

**JURNAL TUGAS AKHIR
PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PERKULIAHAN
FAPERTA UNIVERSITAS MULAWARMAN**



**Diajukan oleh :
ABDUL MUIS
09.11.1001.7311.046**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945
SAMARINDA
Juni, 2013**

ABSTRAK

Beton Bertulang adalah campuran beton yang terdiri dari campuran semen portland, agregat kasar, agregat halus dan air yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan tertentu, bertujuan untuk mendapatkan suatu penampang dengan asumsi, bahwa kedua material dapat bekerja bersama-sama dalam menahan gaya-gaya yang bekerja.

Pada Beton Bertulang, unsur beton itu sendiri memiliki kekuatan tekan yang cukup besar, tetapi tidak mampu menerima tegangan tarik, sehingga tulangan baja yang terpasang di dalam beton menjadi unsur yang memikul tegangan tarik.

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk dapat mengetahui perhitungan pembebanan struktur portal bertingkat dari beton bertulang dan elemen-elemen struktur di dalamnya berdasarkan metode Takabeya.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui perhitungan komponen struktur beton bertulang yang terdiri dari pelat, balok, kolom dan pondasi berdasarkan SNI 03-1727-1989 dan Perhitungan komponen struktur beton bertulang berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 03-2847-2002.

Kata Kunci : Perhitungan Plat, Balok, Kolom dan Pondasi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton Bertulang merupakan material komposit yang terdiri dari beton dan baja tulangan yang ditanam didalam beton. Sifat utama beton adalah sangat kuat didalam menahan beton tekan (kuat tekan tinggi) tetapi lemah di dalam menahan gaya tarik. Baja tulangan di dalam beton berfungsi menahan gaya tarik yang bekerja dan sebagai gaya tekan.

Baja tulangan dan beton dapat bekerjasama dalam menahan beban atas dasar beberapa alasan, yaitu : (1) lekatan (bond) antara baja dan beton dapat berinteraksi mencegah selip pada beton keras, (2) Campuran beton yang baik mempunyai sifat kedap air yang dapat mencegah korosi pada baja tulangan, (3) angka kecepatan mulai antara baja dan beton hampir sama yaitu anatara 0,000010 - 0,000013 untuk beton per derajat Celcius sedangkan baja 0,000012 per derajat Celcius.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara perhitungan struktur beton bertulang pada gedung tersebut ?
2. Bagaimana menganalisa struktur pondasi pada gedung tersebut ?

Maksud dan Tujuan

1. Maksud

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk dapat mengetahui perhitungan pembebanan struktur portal bertingkat dari beton bertulang dan elemen-elemen struktur di dalamnya berdasarkan metode Takabeya.

2. Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui perhitungan komponen struktur beton bertulang yang terdiri dari pelat, balok, kolom dan pondasi berdasarkan SNI 03-1727-1989 dan Perhitungan komponen struktur beton bertulang berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 03-2847-2002.

Batasan Masalah

1. Analisa struktur dilakukan dengan metode Takabeya dengan menggunakan program Excel
2. Perancangan dan Analisa Beton Bertulang berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Bangunan Gedung Beton Bertulang yang meliputi perhitungan Pelat, Balok dan Kolom.
3. Perancangan dan Analisis Pondasi sebagai Pondasi Dalam Jenis Tiang Pancang.

Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan tugas akhir, maka penulis membuat sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Pendahuluan

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Rumusan Masalah
- 1.3 Maksud dan Tujuan
- 1.4 Batasan Masalah
- 1.5 Sistematika Penulisan

Tinjauan Pustaka

- 2.1 Beton
- 2.2 Analisa Struktur
- 2.3 Pembebanan
- 2.4 Distribusi Beban Dari Plat
- 2.5 Momen Primer
- 2.6 Metode Takabeya
- 2.7 Balok
- 2.8 Kolom
- 2.9 Pelat
- 2.10 Pondasi

Metodologi Penulisan

- 3.1. Lokasi Kegiatan
- 3.2. Metode Pengumpulan Data
- 3.3. Metode Analisa Data
- 3.4 Bagan Alur Penulisan

Pembahasan

- 4.1 Perhitungan Pembebanan Portal 8-8 dan Portal B-B
- 4.2 Perhitungan Kekakuan (*Stiffness Factor*) Balok dan Kolom
- 4.3 Perhitungan Momen Primer
- 4.4 Perhitungan nilai, t , T , dan Momen Displacement
- 4.5 Pemberesan momen parsial
- 4.6 Perencanaan Pelat Lantai
- 4.7 Perencanaan Balok
- 4.8 Perencanaan Kolom
- 4.9 Perencanaan Fondasi

Penutup

- 5.1 Kesimpulan
- 5.2 Saran

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton Bertulang

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

Baja Tulangan

Beton kuat di dalam menahan tekan tetapi lemah di dalam menahan tarik. Oleh karena itu untuk menahan gaya tarik, diperlukan suatu baja tulangan.

Keuntungan dan Kelemahan Beton Bertulang

Beton bertulang adalah bahan komposit/campuran antara beton dan baja tulangan. Kelebihan dari beton bertulang dibandingkan dengan material lain (Pratikto, 2009), adalah :

1. Bahan-bahannya mudah didapat.
2. Harganya lebih murah.
3. Mudah dibentuk sesuai dengan keinginan arsitek.
4. Tidak memerlukan perawatan.
5. Lebih tahan terhadap api/suhu tinggi.
6. Mempunyai Kekuatan tekan tinggi.

Selain keuntungan diatas, beton juga mempunyai kelemahan (Pratikto, 2009), yakni :

1. Kekuatan tariknya rendah.
2. Membutuhkan acuan perancah selama pekerjaan berlangsung.
3. Stabilitas volumenya relatif rendah (Iswandi Imran, 2001).

Analisis Struktur

Metode Perencanaan

Didalam perencanaan struktur, harus memenuhi kriteria-kriteria (Pratikto, 2009), sebagai berikut :

1. Struktur harus kuat di dalam memikul baban yang bekerja.
2. Ekonomis.
3. Struktur memenuhi syarat kenyamanan (sesuai fungsinya/serviceability).
4. Mudah perawatannya (durabilitas tinggi).

Langkah-langkah perencanaan berdasarkan SK SNI-2002

Setiap elemen struktur harus direncanakan agar dapat menahan beban yang berlebihan dengan besaran tertentu.

Pembebanan

Macam-macam Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur, pada umumnya dapat digolongkan menjadi 5 (lima) macam (PPIUG, 1983)

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.

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah sesuai beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian gedung yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

3. Beban Angin

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

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.

5. Beban Khusus

Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari crane, gaya sentripetal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

Pembebanan Untuk Struktur Beton

Terhadap kombinasi beban terfaktor dan gaya geser terfaktor yang terjadi, maka dalam SNI 03 2847 2002 disebutkan bahwa struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya

terfaktor yang bekerja pada struktur, sesuai dengan ketentuan SNI 03 2847 2002.

Faktor Beban

Ketidakpastian berkaitan dengan besar beban mati pada struktur lebih kecil dari ketidakpastian besar beban hidup.

Kuat Perlu

Agar suatu struktur dan komponennya dapat memenuhi syarat-syarat keamanan dan kelayakan pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban yang ada, maka harus diperhitungkan Faktor-faktor beban tersebut, sesuai dengan sifat dan kebutuhan dari setiap faktor-faktor tersebut.

Kuat Rencana

Kuat rencana atau kuat rancang yang dipakai adalah dengan mengambil nilai kuat rancang yang tersedia pada suatu komponen struktur sambungan dengan komponen struktur yang lain ataupun terhadap penampangnya dengan kriteria lentur, beban normal, geser atau torsi yang diambil sebagai kekuatan nominal yang dikalikan dengan nilai faktor reduksi kekuatan (ϕ).

Distribusi Beban Dari Pelat

Perhitungan pembebanan dilakukan dengan asumsi bahwa struktur yang ditinjau harus dapat menahan semua beban yang bekerja pada struktur, sesuai dengan keadaan dan kondisi lapangan dimana struktur tersebut akan dibangun.

Momen Primer

adalah momen yang timbul akibat adanya kombinasi pembebanan beban mati dan beban hidup yang bekerja pada konstruksi. Sedangkan untuk beban angin tidak diperhitungkan dalam momen primer.

Metode Takabeya

Anggapan Dasar

Dalam perhitungan struktur portal bertingkat banyak dengan metode Takabeya, berlaku anggapan dasar sebagai berikut :

1. Deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan.
2. Hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna.

Portal Bertitik Nodal Tetap

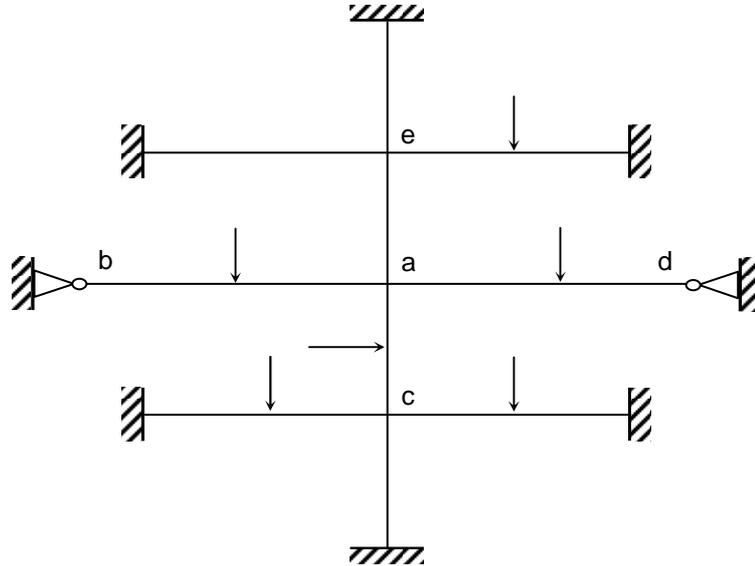
Pada portal dengan titik nodal tetap, semua titik nodalnya hanya mengalami perputaran sudut dan tidak mengalami pergeseran sudut. Sebagai contoh adalah pada portal yang balok dan kolomnya didukung oleh perletakan dan pada portal yang simetris baik kekakuan maupun pembebanan.

Portal Dengan Dukungan Sendi

Dikatakan sebagai portal dengan dukungan sendi, apabila dukungan b dan d adalah sendi, sehingga berlaku :

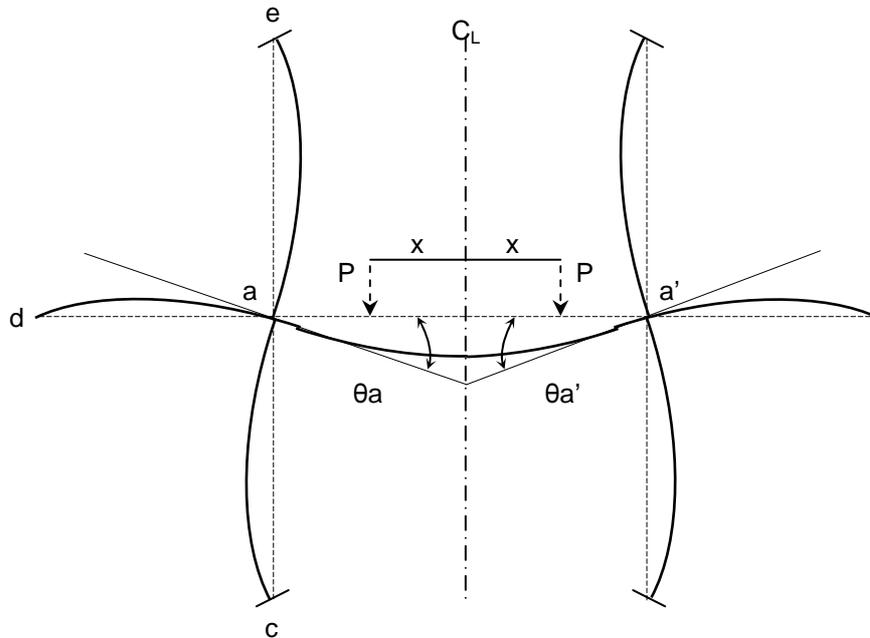
$$M_{ba} = 0$$

$$M_{da} = 0$$



Portal Dengan Keadaan Simetris

Dikatakan sebagai portal dalam keadaan simetris apabila keadaan struktur portal baik dimensi dan beban yang bekerja bernilai sama merata.



Portal Bergoyang

Pada dasarnya prinsip-prinsip perhitungan pada portal bergoyang sama dengan prinsip perhitungan pada portal dengan titik nodal tetap, hanya saja dalam perhitungan portal bergoyang ditambahkan perhitungan momen perpindahan (*displacement moment*) yang timbul akibat adanya gaya horisontal yang bekerja pada portal yang dapat berupa gaya angin, ataupun gaya gempa.

Balok

Dari hasil analisa portal maka diperoleh gaya-gaya dalam pada elemen-elemen balok yang kemudian digunakan untuk melakukan proses desain, terutama desain penulangan, dimana konfigurasi tulangan balok yang digunakan berdasarkan hasil desain portal menggunakan ACI 318-99 dengan menyesuaikan faktor reduksinya berdasarkan SNI 03-2847-2002. Seperti telah diketahui bahwa SNI 2002 yang digunakan di Indonesia mengacu kepada ACI (American Concrete Institute).

Kolom

Definisi kolom menurut SNI-T15-1991-03 adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Pelat

Pelat merupakan struktur bidang atau permukaan yang lurus, datar dan melengkung dengan ketebalan yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi yang lain.

Fondasi

Fondasi/ *footing* berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur ke tanah. Karena pada umumnya tanah jauh lebih lemah daripada kolom atau dinding beton yang harus didukung, maka bidang kontak antara tanah dan fondasi jauh lebih besar daripada antara kolom/ dinding.

METODOLOGI PENULISAN

Lokasi Kegiatan

Adapun proyek yang diteliti beralamat Komplek Kampus Universitas Mulawarman Samarinda pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Faperta Universitas Mulawarman.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapat dengan cara pengambilan data melalui:

1. Data Primer yaitu pengambilan data-data yang diperoleh langsung di lapangan
2. Data Sekunder yaitu pengambilan data yang didapat dari data yang ada untuk menunjang perhitungan, seperti gambar rencana, data sondir,

buku-buku referensi, dan Standar Nasional Indonesia SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan beton bertulang untuk bangunan gedung.

Metode Analisa Data

Metode analisa data pada perhitungan ini antara lain:

1. Perhitungan distribusi dari plat atap dan lantai
2. Perhitungan momen primer
3. Perhitungan struktur dengan metode Takabeya
4. Perhitungan balok persegi
5. Perhitungan kolom uniaksial :
6. Perhitungan Pelat dua arah
7. Perhitungan pondasi

PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan Portal 8-8 dan Portal B-B

Perhitungan pembebanan dilakukan dengan asumsi bahwa struktur yang ditinjau harus dapat menahan semua beban yang bekerja pada struktur, sesuai dengan keadaan dan kondisi lapangan dimana struktur tersebut akan dibangun.

Sedangkan dalam perhitungan pembebanan terlebih dahulu haruslah menghitung terjadinya penyebaran beban, baik yang diakibatkan oleh beban mati, beban hidup ataupun beban-beban lainnya, analisis penyebaran beban dilakukan dengan menarik garis 45^0 pada denah, sehingga dapat dianalisis penyebaran beban tersebut, baik yang berupa beban segitiga dan beban trapesium, kemudian dihitung besarnya penyebaran beban yang terjadi.

Perencanaan Pelat

* Dicoba \emptyset 12 mm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar tulangan} \quad S &= \frac{1/4 \times \pi \times d \times b}{\text{As} \\ \text{susut}} \\ &= \frac{1/4 \times \pi \times 12^2 \times 1000}{113} \\ &= \mathbf{1000} \quad \text{mm} \end{aligned}$$

Jadi digunakan
tul.susut

$$\emptyset 12 - 200 \quad \text{mm}$$

Balok

Sebuah elemen struktur, dikatakan sebagai komponen balok apabila nilai gaya-gaya internal berupa lentur, geser maupun torsi jauh lebih dominan dibandingkan gaya aksialnya. Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menyalurkan beban-beban dari pelat ke kolom dan kemudian diteruskan ke pondasi. Selain memikul beban gravitasi yaitu beban mati dan beban hidup, balok juga memikul beban lateral yang dapat berupa beban angin dan lain sebagainya.

Kemampuan balok dalam menahan momen sebesar 341,960 kNm lebih besar dari pada momen yang harus dipikul sebesar 322,000 kNm. Hal ini terjadi karena pada saat perancangan ukuran balok dibulatkan ke atas $b = 309,3107$ mm dibulatkan menjadi 300 mm dan nilai $h = 412,4143$ mm dibulatkan menjadi 425 mm sehingga lengan momen internal semakin besar, ditambah lagi luasan tulangan yang terpasang juga diperbesar akibat keterbatasan diameter tulangan yang ada di lapangan.

Kemampuan geser balok sebesar 571,7168 kN lebih besar dari gaya geser yang harus dipikul 167,37 kN pada perhitungan geser. Hal ini disebabkan, jarak sengkang yang digunakan lebih rapat dari hasil perhitungan perancangan. Pada batang-batang selanjutnya tulangan geser yang digunakan sama dengan tulangan geser seperti pada perhitungan geser diatas.

Kolom

Definisi kolom menurut 03-2847-2002 adalah komponen struktur tinggi terhadap dimensi lateral terkecil yang berfungsi mendukung beban aksial tekan. Dari hasil perhitungan didapat gaya tekan (aksial) maksimum dan momen ultimit maksimum yang bekerja pada kolom adalah :

Dimensi kolom = 35 cm x 50 cm
 Mutu beton ($f'c$) = 30 mPa (N/mm^2)
 Gaya aksial ($P'u$) = 71,1856 ton = 711.856,03 N
 Momen ultimate (Mu) = 3,9415 tm = 3.941.488 Nmm

Perencanaan Fondasi

Sebelum melakukan proses desain sebuah fondasi dengan tiang pancang, perlu diketahui kapasitas dari tiang pancang yang akan digunakan.

Perencanaan tulangan Fondasi

Data Struktur yang digunakan sebagai berikut :

Tebal Foot Plate (h) = 45 cm = 450 mm
 Kedalaman Pondasi = 1,50 m
 Beban Vertikal total ($P'u = Q$) = 711856 N = 711,856 kN
 Berat Jenis Beton = 24 Kn

$$\begin{aligned} \text{Berat Poer} &= P \times L \times T \times 2.40 \\ &= 1.50 \times 1.50 \times 0.45 \times 2.40 \\ &= 2.430 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total} &= 71.18 \text{ ton} \\ \text{ex} &= 0.5 \times h = 0.225 \text{ m} \\ \text{ey} &= 0.5 \times b = 0.225 \text{ m} \\ \text{B}' &= 1.50 - 2 \times 0.225 = 1.05 \text{ m} \\ \text{L}' &= 1.50 - 2 \times 0.225 = 1.05 \text{ m} \end{aligned}$$

Penulangan Poer per 1 meter :

$$M_u = 3.95 \text{ kN.m}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm} \quad (\text{dihitung penulangan per 1 meter})$$

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

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\min} = 0.0018$$

$$\rho_x = 0.0226$$

$$\phi \text{ (Faktor Reduksi)} = 0.8$$

$$\text{Rencana diameter tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut Beton} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai Tulangan} \quad \phi 16 - 120 = 750.60 \text{ mm}^2$$

$$\text{As tulangan atas} = 25 \% \times 751 \text{ mm}^2$$

$$= 187.75 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai Tulangan} \quad \phi 16 - 120 = 750.60 \text{ mm}^2$$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perhitungan struktur beton bertulang dengan metode Takabeya, sehingga didapat kesimpulan sebagai berikut :

- ✚ Pada perhitungan plat lantai didapat tebal **12cm** dengan tulangan lentur **Ø 12 - 200mm** dan tulangan susut **Ø 12 - 200mm**.
- ✚ Pada perhitungan tulangan balok **B1 (300x450)** didapat hasil yaitu tulangan tekan **9D22** dan tulangan tarik **4D22** untuk lapangan, sedangkan tulangan tekan **4D22** dan tulangan tarik **9D22** untuk tumpuan.
- ✚ Pada perhitungan tulangan balok **B2 (150x250)** didapat hasil yaitu tulangan tekan **5D16** dan tulangan tarik **2D16** untuk lapangan, sedangkan tulangan tekan **2D16** dan tulangan tarik **5D16** untuk tumpuan.
- ✚ Pada perhitungan pondasi foot plate didapat hasil tulangan lentur **Ø 16 - 120mm** dan tulangan susut **Ø 16 - 120mm**.

- ✚ Pada perhitungan tulangan kolom **K1 (350x500)** didapat hasil yaitu tulangan utama **10D19** dan tulangan sengkang **Ø 10 - 150mm** dengan tinggi kolom lantai 1 **6m**, lantai 2,3 dan 4 **4m**.

Saran

Berdasarkan hasil dari pengerjaan tugas akhir ini, saran-saran yang dapat saya berikan untuk pengembangan lebih lanjut antara lain :

1. Dalam melakukan perhitungan struktur harus memiliki referensi atau data selengkap-lengkapnyanya, agar memudahkan dalam perhitungan struktur.
2. Dalam proses perhitungan struktur dengan metode takabeya dibutuhkan ketelitian tinggi, sehingga nilai momen desain dapat langsung digunakan dalam perencanaan desain beton bertulang t anpa harus melakukan koreksi momen. Dengan catatan menggunakan nilai momen parsil yang sudah dikonvergen.
3. Untuk desain beton bertulang sebaiknya menggunakan nilai-nilai momen yang bekerja pada portal yang ditinjau. Sehingga mendapatkan desain beton bertulang yang efisien sesuai dengan momen yang bekerja pada elemen-elemen beton bertulang tersebut.