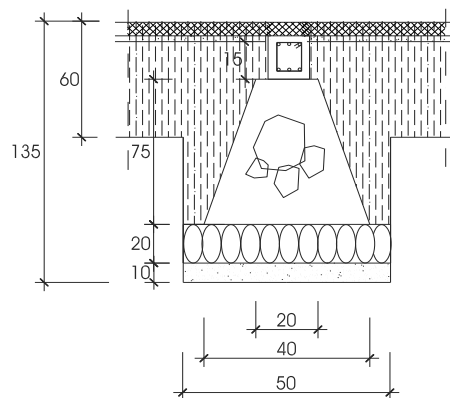
**Gambar 5.12 Pondasi bangunan dan teras**

Panjang pondasi = 94,05 m

Tinggi galian (h) = 0,75 m

Volume = Panjang x luas penampang  
 =  $94,05 \times 0,75 \times 1 = 70,875 \text{ m}^3$

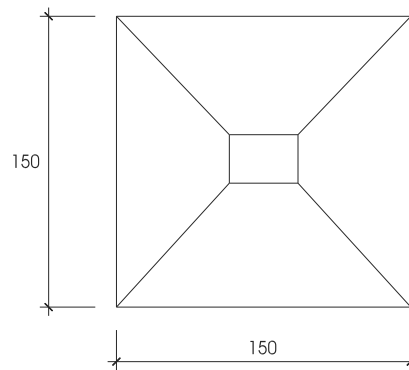
2) Pondasi selasar



**Gambar 5.13 Pondasi selasar**

Panjang pondasi = 41,15 m  
Tinggi galian (h) = 0,6 m  
Volume = Panjang x luas penampang  
= 41,15 x 0,5 x 0,6 = 12,315 m<sup>3</sup>

3) Pondasi telapak



**Gambar 5.14 Pondasi telapak**

Jumlah pondasi = 25 titik  
Tinggi galian (h) = 2 m  
Volume = Panjang x luas penampang  
= 1,50 x 1,50 x 2 x 25 = 112,5 m<sup>3</sup>

Volume total galian tanah = 70,875 m<sup>3</sup> + 12,315 m<sup>3</sup> + 112,5 m<sup>3</sup>  
= 195,69 m<sup>3</sup>

4) Pekerjaan urugan

a) Urugan tanah bangunan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume urugan tanah} &= \text{Luas bangunan} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= 16,5 \times 8 \times 0,7 \\
 &= 92,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Urugan tanah teras

$$\begin{aligned}
 \text{Volume urugan tanah} &= \text{Luas teras} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= 3 \times 4 \times 0,7 \\
 &= 8,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c) Urugan tanah selasar

$$\begin{aligned}
 \text{Volume urugan tanah} &= \text{Luas selasar} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= [(1,5 \times 12,5) + (17,6 \times 1,5) + (6,8 \times 1) + \\
 &\quad (2,75 \times 0,9)] \times 0,6 = 32,66 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total urugan tanah} &= 92,4 \text{ m}^3 + 8,4 \text{ m}^3 + 32,66 \text{ m}^3 \\
 &= 133,46 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5) Pekerjaan urugan pasir

a) Urugan pasir bangunan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas bangunan} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= 16,5 \times 8 \times 0,2 \\
 &= 26,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Urugan pasir teras

$$\begin{aligned}
 \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas teras} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= 3 \times 4 \times 0,2
 \end{aligned}$$

$$= 2,4 \text{ m}^3$$

c) Urugan pasir selasar

$$\begin{aligned} \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas selasar} \times \text{tinggi urugan} \\ &= [(1,5 \times 12,5) + (17,6 \times 1,5) + (6,8 \times 1) + \\ &\quad (2,75 \times 0,9)] \times 0,2 = 10,89 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

d) Urugan pasir bawah tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas bawah tangga} \times \text{tinggi urugan} \\ &= 1,5 \times 5,25 \times 0,2 \\ &= 1,575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

e) Urugan pasir bawah pondasi 1

$$\begin{aligned} \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas bawah pondasi 1} \times \text{tinggi urugan} \\ &= 1 \times 94,5 \times 0,1 \\ &= 9,45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

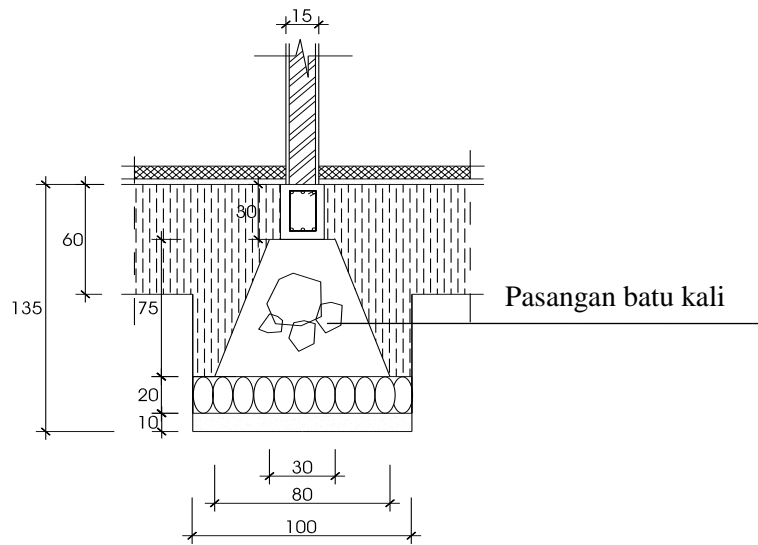
f) Urugan pasir bawah pondasi 2

$$\begin{aligned} \text{Volume urugan pasir} &= \text{Luas bawah pondasi 2} \times \text{tinggi urugan} \\ &= 0,6 \times 41,15 \times 0,1 \\ &= 2,47 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total urugan pasir} &= 26,4 + 2,4 + 10,89 + 1,575 + 9,45 + 2,47 \\ &= 53,185 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### c. Pekerjaan Pasangan

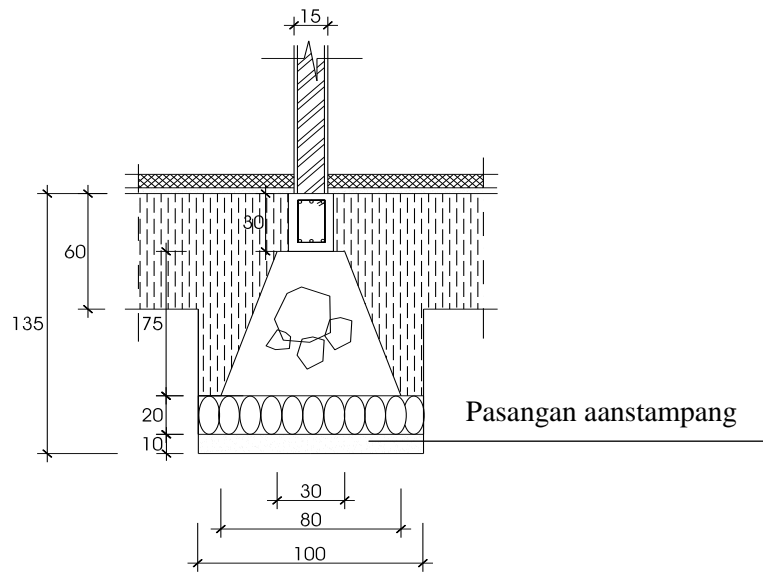
1) Pasangan pondasi batu kali



**Gambar 5.15 Pondasi Bangunan**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pondasi batu kali} &= \frac{(0,3 + 0,8)}{2} \times 0,75 \times 94,05 \\
 &= 38,79 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

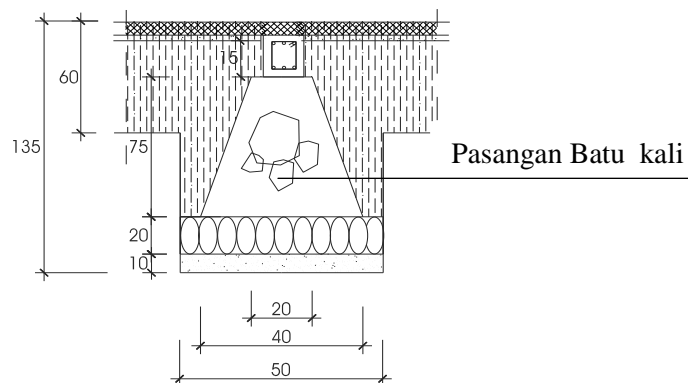
2) Aanstampang Batu Kali



**Gambar 5.16 Aanstampang batu kali bangunan**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume aanstampang batu kali} &= \text{luas penampang} \times \text{panjang pondasi} \\
 &= 0,2 \times 1,00 \times 94,05 \\
 &= 18,81 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3) Pasangan pondasi batu kali teras

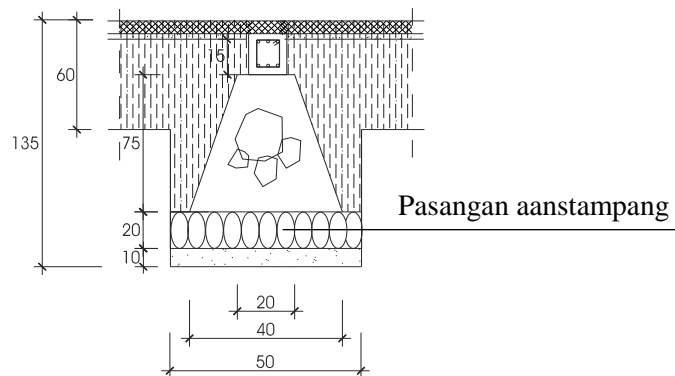


**Gambar 5.17 Pondasi teras**



$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi batu kali} &= \frac{(0,3 + 0,5)}{2} \times 0,75 \times 41,15 \\ &= 12,35 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 4) Aanstampang batu kali



**Gambar 5.18 Aanstampang batu kali teras**

$$\begin{aligned} \text{Volume aanstampang batu kali} &= \text{luas penampang} \times \text{panjang pondasi} \\ &= 0,2 \times 0,6 \times 41,15 \\ &= 4,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total pondasi batu kali} &= 38,79 \text{ m}^3 + 12,35 \text{ m}^3 \\ &= 51,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total aanstampang batu kali} &= 18,81 \text{ m}^3 + 4,94 \text{ m}^3 \\ &= 23,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 5) Pasangan Trasram

##### a) Trasram bangunan :

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= (\text{panjang bangunan} - \text{lebar kusen}) \times \text{tinggi} \\ &= (83,5 - 6,7) \times 0,3 = 23,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b) Trasram kamar mandi :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{panjang kamar mandi} \times \text{tinggi} \\ &= 1,3 \times 4 \times 3\text{h} \\ &= 15,6 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas total trasram} &= 23,04 \text{ m}^2 + 15,6 \text{ m}^2 \\ &= 38,64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

6) Plester Trasram

a) Plester trasram bangunan :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{luas total trasram bangunan} \times 2 \text{ sisi} \\ &= 38,6 \times 2 \\ &= 77,2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Plester trasram teras :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{luas total trasram teras} \times 1 \text{ sisi} \\ &= 41,15 \times 1 = 41,15 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas total plester trasram} &= 77,2 \text{ m}^2 + 41,15 \text{ m}^2 \\ &= 118,35 \text{ m}^2\end{aligned}$$

7) Pasang Dinding ½ Bata

a) Pasang dinding bangunan :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{panjang total bangunan} \times \text{tinggi} \\ &= 157 \times 4 \text{ m} \\ &= 628 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Pasang bata podium :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{panjang total podium} \times \text{tinggi} \\ &= 24 \times 0,45 \text{ m} \\ &= 10,8 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Luas kusen total dinding} = 644,8 \text{ m}^2$$

c) Luas lubang kusen :

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type PJ1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2,13 \times 2,44 = 5,19 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type PJ2} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 4,15 \times 2,66 = 11,039 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type P1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2,44 \times 0,9 \times 3 \text{ buah} = 6,59 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type P2} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2,44 \times 1,70 \times 2 \text{ buah} = 8,296 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type P3} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2,44 \times 0,8 \times 3 \text{ buah} = 5,856 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type J1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 1,9 \times 2,13 \times 4 \text{ buah} = 16,188 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type J2} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 1,32 \times 1,72 \times 3 \text{ buah} = 6,811 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type J3} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 1,91 \times 1,72 \times 8 \text{ buah} = 26,28 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type J4} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2,23 \times 0,44 \times 10 \text{ buah} = 9,81 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type BV1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0,84 \times 0,64 \times 3 \text{ buah} = 1,61 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen type BV2} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 1,32 \times 0,60 \times 3 \text{ buah} = 2,37 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Luas kusen total kusen} = 114,53 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi luas dinding total} &= \text{luas total dinding} - \text{luas total lubang kusen} \\ &= 644,8 - 114,53 \\ &= 530,27 \text{ m}^2\end{aligned}$$

#### 8) Plester Dinding ½ Bata

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{luas total dinding} \times 2 \text{ sisi} \\ &= 530,27 \times 2 \\ &= 1060,54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

#### 9) Pasang Lantai Keramik 30 cm x 30 cm

Luas lantai 1

$$\begin{aligned}\text{a) Luas bangunan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 16,5 \times 8 \\ &= 132 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Luas teras} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= (4 \times 3) + (1,5 \times 4) + (0,4 \times 3 \times 2) + (2,75 \times 0,9) \\
 &= 22,875 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) Luas tangga} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= (1,5 \times 6,6) + (1,5 \times 1,5) \\
 &= 12,15 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas lantai 2

$$\begin{aligned}
 \text{a) Luas bangunan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= (15 \times 8) + (1,5 \times 5,5) \\
 &= 128,25 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Luas podium} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 &= (8 \times 3) \\
 &= 24 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total keramik} &= 132 + 22,875 + 12,15 + 128,25 + 24 \\
 &= 319,275 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

10) Pasang Keramik dinding 20 cm x 25 cm

a) Luas keramik dinding kamar mandi :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas panampang} &= (\text{panjang} - \text{lubang kusen}) \times \text{tinggi} \\
 &= (9 - 0,8) \times 1,5 \times 3 \text{ buah} \\
 &= 36,9 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b) Luas keramik bak kamar mandi :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas panampang} &= \text{panjang} \times \text{tinggi} \\
 &= 0,7 \times 0,7 \times 0,7 \times 3 \text{ buah} = 1,029 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas total keramik} &= 36,9 \text{ m}^2 + 1,029 \text{ m}^2 \\ &= 37,93 \text{ m}^2\end{aligned}$$

#### d. Pekerjaan Beton Bertulang

1) Beton pondasi telapak ( konstruksi )

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{(0,4 + 0,15)}{2} \times 1,5 \times 1,5 \times 25 \text{ titik} \\ &= 15,468 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2) Beton kolom pondasi ( konstruksi )

$$\text{Dimensi} = 30/40$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,30 \times 0,40 \times \text{tinggi} \\ &= 0,30 \times 0,40 \times 2 \times 22 \text{ titik} = 5,28 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Dimensi} = 15/25$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,15 \times 0,25 \times \text{tinggi} \\ &= 0,15 \times 0,25 \times 2 \times 3 \text{ titik} = 0,225 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3) Beton Sloof ( konstruksi )

$$\text{Dimensi} = 25/40$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,25 \times 0,40 \times \text{panjang pondasi} \\ &= 0,25 \times 0,40 \times 57 = 5,7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4) Beton Sloof ( praktis )

$$\text{Dimensi} = 15/20$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,15 \times 0,20 \times \text{panjang pondasi} \\ &= 0,15 \times 0,20 \times 18 = 0,54 \text{ m}^3\end{aligned}$$

5) Beton Sloof teras ( praktis )

$$\text{Dimensi} = 15/20$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,15 \times 0,20 \times \text{panjang pondasi} \\ &= 0,15 \times 0,20 \times 9 = 0,27 \text{ m}^3\end{aligned}$$

6) Kolom Struktur lantai 1 type 1 ( konstruksi )

$$\text{Penampang} = 0,30 \times 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 19$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 19 \times 0,30 \times 0,40 \times 4 \text{ m} \\ &= 9,12 \text{ m}^3\end{aligned}$$

7) Kolom Struktur lantai 1 type 2 ( konstruksi )

$$\text{Penampang} = 0,15 \times 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 6$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 6 \times 0,15 \times 0,25 \times 4 \text{ m} \\ &= 0,9 \text{ m}^3\end{aligned}$$

8) Kolom lantai 1 ( praktis )

$$\text{Penampang} = 0,15 \times 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 8$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 8 \times 0,15 \times 0,15 \times 4 \text{ m} \\ &= 0,72 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9) Kolom Struktur lantai 2 type 1 ( konstruksi )

$$\text{Penampang} = 0,30 \times 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 14$$

$$\text{Volume} = 14 \times 0,30 \times 0,30 \times 4 \text{ m} = 5,04 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Penampang} &= 0,20 \times 0,25 \text{ m} \\ \text{Jumlah} &= 3 \\ \text{Volume} &= 3 \times 0,20 \times 0,25 \times 3,5 \text{ m} \\ &= 0,53 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

10) Kolom Struktur lantai 2 type 2 ( konstruksi )

$$\begin{aligned} \text{Penampang} &= 0,15 \times 0,25 \text{ m} \\ \text{Jumlah} &= 2 \\ \text{Volume} &= 2 \times 0,15 \times 0,25 \times 4 \text{ m} \\ &= 0,3 \text{ m}^3 \\ \text{Penampang} &= 0,15 \times 0,25 \text{ m} \\ \text{Jumlah} &= 4 \\ \text{Volume} &= 4 \times 0,15 \times 0,25 \times 3,5 \text{ m} = 0,53 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

11) Kolom lantai 2 ( praktis )

$$\begin{aligned} \text{Penampang} &= 0,15 \times 0,15 \text{ m} \\ \text{Jumlah} &= 1 \\ \text{Volume} &= 1 \times 0,15 \times 0,15 \times 4 \text{ m} \\ &= 0,09 \text{ m}^3 \\ \text{Penampang} &= 0,15 \times 0,15 \text{ m} \\ \text{Jumlah} &= 2 \\ \text{Volume} &= 2 \times 0,15 \times 0,15 \times 3,5 \text{ m} \\ &= 0,16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

12) Balok memanjang ( konstruksi )

$$\text{Dimensi} = 0,20 \times 0,30 \times \text{panjang}$$



$$= (0,20 \times 0,30 \times 30,5 \text{ m}) + (0,25 \times 0,65 \times 36 \text{ m})$$

$$= 8,98 \text{ m}^3$$

13) Balok melintang ( konstruksi )

$$\text{Dimensi} = (0,25 \times 0,65 \times \text{panjang}) + (0,20 \times 0,40 \times \text{panjang})$$

$$= (0,25 \times 0,65 \times 57,5 \text{ m}) + (0,20 \times 0,40 \times 8 \text{ m})$$

$$= 9,98 \text{ m}^3$$

14) Tangga ( konstruksi )

Tangga :

$$\text{Dimensi} = 0,20 \times 0,30 \times \text{panjang}$$

$$= 0,20 \times 0,30 \times 10 \text{ m}$$

$$= 0,6 \text{ m}^3$$

Sisi miring :

$$\text{Dimensi} = 0,15 \times 0,20 \times \text{panjang}$$

$$= 0,15 \times 0,20 \times 10 \text{ m}$$

$$= 0,6 \text{ m}^3$$

Pelat :

$$\text{Dimensi} = 0,12 \times 1,5 \times \text{panjang}$$

$$= 0,12 \times 1,5 \times 10 \text{ m}$$

$$= 1,8 \text{ m}^3$$

15) Ring Balk :

$$\text{Dimensi} = 0,12 \times 0,20 \times \text{panjang}$$

$$= 0,12 \times 0,20 \times 10 \text{ m}$$

$$= 0,3 \text{ m}^3$$

16) Pelat Beton ( konstruksi )

a) Pelat lantai :

$$\text{Tebal plat} = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Lantai} = ( p \times l \times t )$$

$$\text{Volume} = 15 \times 8 \times 0,12 = 14,4 \text{ m}^3$$

b) Pelat atap ( konstruksi )

$$\text{Tebal plat} = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Atap} = ( p \times l \times t )$$

$$\text{Volume} = (5,50 \times 1,5 \times 0,10) + (10 \times 1,5 \times 0,10) = 2,33 \text{ m}^3$$

17) Teras ( konstruksi )

a) Balok gantung :

$$\text{Dimensi} = 0,20 \times 0,30 \times \text{panjang}$$

$$= 0,20 \times 0,30 \times 3 \times 3$$

$$= 0,54 \text{ m}^3$$

b) Ring balk :

$$\text{Dimensi} = 0,15 \times 0,20 \times \text{panjang}$$

$$= 0,15 \times 0,20 \times 3 \times 3$$

$$= 0,34 \text{ m}^3$$

c) Pelat :

$$\text{Tebal plat} = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Lantai} = ( p \times l \times t )$$

$$\text{Volume} = 3 \times 3 \times 0,10 = 0,9 \text{ m}^3$$

18) Ring balk ( praktis )

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= 0,20 \times 0,30 \times \text{panjang} \\ &= 0,20 \times 0,30 \times 49 \\ &= 2,94 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= 0,15 \times 0,15 \times \text{panjang} \\ &= 0,20 \times 0,30 \times 15,5 \\ &= 0,28 \text{ m}^3\end{aligned}$$

19) Roster ( praktis )

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= 0,06 \times 0,8 \times \text{panjang} \\ &= (0,20 \times 0,30 \times 11,5) + (0,20 \times 0,30 \times 8) = 0,95 \text{ m}^3\end{aligned}$$

20) Balok latai ( praktis )

$$\begin{aligned}\text{Dimensi} &= 0,11 \times 0,11 \times \text{panjang} \\ &= 0,11 \times 0,11 \times 74,5 = 0,895 \text{ m}^3\end{aligned}$$

**e. Pekerjaan Atap**

1) Nok dan Jurai ( 8/12 )

$$\text{Panjang Nok dan Jurai} = 26 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= ( 0,08 \times 0,12 \times \text{panjang total} ) \\ &= ( 0,08 \times 0,12 \times 26 ) = 0,25 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2) Gording ( 8/12 )

$$\text{Panjang gording} = 104 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= ( 0,08 \times 0,12 \times \text{panjang total} ) \\ &= ( 0,08 \times 0,12 \times 104 ) = 0,998 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3) Balok Tembok ( 8/12 )

Panjang balok tembok = 28 m

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= ( 0,08 \times 0,12 \times \text{panjang total} ) \\ &= ( 0,08 \times 0,12 \times 28 ) \\ &= 0,27 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4) Pasang Usuk / reng

$$\begin{aligned}\text{Luas atap 1} &= \frac{(17 + 14)}{2} \times 2,5 \times 2 \\ &= 77,5 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap 2} &= 14 \times 4 \times 2 \\ &= 112 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap 3} &= \frac{(10,5 + 6,5)}{2} \times 2,5 \times 2 \\ &= 42,5 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Luas total atap} = 232 \text{ m}^2$$

5) Pasang genteng

$$\begin{aligned}\text{Luas genteng} &= \text{luas total atap} \\ &= 232 \text{ m}^2\end{aligned}$$

6) Pasang genteng bubungan

$$\begin{aligned}\text{Panjang genteng} &= \text{panjang 1} + \text{panjang 2} \\ &= 14 + (3 \times 4) = 26 \text{ m}^1\end{aligned}$$

7) Pekerjaan Lisplank Papan ( 3/25 )

$$\text{Panjang Lisplank} = (18 \times 2) + (11 \times 2) + (4,5 \times 2)$$

$$\text{Panjang total lisplank} = 76 \text{ m}^1$$

8) Pasang plafon dengan gantungan

a) Lantai 1

$$\begin{aligned}\text{luas Ruangan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 15 \times 8 = 120 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{luas Kamar mandi} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 1,5 \times 8 = 12 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{luas teras} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 3 \times 3 = 9 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Lantai 2

$$\begin{aligned}\text{luas Ruangan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 10 \times 18,5 = 185 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{luas Tangga} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 15,5 \times 1,5 = 23,25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9) Pasang list plafon

$$\text{Panjang List} = 107 + 194$$

$$\text{Panjang total list} = 301 \text{ m}^1$$

10) Pasang talang datar

$$\text{Panjang talang} = 8 + 5 + 3$$

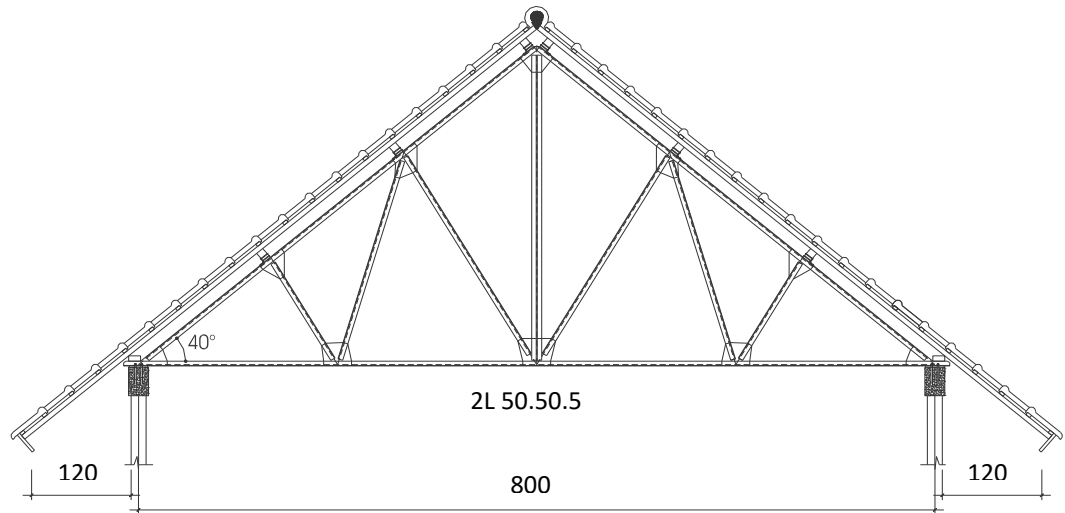
$$\text{Panjang total} = 16 \text{ m}^1$$

11) Pasang talang tegak

$$\text{Panjang talang} = 9 + 9 + 8$$

$$\text{Panjang total} = 26 \text{ m}^1$$

## f. Pekerjaan Besi



**Gambar 5.19 Kuda – kuda baja**

### 1) Kerangka Kuda – Kuda Baja 2L 50.50.5

Bentang kuda – kuda = 8 m

Panjang satu kuda – kuda = 33,30 m

Jumlah kuda – kuda = 6 buah

Panjang total kuda – kuda = 33,30 m x 6 buah

= 200 m

### 2) Panjang ½ kuda – kuda = 4 m

Jumlah kuda – kuda = 2 buah

Panjang total ½ kuda – kuda = 4 m x 2 buah = 8 m

Jadi panjang total kuda – kuda = 200 m + 8 m = 208 m

Berat 2L 50.50.5 = 7,54 Kg/m<sup>1</sup>

$$\begin{aligned}
\text{Jadi berat total kuda – kuda} &= \text{panjang} \times \text{berat} \\
&= 208 \text{ m} \times 7,54 \text{ kg/m}^1 \\
&= 1569 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

### 3) Pasang Pelat Simpul

$$\text{a) Satu kuda – kuda} = 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah kuda – kuda} = 6 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah total kuda – kuda} = 10 \text{ buah} \times 6 \text{ buah}$$

$$= 60 \text{ buah}$$

$$\text{b) Setengah kuda – kuda} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah kuda – kuda} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah total kuda – kuda} = 4 \text{ buah} \times 2 \text{ buah}$$

$$= 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jadi luas total pelat simpul} = 60 + 8 = 68 \text{ buah}$$

### 4) Pasang Tatakan Gording

$$\text{Panjang tatakan } 10 \text{ cm} ; \text{ satu kuda – kuda} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang tatakan per kuda –kuda} = 8 \times 0,1 = 0,8 \text{ m}^1$$

$$\text{Berat tatakan per kuda –kuda} = 0,8 \times 7,54 \text{ Kg/m}^1 = 6,04 \text{ Kg}$$

$$\text{Jadi berat total kuda –kuda} = 6,04 \times 6 = 36,24 \text{ Kg}$$

### 5) Pasang perletakan kuda - kuda = 12 buah

### 6) Pasang Ikatan Angin / trekstang Ø 12 mm ; panjang = 4 m

$$\text{Berat besi } \varnothing 12 \text{ mm} = 0,89 \text{ Kg/m}^1$$

$$\text{Berat total ikatan angin} = 4 \text{ m} \times 10 \text{ buah} \times 0,89 \text{ Kg/m}^1$$

$$= 35,6 \text{ Kg}$$

7) Pasang angkur Ø 16 mm ; panjang = 0,25 m

$$\text{Berat besi } \varnothing 16 \text{ mm} = 1,58 \text{ Kg/m}^1$$

$$\text{Panjang angkur satu kuda – kuda} = 0,25 \times 8 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang angkur total} = 2 \times 6 \text{ buah} = 12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total angkur} &= 12 \text{ m} \times 1,58 \text{ Kg/m}^1 \\ &= 18,96 \text{ Kg} \end{aligned}$$

8) Mengelas

$$\begin{aligned} \text{Panjang keliling total per kuda – kuda} &= (2 \times 30) + (4 \times 0,1) + (0,8 \times 4 \times 6) \\ &= 61,2 \text{ m}^1 = 6112 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi panjang las total} &= 25 \% \times \text{panjang las} \\ &= 0,25 \times 6112 \text{ cm} = 1528 \text{ cm} \end{aligned}$$

### **g. Pekerjaan Kusen Aluminium**

1) Pasang Kerangka Kusen Aluminium

a) Type PJ1

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{jumlah PJ1} \\ &= (2,44 \times 2) + (2,13 \times 2) + 1,20 \times 1 \text{ buah} \\ &= 10,34 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Type PJ2

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{jumlah PJ2} \\ &= (2,66 \times 2) + 4,15 \times 1 \text{ buah} = 9,47 \text{ m} \end{aligned}$$



c) Type P1

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah P1}$$

$$= (2,44 \times 2) + 0,90 \times 3 \text{ buah} = 17,34 \text{ m}$$

d) Type P2

$$\text{Jumlah} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah P2}$$

$$= (2,44 \times 2) + 1,70 \times 2 \text{ buah}$$

$$= 13,16 \text{ m}$$

e) Type P3

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah P3}$$

$$= (2,44 \times 2) + 0,80 \times 3 \text{ buah}$$

$$= 17,04 \text{ m}$$

f) Type J1

$$\text{Jumlah} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah J1}$$

$$= (2,13 \times 2) + (1,90 \times 2) \times 4 \text{ buah} = 32,24 \text{ m}$$

g) Type J2

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah J2}$$

$$= (1,72 \times 3) + (1,32 \times 2) + (0,65 \times 2) \times 3 \text{ buah}$$

$$= 27,12 \text{ m}$$

h. Type J3

$$\text{Jumlah} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah J3}$$

$$= (1,72 \times 4) + (1,90 \times 2) + (0,65 \times 2) \times 8 \text{ buah}$$

$$= 95,84 \text{ m}$$

i) Type J4

$$\text{Jumlah} = 10 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah J4}$$

$$= (2,25 \times 2) + (0,44 \times 2) \times 10 \text{ buah}$$

$$= 53,8 \text{ m}$$

j) Type BV1

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah BV1}$$

$$= (0,84 \times 2) + (0,65 \times 2) \times 3 \text{ buah}$$

$$= 8,94 \text{ m}$$

k) Type BV2

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{jumlah BV2}$$

$$= (1,35 \times 2) + (0,60 \times 3) \times 3 \text{ buah}$$

$$= 13,50 \text{ m}$$

## 2) Pasang Daun Jendela Aluminium

### a) Type J2

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J2} \\ &= 0,55 \times 0,65 \times 3 \times 3 \text{ buah} \\ &= 3,22 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### b) Type J3

$$\text{Jumlah} = 8 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J3} \\ &= 0,55 \times 0,65 \times 3 \times 8 \text{ buah} \\ &= 8,58 \text{ m}^2\end{aligned}$$

## 3) Pasang Daun Pintu Aluminium

### a) Type P1

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah P1} \\ &= 2,44 \times 0,80 \times 3 \text{ buah} \\ &= 5,86 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### b) Type P2

$$\text{Jumlah} = 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah P2} \\ &= 2,44 \times 1,60 \times 2 \text{ buah} \\ &= 7,81 \text{ m}^2\end{aligned}$$

c) Type P3

Jumlah = 3 buah

Panjang = panjang x lebar x jumlah P3  
=  $2,44 \times 0,7 \times 3 \text{ buah} = 5,12 \text{ m}^2$

d) Type PJ1

Jumlah = 1 buah

Panjang = panjang x lebar x jumlah PJ1  
=  $2,44 \times 0,80 \times 1 \text{ buah}$   
=  $1,95 \text{ m}^2$

4) Pasang Pintu Kaca

a) Type PJ2

Jumlah = 1 buah

Panjang = panjang x lebar x jumlah PJ2  
=  $2,50 \times 2,00 \times 1 \text{ buah}$   
=  $5 \text{ m}^2$

5) Pasang Kaca Mati

a) Type PJ1

Jumlah = 1 buah

Panjang = panjang x lebar x jumlah PJ1  
=  $(2,13 \times 1,20) \times 1 \text{ buah}$   
=  $2,56 \text{ m}^2$

b) Type PJ2

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{jumlah PJ2} \\ &= ( 2,40 \times 0,80 ) \times 2 \times 1 \text{ buah} \\ &= 3,84 \text{ m}^2\end{aligned}$$

c) Type J1

$$\text{Jumlah} = 4 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J1} \\ &= ( 2,13 \times 1,90 ) \times 4 \text{ buah} \\ &= 16,19 \text{ m}^2\end{aligned}$$

d) Type J2

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J2} \\ &= ( 1,75 \times 0,55 ) \times 3 \text{ buah} \\ &= 2,89 \text{ m}^2\end{aligned}$$

e) Type J3

$$\text{Jumlah} = 8 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J3} \\ &= ( 1,75 \times 0,55 \times 2 ) \times 8 \text{ buah} \\ &= 15,4 \text{ m}^2\end{aligned}$$

f) Type J4

$$\text{Jumlah} = 10 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah J4}$$

$$= ( 2,10 \times 0,30 ) \times 10 \text{ buah}$$

$$= 6,3 \text{ m}^2$$

g) Type BV1

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah BV1}$$

$$= ( 0,70 \times 0,50 ) \times 3 \text{ buah}$$

$$= 1,05 \text{ m}^2$$

h) Type BV2

$$\text{Jumlah} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah BV2}$$

$$= ( 0,60 \times 0,60 \times 2 ) \times 3 \text{ buah}$$

$$= 2,16 \text{ m}^2$$

6) Pasang Pagar Stainless

$$\text{Luas pagar} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 3 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$$

7) Pasang Batu Candi

$$\text{Luas batu candi} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= (2,5 \times 7) + (1,5 \times 7) + (1 \times 2,2 \times 2) + (0,4 \times 2,2 \times 4)$$

$$= 17,5 + 10,5 + 4,4 + 3,52$$

$$= 35,92 \text{ m}^2$$

## **h. Pekerjaan Cat**

### 1) Cat tembok

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{luas total dinding} \times 2 \text{ sisi} \\ &= 530,27 \times 2 \\ &= 1060,54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### 2) Cat kayu

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= \text{panjang kayu lisplank} \times 2 \text{ sisi} \\ &= (148 \times 0,25 \times 2 \text{ sisi}) + (0,06 \times 301) \\ &= 92,06 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### 3) Cat Plafon

$$\begin{aligned}\text{Luas plafon} &= \text{luas total plafon} \\ &= 349,52 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### 4) Memeni besi

$$\begin{aligned}\text{Panjang total kuda – kuda} &= 200 \text{ m} + 8 \text{ m} = 208 \text{ m} \times 2 \\ &= 416 \text{ m}^2\end{aligned}$$

## **i. Pekerjaan Instalasi Listrik Dan Air**

### 1) Instalasi Listrik

#### a) Pasangan Instalasi Dalam

$$\text{Lampu Pijar} = 6 \text{ titik}$$

$$\text{Lampu TL} = 26 \text{ titik}$$

#### b) Pemasangan Lampu Pijar

$$\text{Volume} = \text{Jumlah lampu pijar} = 6 \text{ buah}$$

c) Lampu TL 40 watt

Volume = Jumlah lampu TL = 26 buah

d) Pasangan Sekering Group

Volume = 1 buah

e) Stop Kontak

Volume = Jumlah stopkontak = 28 buah

f) Sakelar

Volume = Jumlah saklar = 28 buah

g) Penyambungan listrik, pemasangan MCB = 1 Unit

## 2) Sanitasi dan Instalasi Air

a) Septick tank dan peresapan

Volume = Jumlah = 1 unit

b) Kloset Duduk lengkap

Volume = Jumlah kloset = 3 buah

c) Pemasangan Instalasi Air Bersih

$\varnothing = 3/4'$

Panjang = 16 m<sup>1</sup>

d) Pemasangan Instalasi Air Kotor

$\varnothing = 2'$

panjang = 32 m<sup>1</sup>

e) Kran Air

Volume = 6 buah



f) Floor Drain

Volume = 3 buah

g) Pengeboran dan Pasang pompa air

Volume = 1 unit

h) Pasang wastafel

Volume = 3 buah

i) Pasang cermin

Volume = 3 Unit

j) Pasang letter dan logo PKK

Volume = 1 unit

## **8. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya ( RAB )**

Tabel 5.11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

**DI EXCEL**

## **9. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya ( RAB )**

Tabel 5.12 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

**DI EXCEL**

DI EXCEL

## 10. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

### a. Papan Bowplank

Semua *bowplank* menggunakan kayu Klas Kuat II atau terentang, diserut rata dan terpasang *waterpas peil*  $\pm 0,00$  m, diperkuat dengan patok kayu setiap jarak 2 meter.

### b. Galian Tanah

Galian tanah untuk kedudukan pondasi harus mencapai tanah keras, kedudukannya minimal sesuai dengan tergambar.

### c. Pekerjaan Urugan

1) Urugan tanah untuk pekerjaan dari tanah kualitas baik dilaksanakan dengan cara berlapis-lapis tiap 20 cm diiri secukupnya dan ditumbuk hingga padat.

2) Urugan sirtu dibawah pondasi dari bahan sirtu kualitas baik diiri dan ditumbuk hingga padat.

3) Urugan pasir dibawah pondasi dari bahan pasir urug kualitas baik diiri dan ditumbuk hingga padat.

### d. Pasang Batu Kosong

Pasang batu kosong tebal 20 cm dari batu pecah 15/20 cm, dipasang tegak berdiri dikancing batu kecil-kecil kemudian celah-celahnya diisi pasir penuh diiri secukupnya.

e. Pasang Batu Kali

Pasang batu untuk pekerjaan pondasi dari batu pecah 15/20 dengan spesi 1PC : 5 Ps diaduk dengan rata menggunakan air bersih, tawar dan bebas dari bahan kimia atau organik.

f. Pasang Batu Merah

Pasang dinding batu merah  $\frac{1}{2}$  bata menggunakan bahan batu merah bermutu baik dengan spesi 1 PC : 5 Ps diaduk dengan rata menggunakan air bersih tawar dan tidak mengandung bahan organik. Cara pemasangannya terkontrol waterpas baik arah horisontal maupun vertikal dan setiap 8 baris bata diangker dengan kolom utama dengan tinggi maksimum pasangan 1 meter/hari kemudian dipelihara terus-menerus dibasahi selama 14 hari.

g. Pasang Trasram

Pasang trasram untuk semua pasangan bata setinggi 30 cm diatas sloof dan setinggi 150 cm yang berhubungan dengan air terdiri dari bahan bata merah kualitas baik dengan spesi 1 PC : 3 Ps diaduk dengan rata menggunakan air bersih, tawar dan tidak mengandung bahan organik lainnya. Cara pemasangannya terkontrol waterpas baik arah horisontal maupun vertikal harus lurus tidak berombak maupun retak kemudian dipelihara terus-menerus dibasahi selama 14 hari.

#### h. Plesteran Tembok

##### 1) Plester Tembok (1 PC: 5 Ps)

Plester tembok dari bahan adukan spesi 1 PC : 5 Ps diaduk dengan rata menggunakan air bersih tawar tidak mengandung bahan organik pelaksanaannya terkontrol arah vertikal hingga rata tak berombak dan retak-retak.

##### 2) Plester Trasram (1 PC : 3 Ps)

Plester tembok dari bahan adukan spesi 1 PC : 3 Ps diaduk dengan rata menggunakan air bersih tawar tidak mengandung bahan organik pelaksanaannya terkontrol arah vertikal hingga rata tak berombak dan retak-retak.

#### i. Beton Bertulang

##### 1) Pekerjaan beton bertulang untuk sloof, balok dan kolom praktis dengan

campuran 1 PC : 2 Ps : 3 Kr dari bahan kualitas baik diaduk dengan molen digetar dengan vibrator menggunakan air bersih tawar tidak mengandung bahan organik dan slump memenuhi (kental). Kemudian cara pengerjaannya atau pengecorannya telah terkontrol dengan bekesting harus kuat, tidak kotor pemasangan besi tulangan pada posisi sebagaimana ketentuan serta tidak kropos yang memenuhi mutu K 250

##### 2) Pekerjaan beton bertulang untuk konstruksi plat, balok, kolom, dinding

pondasi dengan campuran 1 PC : 2 Ps : 3 Kr dari bahan kualitas baik diaduk dengan molen digetar dengan *vibrator* menggunakan air bersih tawar tidak mengandung bahan organik dan *slump* memenuhi (kental).

Kemudian cara pengerjaannya atau pengecorannya telah terkontrol dengan bekesting harus kuat, tidak kotor pemasangannya besi tulangan pada posisi sebagaimana ketentuan serta tidak kropos yang memenuhi mutu K 250 dengan di test di Laboratorium.

j. Pekerjaan Lantai

Pekerjaan lantai keramik atau porselin untuk ruangan menggunakan bahan keramik 30 x 30 cm kualitas baik dipasang diatas rabat atau patlah. Cara pemasangannya terkontrol lurus atau *waterpas* dicor air semen hingga rata atau padat

k. Pasang *Paving Stone*

Pekerjaan *paving stone* untuk halaman atau jalan menggunakan *paving stone* pres kualitas baik, bentuk dan motif sebagaimana gambar dipasang diatas urugan pasir padat dengan posisi sebagaimana ketentuan jarak *neut* maksimal 2 mm, diisi dengan pasir, kemedian pada sisi kanan dan kiri diikat dengan pasangan batu bata (*kaustin*) hingga lurus atau *waterpas* tidak pecah dan mampu menahan beban.

l. Kerangka Atap

1) Kerangka kap kayu.

Pekerjaan kerangka kap kayu terdiri gording, nok dengan ukuran sesuai gambar dari kayu tua, kering, lurus tidak cacat dan cara pemasangannya diserut lurus, sedikit penghalusan serta menurut petunjuk direksi.



## 2) Kerangka kap baja.

Pekerjaan kerangka kap baja terdiri dari kuda-kuda dan gording dengan ukuran sesuai gambar dari baja baru kualitas baik. Untuk memperkuat kedudukan kuda-kuda satu sama lainnya harus dipasang ikatan angin dilengkapi dengan *panskrup*, sedang untuk memperkuat kedudukan gording dipasang *trekstang*. Kemudian rangkaian kuda-kuda baja dilas kualitas baik sedangkan hubungan gording, ikatan angin dan kolom dengan baut sebagaimana ketentuan dan petunjuk teknis.

### m. Pasang Usuk

Usuk ukuran 5/7 cm dipasang setiap jarak  $\pm 50$  cm dan 4/6 cm jarak  $\pm 40$  cm dari bahan kayu tua, lurus, kering dan tidak cacat kwalitas baik harus waterpas, menurut kemiringan atap.

### n. Pasang Reng

Reng ukuran 2/3 cm dipasang setiap jarak sesuai ukuran genteng dari bahan kayu tua, kering, lurus tidak cacat kualitas baik panjang minimal 2m.

### o. Penutup Atap

Pasang penutup atap dari genteng padat, kedap air (tidak rembes) kualitas baik dengan jenis, ukuran serta pabrik yang sama dipasang rata tidak bergelombang dan terlebih dulu mengajukan contoh kepada direksi.

### p. Pasang Kerangka Plafon

Pasang kerangka plafon menggunakan kayu lurus, tidak cacat kualitas baik, untuk balok induk ukuran 6/10 cm setiap jarak 3 m dan balok anak

ukuran 5/7 cm. Cara pemasangannya terlebih dahulu diserut dipasang rata waterpas secara keseluruhan, selanjutnya menurut petunjuk direksi.

q. Langit-Langit Pyan

Pasang pyan eternit untuk seluruh ruangan dari eternit berukuran 1 x 1 m tebal 4 mm berkualitas baik, padat, keras, rata, jenis dan ukuran sama. Dipasang rata, siku, lurus dengan jarak nat 5 mm, kemudian dipasang lis pada pertemuan dengan dinding dan lisplank.

r. Kusen Aluminium

Pasang kusen pintu dan jendela dari Aluminium lebar 4 “ bahan aluminium berkualitas baik dengan ukuran sebagaimana tergambar, kemudian yang berhubungan dengan pasangan diberi angker  $\varnothing$  10 mm

s. Daun Pintu Dan Jendela Aluminium

Rangka dan isi daun pintu dan jendela dari aluminium lebar 4” berkualitas baik dipasang kokoh rata, mudah dibuka dan ditutup.

t. Pekerjaan Pengunci Dan Penggantung

- 1) Semua kunci menggunakan kunci kualitas baik, dua putaran menurut petunjuk direksi.
- 2) Untuk pintu harus dipasang grendel panjang 3” pada bagian tepi sedang daun jendela dipasang 1 buah grendel kecil.
- 3) Semua pintu dan jendela dipasang engsel kualitas baik
- 4) Hak angin panjang 30 cm dipasang 2 buah tiap daun jendela

u. Pekerjaan Kaca

Pekerjaan kaca untuk daun jendela dan lainnya menggunakan bahan bahan kualitas baik rata tidak bergelombang dengan tebal 5 mm cara pemasangannya di list, didempul dan difinish rapi selanjutnya menurut petunjuk direksi.

v. Lisplank Dan Pasang Ampik-Ampik

- 1) Lisplank, papan angin, kompres dari kayu tua, kering, lurus, tidak cacat ukuran sebagaimana dalam gambar dan kualitas baik.
- 2) Ampik – ampik dari *GRC board* tebal 6 mm bahan sebagaimana dalam gambar dan berkualitas baik

w. Semua saluran air kotor dari pipa PVC Ø 3“ dan Ø 4” kualitas baik.

x. Septictank

Septictank ukuran 1 x 2 m, dalam 1,50 m dari pasangan batu merah tebal 1 batu dengan spesi 1 PC : 2 Ps, dinding bagian dalam diplester dengan spesi 1 PC : 2 Pasir, tutup *septictank* dari plat beton bertulang tebal 8 cm dengan spesi 1 PC : 2 Pasir : 3 Kerikil dilengkapi pipa udara dari besi Ø 1 ½ “

y. Cat

- 1) Semua sambungan kayu yang kelihatan dan semua kayu yang berhubungan dengan tembok, harus dimeni terlebih dahulu.
- 2) Semua kayu yang akan dicat, harus dimeni dan diplamir serta diampelas hingga rata.
- 3) Semua kerangka plafon menggunakan bahan dari kayu tahun.
- 4) Pengecatan tembok atau p्यान paling sedikit 3 kali hingga rata.

5) Pengecatan tembok sebelum dicat diplamir dan diampas hingga rata.

z. Closed

*Closed* dari kualitas baik, bak mandi dari pasangan batu merah spesi 1 PC : 2 Pasir dilapis porselin. Saluran buangan, langsung ke pipa buangan ( pipa PVC Dia. 3” )

aa. Pengadaan Air Bersih

Pengadaan air bersih dan instalasi air menggunakan bahan pipa PVC AW kualitas baik.

bb. Peresapan

Peresapan dari pasangan batu merah kosongan tebal 1 batu diameter 1 m, dalam 2.00 m dari muka tanah, pada akhir pasangan dipasang rollag spesi 1 PC : 2 Pasir ditutup plat beton bertulang tebal 8 cm dengan spesi 1 PC : 2 Ps : 3 Kr

cc. Pekerjaan Instalasi Listrik

Pekerjaan ini meliputi pekerjaan penyambungan , panel induk atau panel pembagi, pemasangan titik lampu, pemasangan stop kontak, pemasangan lampu TL, pemasangan lampu pijar, dan kabel-kabel.

1) Untuk kelancaran pekerjaan ini harus diadakan koordinasi dengan seluruh bagian pekerjaan yang saling terlibat.

2) Untuk keperluan ini pemborong dapat menugaskan Pihak ketiga ( *Instalatur* ) yang mempunyai sertifikat dari PLN setempat dengan mendapatkan persetujuan terlebih dahulu dari Direksi secara tertulis.

Pemborong bertanggungjawab atas pekerjaan instalasi yang dikerjakan Pihak Ketiga.

- 3) Pelaksanaan pekerjaan instalasi yang belum dijelaskan di atas menurut petunjuk-petunjuk dari Direksi
- 4) Pemakaian bahan-bahan harus barang baru yang tidak cacat, berkualitas baik dan memenuhi syarat keamanan kerja.
- 5) Untuk pembagian *group* (panel pembagi) supaya diatur sedemikian rupa sehingga apabila salah satu *group* tersebut putus, penerangan dan stop kontak pada ruangan itu tidak padam seluruhnya.
- 6) Seluruh penerangan harus dilengkapi dengan bola lampu merk *Philips* lengkap sesuai dengan yang dibutuhkan dipasang sampai menyala, bila dalam lokasi tersebut belum ada aliran listrik Pemborong tetap memasang seluruh instalasi dengan syarat, dicoba dengan *generator* hingga semua lampu menyala atau menyerahkan jaminan instalasi yang ada disahkan oleh PLN.

dd. Direksi Keet

- 1) Pemborong harus membuat *direksi keet* minimum ukuran 3 x 4 m.
- 2) *Direksi keet* harus dilengkapi :
  - a) Meja, kursi, almari
  - b) Buku harian, buku perintah direksi
  - c) Buku revisi (perubahan pekerjaan)
  - d) Time schedule pelaksanaan pekerjaan

- e) Papan tulis (*harboard*) tempat pemasangan gambar pelaksanaan pekerjaan misalnya gambar revisi Dinas kemajuan fisik pekerjaan
  - f) Peralatan teknik, alat tulis, meteran dan lain-lain
  - g) PPPK kotak berisi obat-obatan yang diperlukan.
- ee. Di luar ketentuan-ketentuan sebagaimana gambar dan bestek, untuk bagian-bagian yang memerlukan perhitungan dan gambar detail pelaksanaan, pihak Pemborong atau Pelaksana diwajibkan mengajukan gambar-gambar detail untuk mendapatkan pengesahan dari Pihak Direksi.
- ff. Pekerjaan lain-lain
- 1) Pasir urug harus bersih terhindar dari kotoran dan lumpur
  - 2) Pasir pasang harus bersih, tajam, terhindar dari lumpur dan kotoran bahan organik kualitas baik, pasir dari sungai Brantas.
  - 3) Pasir beton harus bersih tajam bebas dari lumpur dan kotoran organik kwalitas baik dari kali Brantas yang memenuhi persyaratan laboratorium dan persetujuan direksi.
  - 4) Sirtu dari bahan kwalitas baik yang mengandung batu 2,5 – 5 cm minimal 60%.
  - 5) Batu kalidari batu pecah max 15/20 cm kwalitas baik
  - 6) Batu beton dari batu kali pecahan maksimal 2/3 cm keras, kwalitas baik mempunyai gradasi sesuai ketentuan laboratorium dan persetujuan direksi.
  - 7) Kapur harus mati atau kawur, kwalitas baik sekwalitas Tulungagung, cara pemakaiannya diayak lebih dahulu.

- 8) Batu merah bermutu baik keras, tidak cacat dan retak memenuhi persyaratan.
- 9) *Paving stone* dari bahan pres mesin, kuat kualitas baik memenuhi persyaratan tebal dan bentuknya atas persetujuan direksi.
- 10) Semen merah dari batu merah kualitas baik, halus, bersih terhindar dari tanah dan kotoran.
- 11) Semen Portland (PC) dari PC kualitas SNI.
- 12) Besi beton menggunakan besi kualitas baik, baru dan tidak cacat yang memenuhi kekuatan minimal U24
- 13) Kayu tahun harus tua, kering, lurus, tidak cacat memenuhi kekuatan (kelas II) berkualitas baik ex Kalimantan.
- 14) Kayu jati harus tua, kering, tidak cacat memenuhi kekuatan (Kelas Kuat I).
- 15) Cat Kayu menggunakan bahan kualitas baik sekualitas *Emco*.
- 16) Cat tembok menggunakan bahan kualitas baik sekualitas *Decolith* atau *Paragon*.
- 17) Eternit harus sama seragam, siku dengan ukuran 1 x 1 m tebal 4 mm keras, rata, tidak boleh pecah sekualitas kerang atau *meco*.
- 18) Selanjutnya menurut petunjuk Direksi.

## B. Pembahasan

### 1. Umum

Dalam perencanaan pembangunan gedung PKK kabupaten Nganjuk ini menggunakan struktur beton bertulang. Spesifikasi bahan yang dipakai pada perencanaan ini, untuk beton dipakai  $f'c = 25$  Mpa dan 22,5 Mpa, untuk baja tulangan dipakai mutu baja tuangan  $f_y = 240$  Mpa baja tulangan polos.

Pada perencanaan ini digunakan program SAP 2000 untuk mencari momen, gaya geser, dan gaya aksial yang terjadi pada struktur. Hasil – hasil tersebut difaktorkan yang digunakan sebagai perhitungan perencanaan.

### 2. Analisis Struktur Rangka Atap

Dalam perencanaan pembangunan gedung PKK kabupaten Nganjuk ini menggunakan struktur rangka atap baja siku dengan bentang kuda – kuda 8 meter dimensi 2L 50.50.5 (dalam mm). Dalam analisis perhitungan dengan dimensi kuda – kuda baja tersebut aman terhadap beban – beban yaitu beban mati, beban hidup, dan beban angin.

### 3. Analisis Struktur Pelat Lantai

Pada perencanaan pelat gedung PKK kabupaten Nganjuk ini elemen struktur yang memakai pelat lantai tebal 120 mm dalam perencanaan yaitu

pelat 2 arah karena  $\frac{L_y}{L_x} < 2$ . Penulangan pelat ini tercantum pada **tabel 5.8**.



Tabel 5.8 Penulangan Pelat Lantai

Elemen	Ukuran Pelat (mm)	Tebal Pelat (mm)	Tulangan				Tulangan Susut
			Mlx	Mly	Mtx	Mty	
Pelat T1	300 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T2	250 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T3	150 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200
Pelat T4	150 x 300	120	P10-200	P10-200	P10-200	P10-200	P8-200

#### 4. Analisis Struktur Balok

Pada perencanaan balok gedung PKK kabupaten Nganjuk ini direncanakan menggunakan tulangan rangkap, agar memenuhi persyaratan SK – SNI bahwa untuk struktur tahan gempa harus direncanakan tulangan desak  $\geq 0,5$  tulangan tarik.

Perencanaan dimensi portal berdasarkan momen dan gaya geser terbesar pada balok. Dimana momen terbesar pada lantai dan atap sehingga diperoleh dimensi yang seragam pada sepanjang bentang. Berdasarkan analisis yang diperoleh dimensi yang aman terhadap momen dan geser.

Untuk mempermudah pekerjaan di lapangan menggunakan tulangan P16 dengan  $f_y = 240$  Mpa dan P12 dengan  $f_y = 240$  Mpa dan untuk tulangan geser menggunakan tulangan P10 dengan  $f_y = 240$  Mpa. Penyamanan tulangan dan dimensi, untuk mempermudah pengerjaan di lapangan.

## 5. Analisis Struktur Kolom

Kolom – kolom pada gedung PKK kabupaten Nganjuk ini direncanakan ketinggian 4 meter. Dimensi kolom disesuaikan dengan tinggi untuk mendapatkan angka kelangsingan yang aman, serta berdasarkan keamanan terhadap geser. Dimensi kolom direncanakan untuk mendapatkan kekakuan yang baik. Pada perencanaan ini digunakan dimensi kolom yaitu 300 mm x 400 mm.

Perhitungan tulangan kolom menggunakan *SK-SNI* dengan menggunakan tulangan pokok P16 dengan  $f_y = 240$  Mpa dan P12 dengan  $f_y = 240$  Mpa dan untuk tulangan geser menggunakan tulangan P10 dengan  $f_y = 240$  Mpa. Penggunaan tulangan pada sengkang kolom jarak antar tulangan diharapkan tidak terlalu rapat.

## 6. Analisis Struktur Pondasi

Pondasi merupakan struktur yang menghubungkan antara tanah dengan struktur atasnya, dalam perencanaan ini menggunakan pondasi telapak miring (*foot plate*) sesuai dengan tegangan tanahnya maka ini termasuk pondasi dangkal. Tulangan pokok arah x dan y menggunakan tulangan P16-200 dan tulangan susut P16-200.

## **7. Analisis Perhitungan Volume Pekerjaan**

Analisis perhitungan volume pekerjaan untuk mengetahui besarnya volume pekerjaan pada pembangunan gedung PKK sehingga pekerjaan tersebut terperinci volume – volume yang ada, kemudian diterapkan dalam harga satuan bahan dan upah pekerja untuk memperoleh rencana anggaran biaya total pada pembangunan gedung. Dari hasil rekapitulasi rencana anggaran biaya yang didapat sebesar Rp. 806.599.000,00 terbilang (delapan ratus enam juta lima ratus sembilan puluh sembilan ribu rupiah).

## **VI. PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

1. Untuk analisis struktur rangka atap menggunakan rangka baja siku. Dalam analisis perhitungan tersebut kuda – kuda rangka baja aman terhadap beban – beban yang bekerja yaitu beban mati, beban hidup, beban angin kiri maupun angin kanan.
2. Untuk analisis struktur pelat lantai dengan metode pelat dua arah mampu menerima berat sendiri pelat dan beban kejut yang terjadi pada pelat lantai.
3. Analisis perencanaan dimensi balok berdasarkan momen dan gaya geser terbesar pada balok. Dimana momen terbesar pada lantai dan atap sehingga diperoleh dimensi yang seragam pada sepanjang bentang. Berdasarkan analisis yang diperoleh dimensi yang aman terhadap momen dan geser.
4. Analisis perencanaan dimensi kolom disesuaikan dengan tinggi untuk mendapatkan angka kelangsingan yang aman, serta berdasarkan keamanan terhadap geser. Dimensi kolom direncanakan untuk mendapatkan kekakuan yang baik.
5. Untuk analisis perencanaan pondasi telapak sesuai dengan tegangan tanahnya, pondasi tersebut aman terhadap gaya geser, gaya aksial, dan momen – momen yang terjadi.

## **B. Saran**

1. Dalam analisis struktur balok pada daerah yang menerima beban – beban yang terbesar dan beban – beban tak terduga penampang balok perlu diperbesar agar struktur balok tersebut tidak mengalami lendutan yang besar akibat momen – momen yang terjadi pada balok.
2. Dalam analisis struktur kolom perlu diperhatikan ketinggian kolom tersebut agar dapat memperoleh angka kelangsingan yang aman, struktur kolom harus mempunyai kekakuan dan kekuatan untuk menerima beban – beban yang terjadi.
3. Dalam analisis struktur pondasi yang perlu diperhatikan gaya gesar dan momen – momen yang terjadi pada pondasi, dalam analisis tebal pondasi untuk diperbesar.

## DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (NI-2)*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Kumpulan Analisa Biaya Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*, Jakarta.

PT. Gunung Garuda Engineering Service Center ,1999 , *Products Catalogue Steel Is Our Business*, Bekasi.