

## Perancangan Struktur Apartement 20 Lantai Bandar Lampung

Fauzil Alim<sup>1)</sup>

Bayzoni<sup>2)</sup>

Hasti Riakara Husni<sup>3)</sup>

### Abstract

*Bandar Lampung is one of the cities in Indonesia, which is being developed at this time. These developments will affect population and workforce. The flurry will make the work of the public do not have much free time to prepare for daily needs. Condition, situation, and the state of society at this causes them to prefer a place that provides various kinds of necessities of life (one stop service).*

*This apartment structure design project at the Teluk Betung which consists of 20 floors has 620 rooms with various types and consists of Type A (230 m<sup>2</sup>), Type B (152 m<sup>2</sup>), Type C (135 m<sup>2</sup>), Type D (120 m<sup>2</sup>), Type E (98 m<sup>2</sup>), Type F (73 m<sup>2</sup>) and Type G (54 m<sup>2</sup>). The apartment is also equipped with various facilities such as a cafeteria, mini market, restaurant, fitness room, a mosque and a multipurpose hall.*

*To analyze the structure, ETABS Non Linear version 9.7.4 software are used to get internal forces and will be used in manually design of reinforce concrete refer to Concrete SNI code 03-2847-2002 and Earthquake code SNI 03-1726-2002. To compare the result Sp Coloum v. 4.81. and RC. Beam Design V.1.0. are used. The calculation obtained 80 x 80 cm coloum with 24 D 25 reinforcement, 35 x 60 cm primary beam and 15 x 30 cm secondary beam. The pile pondation are used for pondation with 9 pile pondation, 60 cm diameter and 18 m depth.*

*Key words: Structure, ETABS, Pile Pondation*

### Abstrak

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu kota di Indonesia yang sedang berkembang saat ini. Perkembangan tersebut akan mempengaruhi bidang kependudukan dan dunia kerja. Kesibukan pekerjaan membuat masyarakat tidak memiliki banyak waktu luang untuk mempersiapkan kebutuhan sehari-hari. Kondisi, situasi, dan keadaan masyarakat yang seperti ini menyebabkan mereka lebih memilih suatu tempat yang menyediakan berbagai jenis kebutuhan hidup (one stop service).

Proyek perancangan struktur apartement ini berada di Teluk Betung yang terdiri dari 20 lantai memiliki 620 kamar dengan berbagai macam tipe yaitu terdiri dari Tipe A (230 m<sup>2</sup>), Tipe B (152 m<sup>2</sup>), Tipe C (135 m<sup>2</sup>), Tipe D (120 m<sup>2</sup>), Tipe E (98 m<sup>2</sup>), Tipe F (73 m<sup>2</sup>) dan Tipe G (54 m<sup>2</sup>). Apartement ini juga dilengkapi dengan berbagai macam fasilitas seperti cafetaria, mini market, restoran, ruang fitness, masjid dan gedung serbaguna.

Dalam menganalisis strukur digunakan bantuan software ETABS Non Linear Version 9.7.4 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan secara manual berdasarkan SNI 03-2847-2002 BETON dan SNI-03-1726-2002 GEMPA. Untuk membandingkan hasil perhitungan yang didapat maka digunakan bantuan Software Spcolumn v.4.81 dan RC Beam design v.1.0. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan kolom dengan ukuran dimensi 80 cm x 80 cm dengan tulangan 24 D 25, Balok Induk dengan ukuran 30 cm x 60 cm dan balok anak dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Sedangkan untuk pondasi digunakan pile pondation dengan 9 pile pondation untuk masing- masing kolom dengan dimensi 60 cm dan kedalaman 18 meter.

*Key words: Structure, ETABS, Pile Pondation*

---

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: fauzilalim@gmail.com

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

## 1. PENDAHULUAN

Bandar Lampung sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia tentunya juga mengalami perkembangan yang cukup pesat seperti bidang kependudukan, ekonomi, perdagangan dan jasa. Dibidang kependudukan yang perkembangannya juga cukup pesat maka diharapkan adanya wadah yang dapat menunjang dan menampung penduduk/tenaga kerja yang bekerja di Bandarlampung baik yang sifatnya bekerja menetap ataupun sementara. Sasaran pengguna bangunan adalah golongan menengah karena mengingat jumlah golongan menengah umumnya relatif lebih banyak dari golongan bawah atau golongan atas. Oleh karena itu, untuk mewujudkan sumber daya manusia yang siap pakai diperlukan sarana dan prasarana cocok untuk menuju proses kegiatan belajar seperti yang diharapkan diantaranya berupa Perancangan Struktur Gedung Apartement 20 Lantai ini.

### 1.1. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk menerapkan materi perkuliahan yang telah diperoleh kedalam bentuk penerapan secara utuh. Penerapan materi kuliah yang telah diperoleh diaplikasikan dengan merencanakan suatu bangunan gedung bertingkat. Dengan merencanakan suatu bangunan gedung bertingkat ini diharapkan mahasiswa memperoleh ilmu pengetahuan yang aplikatif dan mampu merencanakan suatu struktur yang lebih kompleks. Menyediakan suatu wadah hunian/tempat tinggal yang mampu menampung aktivitas penghuninya baik bagi kelompok penghuni, pengelola maupun penduduk sekitar. Melihat potensi akan berkembangnya daerah Bandarlampung pada masa mendatang, maka perlu dipersiapkan juga kemungkinan menambahnya fasilitas baru guna memenuhi kebutuhan yang ada terumata mengenai tempat tinggal.

### 1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah perancangan struktur meliputi perancangan atap, pelat lantai, pelat tangga, perancangan beban gempa, perancangan struktur balok, perancangan kolom, dan perancangan pondasi. Rencana Anggaran Biaya ( RAB), mutu beton dengan kuat rencana  $f_c' = 25$  Mpa. Perancangan pondasi diperhitungkan data karakteristik tanah yang diasumsikan. Kombinasi beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup, angin dan gempa (wilayah 5 untuk Bandar lampung dan sekitarnya). Secara keseluruhan struktur beton direncanakan menggunakan tingkat daktilitas penuh dengan nilai (  $K = 1$  ) dengan faktor keutamaan (  $I$  ) = 1 dan menghitung gempa berdasarkan SNI 03-1762-2002

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Struktur pada apartment ini terdiri atas :

### 2.1. Struktur Bawah

Yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada di bawah permukaan yaitu pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya. Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebarkan beban-beban yang diteruskan sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampaui. Perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi harus memperhitungkan keadaan yang berhubungan dengan sifat-sifat mekanika tanah. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada keadaan cukup tertentu (Ilham,2013).

## **2.1. Struktur Atas**

Struktur atas (*upper structure*) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perancangan meliputi : atap, pelat lantai, kolom, balok, portal, dan tangga.

### **2.1.1. Atap**

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada di dalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor, misalnya : iklim, arsitektur, modelitas bangunan, dan sebagainya dan menyeraskannya dengan rangka bangunan atau bentuk daerah agar dapat menambah indah dan anggun serta menambah nilai dari harga bangunan itu.

### **2.1.2. Pelat**

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok-balok dan diteruskan ke dalam kolom. Beban tidak hanya mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan langsung pada komponen struktur yang menahannya, tetapi komponen-komponen struktur lain yang berhubungan juga ikut berinteraksi karena hubungan kaku antar komponen. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek pelat dibedakan menjadi dua yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah (Pamungkas dkk, 2009)

### **2.1.3. Kolom**

Definisi kolom menurut SNI-03-2847-2002 adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur.

### **2.1.4. Balok**

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa (Kuncoro, 2010)

## **2.2. Pembebanan**

Pembebanan pada struktur ini dibagi atas jenis-jenis pembebanan dan kombinasi pembebanan. Beban-beban yang bekerja pada struktur, pada umumnya dapat digolongkan menjadi 5 macam yaitu:

### **2.2.1. Beban Mati**

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian- penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu (Kiswanto dkk, 2007).

### **2.2.2. Beban Hidup**

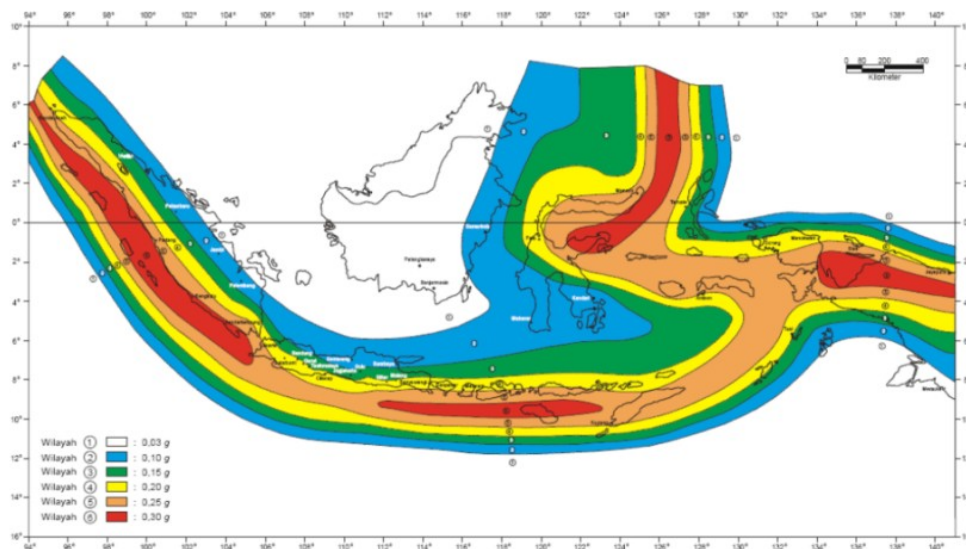
Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

### 2.2.3. Beban Angin

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

### 2.2.4. Beban gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meneruskan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu (Purwano, 2005).



Gambar 1. Wilayah Gempa Indonesia.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah analisis yang akan dilakukan adalah mencari data dan informasi yang mendukung perancangan struktur misalnya denah struktur, model struktur, dan pembebanan yang akan digunakan beserta kriterianya. Pemodelan struktur beton 3 dimensi dan menentukan dimensinya. Pada model struktur dihitung beban dan gaya yang bekerja. Pembebanan berupa beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Analisis struktur terhadap model struktur beton 3 dimensi menggunakan bantuan program ETABS v 9.7.4 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja seperti gambar bidang normal, lintang, momen dan reaksi perletakan. Kontrol struktur terhadap model struktur portal beton 3 dimensi untuk mengetahui apakah struktur aman atau tidak. Menghitung penulangan masing-masing kolom, balok, pelat, dan rencana atap. Merancang pondasi berdasarkan hasil perhitungan ETAB. Tahap pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

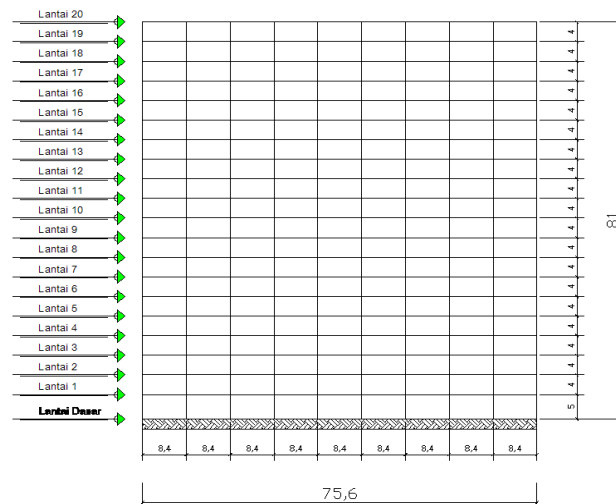
Nama proyek Perancangan Struktur Gedung Apartemen 20 Lantai. Lokasi berada di Bundaran Gajah, Bandarlampung. Fasilitas *non-formal* seperti *fitness centre*, mini market, ruang kantor, cefeteria, ruang dokter, restaurant, ruang serbaguna, dan mushola.



Gambar 2. Denah Lokasi *Apartement*.

#### 4.1. Spesifikasi dan Kriteria Perancangan

Spesifikasi model struktur gedung dalam analisis ini yaitu jumlah lantai 20 lantai (*story*) termasuk lantai atap. Tinggi lantai dasar 5 m dan tinggi antar lantai 4 m.



Gambar 3. Tinggi lantai *apartment*

#### 4.2. Perhitungan Pelat

Untuk menentukan tebal pelat (Sebayang, 2008), maka kita akan menggunakan beberapa rumus seperti berikut :

$$h_{min} \geq \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

$$h_{max} \leq \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

$$\beta = \frac{L_{ny}}{L_{nx}}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan maka didapat tebal pelat yaitu 120 mm

Untuk mencari tulangan maka kita gunakan rumus:

Mencari beban ultimit :

$$qU : 1,2 qD + 1,6 qL = 11,668 \text{ kN/m}^2$$

Digunakan tulangan pokok D12 mm (asumsi), h = 120 mm, mutu beton ( $f_c$ ) = 25 MPa (asumsi), dan mutu baja 400 MPa (asumsi)

The table displays moment values for seven slab types (I-VII) under various load conditions. Each slab type has three load cases: Mix, My, and Mty. The columns represent span lengths from 1.0 to >2.5. The values are in kNm. A legend at the bottom indicates that solid lines represent 'Tegak beban' and dashed lines represent 'Tegak penuh'.

Gambar 4. Momen Pelat Persegi.

Dari Tabel didapat :

$$Clx = 21 \quad Cly = 21 \quad Ctx = 52 \quad Cty = 52$$

Momen-momen yang bekerja pada pelat adalah

$$\begin{aligned} Mu &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot C \\ Mulx &= 0,001 \cdot 11,668 \cdot 4,2^2 \cdot 21 = 4,3223 \text{ kNm} \\ Muly &= 0,001 \cdot 11,668 \cdot 4,2^2 \cdot 21 = 4,3223 \text{ kNm} \\ Mutx &= -0,001 \cdot 11,668 \cdot 4,2^2 \cdot 52 = -10,7028 \text{ kNm} \\ Muty &= -0,001 \cdot 11,668 \cdot 4,2^2 \cdot 52 = -10,7028 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mencari  $Mulx$  :

$$Mulx = 4,3223 \text{ kNm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = 5,4029 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc} = 18,8235$$

Koefisien ketahanan ( $Rn$ ) diambil b tiap 1000 mm :

$$d = 94 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = 0,6115 \text{ MPa}$$

Rasio tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\beta = 0,85 < 30 \text{ MPa}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot fc \cdot \beta}{fy} \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{maksimum} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,0203$$

$$\rho = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn \cdot m}{f_y}} \right) = 0,0016$$

Rasio baja tulangan harus memenuhi  $\rho_{min} \leq \rho_{perlu} \leq \rho_{mak}$

Jika  $\rho_{perlu} \leq \rho_{min}$ , maka digunakan  $\rho = \rho_{min}$  dan  $A_s = \rho_{min} \cdot b \cdot d$

Jika  $\rho_{perlu} \geq \rho_{mak}$ , maka tebal pelat harus diperbesar.

Jadi  $\rho_{perlu} = \rho_{min} = 0,0035$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 329,0000 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi Ø12 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{s_{stt}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = 113,0400 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{12} \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = 343,5866 \text{ mm}$$

$$s \leq 3tp = 360,0000 \text{ mm}$$

$$s \leq 500 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : D12 - 300 mm.

$$A_{s_{terpasang}} = \frac{A_{12} \cdot 1000}{s} = 376,8000 \text{ mm}^2 \geq A_{s_{perlu}} = 329,0000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{terpasang} = \frac{A_{s_{terpasang}}}{b \cdot d} = 0,0040 \leq \rho_{mak} = 0,0203 \text{ OK !!!}$$

Kontrol Kapasitas Momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{terpasang}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = 7,0927$$

$$Mn = A_{s_{terpasang}} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13,6332 \text{ kNm} \geq \frac{Mu}{\phi} = 5,4029 \text{ OK !!}$$

Muly, Mutx, dan Muty dilakukan perhitungan yang sama maka kita akan mendapatkan hasil untuk Mulx = D12 - 300 mm, D12 - 350, mm dan D12 - 250 mm.

Perhitungan Tulangan Bagi Pelat Lantai

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

Digunakan tulangan bagi D10, sehingga luas tampang 1 tulangan polos adalah

$$A_{s_{stt}} = \frac{1}{4} \pi d^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{10} \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = 327,0833 \text{ mm}$$

Dipakai D10 - 300 mm.

### 4.3. Perhitungan Balok

Mencari Dimensi (Sebayang,2008)

Untuk mencari dimensi balok induk kita menggunakan rumus :

$$h = \frac{1}{16} \times L_n$$

$$b = (0,25 - 0,6) h$$

Dari perhitungan didapat dimensi balok induk yaitu 350/600 mm . Sedangkn dimensi balok anak yaitu 150/300 mm

Untuk menghitung tulangan lentur balok terpasang digunakan rumus :

$M_u = 171,597 \text{ kNm}$  Nilai ini didapatkan dari perhitungan ETABS

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 215 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = 18,824$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = 1,827 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n \cdot m}{f_y}} \right) = 0,0055$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\text{maksimum}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,0204$$

$$\rho \leq \rho_{\min} = \rho_{\min} \quad (\text{tulangan tunggal})$$

$$\rho_{\text{minimum}} \leq \rho \leq \rho_{\text{maksimum}} \quad (\text{tulangan tunggal})$$

$$\rho \geq \rho_{\max} = \text{Tulangan rangkap}$$

Sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = 0,0048$

$$d = 580 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 1047,2 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12

$$\sum \text{tulangan} = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{\frac{1}{4} \pi d^2} = 9,263977353 \approx 10 \text{ buah}$$

Dibuat 1 baris maka lebar bersih :

$$l_b = b_w - 2 \cdot \text{selimut beton} - 2 \cdot d \text{ sengkang} - n \cdot d \text{ tulangan} = 182 \text{ mm}$$

$$\text{jarak antar tulangan} = \frac{l_b}{9} = 14,44 \leq 25 \text{ mm Tidak OK !!}$$

Dibuat 2 baris maka lebar bersih yaitu baris pertama 5 buah dan baris kedua 5 buah maka:

$$l_b = b_w - 2 \cdot \text{selimut beton} - 2 \cdot d \text{ sengkang} - n \cdot d \text{ tulangan} = 230 \text{ mm}$$

$$\text{jarak antar tulangan} = \frac{l_b}{4} = \text{jarak tulangan adalah } 47,5 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm OK !!}$$

$$A_{s_{\text{terpasang}}} = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot n \text{ buah} = 1131 \text{ mm}^2$$

Cek balok T murni atau T palsu

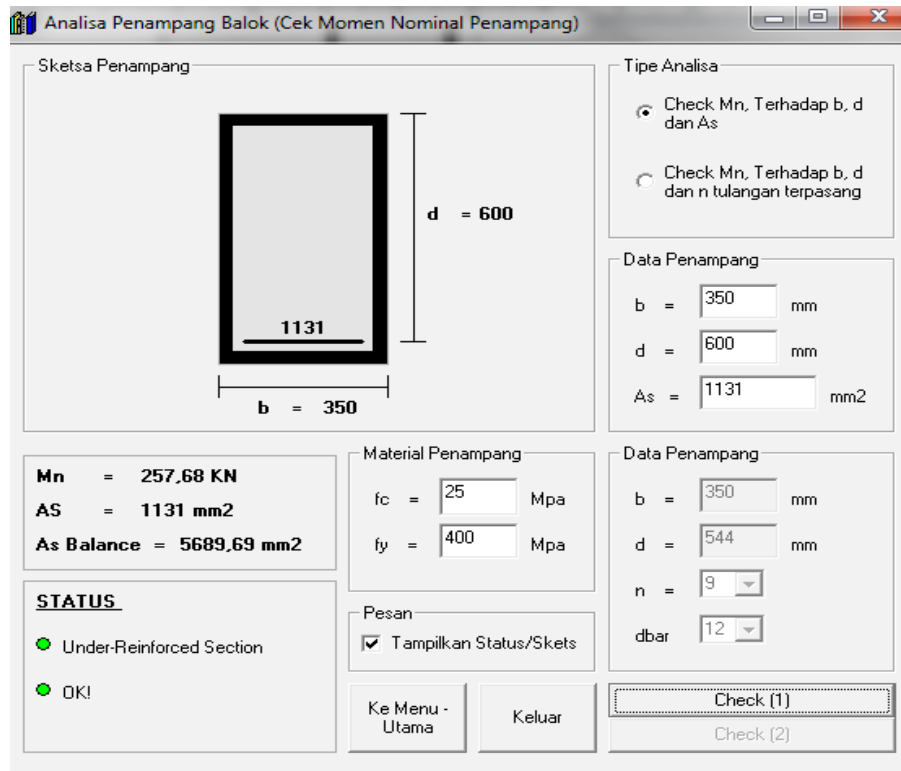
$$a = \frac{A_{s_{\text{terpasang}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = 60,8268 \text{ mm}$$

$$a \leq h_f \quad (\text{balok persegi})$$

$$60,8268 \leq 120 \text{ mm OK !!}$$

$$\phi M_n = \phi A_s \cdot f_y \left( d - \frac{1}{2} a \right) = 232,346 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n \geq M_u \quad 232,346 \text{ kNm} \geq 215 \text{ kNm} \quad \dots \text{OK!}$$

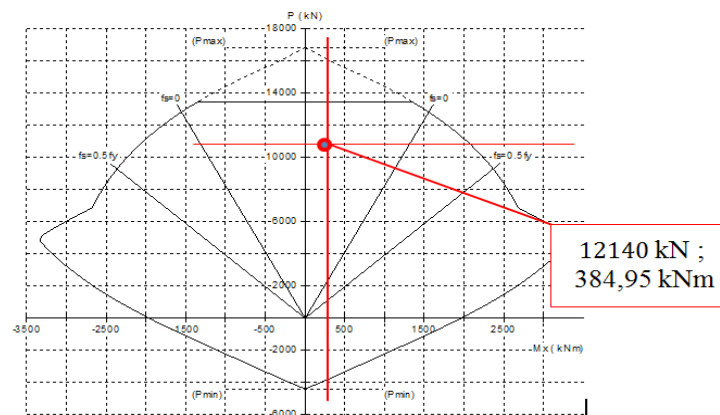


Gambar 5. Hasil *Running RC.Beam*.

Untuk mengecek hasil perhitungan maka kita gunakan software yaitu menggunakan 2 analisa yaitu analisa pertama check nilai  $M_n$  terhadap  $b$ ,  $d$ , dan  $A_s$  dengan memasukkan dimensi penampang dan luas tulangan yang dibutuhkan sehingga diketahui bahwa penampang dengan dimensi  $b=350$  mm dan  $h=600$  mm dapat memikul beban sebesar  $257,17 \text{ kNm} \geq 215 \text{ kNm}$  dan keadaan runtuhannya yaitu *under reinforced section*.

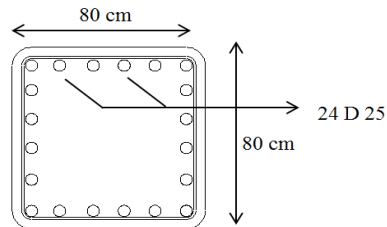
#### 4.4. Perhitungan Kolom

Dari data- data yang kita masukkan pada *Software Spcolumn v4.81* maka dengan mudah kita dapat melihat diagram dari kolom dengan dimensi  $800 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$  seperti yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Gaya aksial dan Momen.

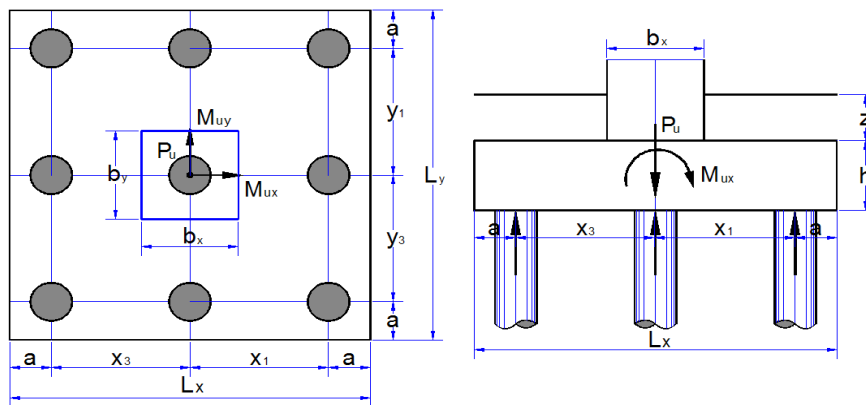
Dari Gambar diatas dapat kita simpulkan bahwa kolom mampu menahan maksimum pada kuat tekan 16000 kN dan mampu menahan momen terbesar sebesar 3364 kNm. Seperti yang dapat kita lihat pada gambar diatas bahwa kolom dengan rasio tulangan 1,22 % dari luas keseluruhan kolom dengan dimensi 800 mm x 800 mm dalam kondisi seimbang mampu menahan beban aksial sebesar 12140 kN dan momen sebesar 384,95 kNm.



Gambar 7. Kolom 80 cm x 80 cm.

#### 4.5. Perhitungan Pondasi

Jenis tiang pancang yang digunakan adalah beton bertulang dengan penampang berbentuk lingkaran. Diameter tiang pancang yang digunakan,  $D = 60$  cm, panjang tiang pancang,  $L=18$  m, kuat tekan beton,  $f_c = 30$  MPa, volume Bertulang,  $W_c=24$  kN/m<sup>3</sup>



Gambar 8. Potongan Pondasi.

Gaya Aksial Pada Tiang Pancang (Chin dkk, 2011).

$$W_s = L_x \cdot l_y \cdot z \cdot w_s$$

$$W_c = L_x \cdot l_y \cdot h \cdot w_c$$

$$P_u = P_{uk} + 1,2 W_s + 1,2 W_c$$

$$P_{umax} = \frac{P_u}{n} + \frac{M_{ux} \cdot X_{max}}{\sum x^2} + \frac{M_{uy} \cdot Y_{max}}{\sum y^2}$$

Keterangan :

$W_s$  : Berat tanah di atas pilecap (kN)

$W_c$  : Berat pilecap (kN)

$P_u$  : Total gaya aksial terfaktor (kN)

$X_{max}$  : Lengan maksimum tiang pancang arah x thd. Pusat (m)

$Y_{max}$  : Lengan maksimum tiang pancang arah y thd. Pusat (m)

$X_{min}$  : Lengan minimum tiang pancang arah x thd. Pusat (m)

Y min : Lengan minimum tiang pancang arah y thd. Pusat (m)

Syarat :

$$P_{umax} \leq \emptyset \cdot P_n = 1765,85 \leq 3188,89 \text{ kN} \quad \text{AMAN (OK)}$$

Gaya Lateral yang terjadi pada tiang pancang yaitu :

$$h_{ux} = \frac{H_{ux}}{n}$$

$$h_{uy} = \frac{H_{uy}}{n}$$

Syarat :

$$h_{umax} \leq \emptyset \cdot P_n = 226,57 \leq 340,00 \quad \text{.....AMAN (OK)}$$

Tinjauan Geser Arah X

Beberapa tinjauan yang harus dihitung adalah :

$$V_c = \left[ 1 + \frac{2}{\beta_c} \right] \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{6 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_c = \frac{\alpha_s}{b+2} \cdot \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{12 \cdot 10^{-3}}$$

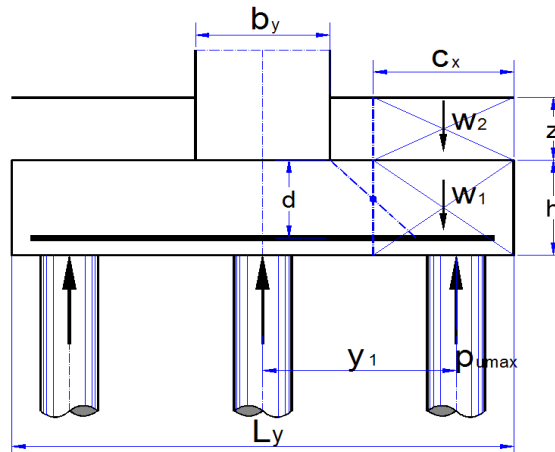
$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

Syarat :

$$\emptyset \cdot V_c \geq V_{ux} = 10075,000 \geq 4412,936 \quad \text{.....AMAN (OK)}$$

Tinjauan Geser Arah Y

Beberapa tinjauan yang harus dihitung adalah :



Gambar 9. Potongan Tiang Pancang Y

$$V_c = \left[ 1 + \frac{2}{\beta_c} \right] \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{6 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_c = \frac{\alpha_s}{b+2} \cdot \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{12 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

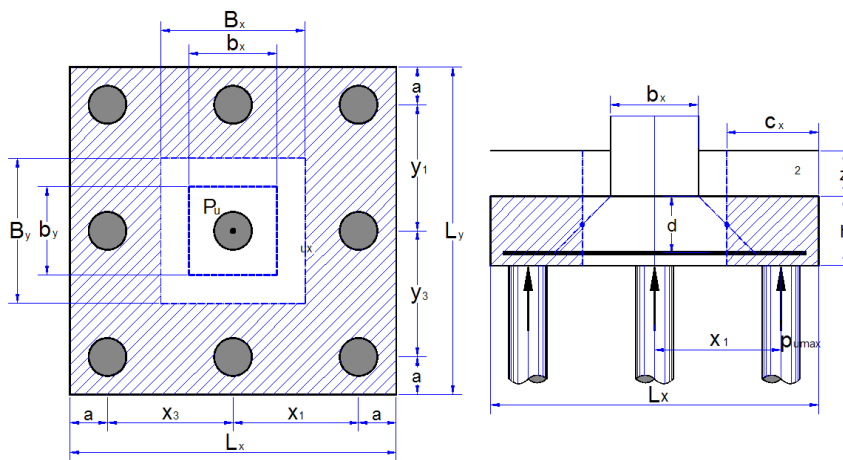
Diambil nilai  $V_c$  yang paling kecil, maka didapatkan

Syarat :

$$\phi \cdot V_c \geq V_{ux} = 10075,000 \geq 4412,936 \dots\dots\dots \text{AMAN (OK)}$$

Tinjauan Geser Dua Arah (*Pons*)

Tinjauan Geser Dua arah yaitu seperti yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 10. Tinjauan Geser Dua Arah.

$$F_p = \left[ 1 + \frac{2}{\beta_c} \right] \frac{\sqrt{f_c}}{6}$$

$$F_p = \left[ \frac{\alpha_s \cdot d}{b_p + 2} + \frac{2}{\beta_c} \right] \frac{\sqrt{f_c}}{12}$$

$$F_p = \frac{\sqrt{f_c}}{3}$$

Diambil nilai  $F_p$  yang paling kecil maka didapatkan

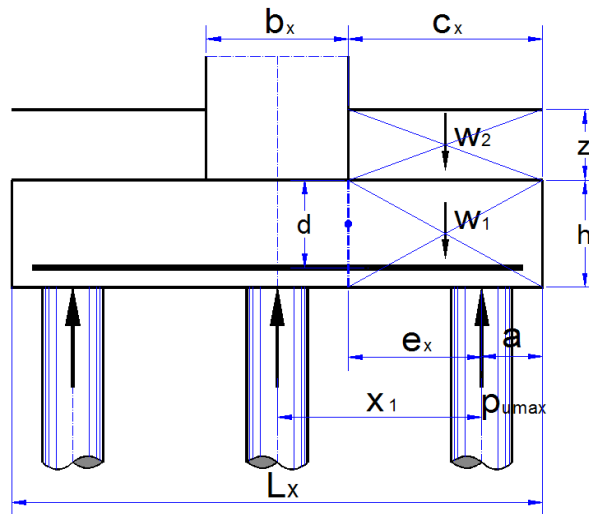
$$F_p = 1,667 \text{ Mpa (Perhitungan terlampir)}$$

$$\phi \cdot V_{np} = \phi \cdot A_p \cdot F_p = 13650,00 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_{np} \geq P_{uk} = 13650 \geq 11543,030 \dots\dots\dots \text{AMAN (OK)}$$

Pembesian *Pilecap*

Pembesian *pilecap* dibagi menjadi 2 yaitu arah -x dan arah -y



Gambar 11. Transfer gaya arah x.

Tulangan Lentur Arah x

$$M_{ux} = 3 \cdot P_{ymax} \cdot e_x - \frac{W_1 \cdot c_x}{2} - \frac{W_2 \cdot c_x}{2} = 4784,172 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = 0,02709375$$

$$R_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot \left[ \frac{1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c} \right] = 6,574$$

$$M_n = \frac{M_{ux}}{\phi} = 5980,215 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^6}{b \cdot d^2} = 0,57074$$

Syarat :

$R_n < R_{max} = 0,57074 < 6,574$ .....AMAN (OK)

Tulangan Lentur Arah y

$$M_{ux} = 3 \cdot P_{ymax} \cdot e_y - \frac{W_1 \cdot c_y}{2} - \frac{W_2 \cdot c_y}{2} = 4784,172 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = 0,02709375$$

$$R_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot \left[ \frac{1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c} \right] = 6,574$$

$$M_n = \frac{M_{ux}}{\phi} = 5980,215 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^6}{b \cdot d^2} = 0,57074$$

Syarat :

$R_n < R_{max} = 0,57074 < 6,574$ .....AMAN (OK)

Rasio tulangan yang diperlukan yaitu :

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \left[ 1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c} \right] = 0,0014$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 28210,00 \text{ mm}^2 \quad , D = 25 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \frac{b}{A_s} = 108 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 200 \text{ mm}$$

S yang digunakan adalah 150 mm, digunakan D25-150 mm

Luas tulangan yang terpakai = 30434,18 mm<sup>2</sup>.

## V. KESIMPULAN

Dari analisis data perhitungan yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu untuk pondasi menggunakan *pile pondation* dengan 9 lubang dengan jarak minimal antara lubang yaitu berkisar 0,4 m sampai 2 meter sesuai dengan aturan yang ada. Dimensi tiang pancang yaitu 0,6 m dan mempunyai kedalaman 18 meter. Untuk kolom berbentuk bujur sangkar dengan dimensi 80 cm x 80 cm dengan jumlah tulangan yang digunakan yaitu tulangan 24 D 25. Untuk balok induk menggunakan dimensi 35 cm x 60 cm dan balok anak dengan ukuran dimensi 15 cm x 30 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chin TY, Sew GS dan Chung F. C., 2011, Interpretation of Subgrade Reaction from Lateral Load Tests on Spun Piles in Soft Ground, G&P Geotechnics Sdn Bhd, Malaysia.
- Ilham,N., 2013, Analisis Struktur Gedung Bank Bri Aceh dengan ETABS, Jakarta.
- Kiswanto, Ferry dan Maryanto, E., 2007, Perencanaan Rumah Tinggal Swadaya Patemon, Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Kuncoro, W. T., 2010, Perubahan Nilai Simpangan Horisontal Bangunan Bertingkat Setelah Pemasangan Dinding Geser Pada Tiap Sudutnya, UNAS, Surakarta.
- Pamungkas, Anugrah dan Harianti, E., 2009, Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa, ITSPress, Surabaya.
- Purwano, R., 2005, Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa, ITSPress, Surabaya.
- Sebayang, S., 2008, Struktur Beton I, Universitas Lampung, Lampung.
- Sebayang, S., 2008, Struktur Beton II, Universitas Lampung, Lampung.