

ANALISIS TEORITIS STRUKTUR PERKUATAN PONDASI TELAPAK PADA BANGUNAN GEDUNG UNTUK BANGUNAN ALIH FUNGSI DENGAN MENGGUNAKAN SAP 2000

Adriana Karundeng

H. Manalip, Steenie E. Wallah

Prodi Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: adrianarhy21@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan bertingkat dengan beton bertulang sebagai bagian dari struktur dan konstruksinya sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Karna itu dalam perencanaan bangunan alih fungsi sangat penting untuk menganalisa kekuatan struktur utama mulai dari struktur kolom, balok dan pondasi pendukungnya untuk memastikan bahwa bagian-bagian dari sistem struktur ini sanggup dan mampu mendukung beban tambahan, menyokongnya dan menyalurkan beban ke tanah dengan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja termasuk penambahan beban dari Ruko 3 lantai menjadi Hotel 6 lantai dan menentukan desain struktur perkuatan atau perbaikan struktur pondasi.

Hasil perhitungan SAP 2000 didapat Beban Aksial (P) 286220,32 kN dan Momen (M) 3664,92 kN/m dimana kapasitas daya dukung pondasi maksimum tidak mampu menahan beban yang bekerja akibat penambahan beban. Dengan dimensi pondasi eksisting 160 x 160 x 40 cm hasil perhitungan daya dukung tanah netto 1118.05 kN/mm² dimana daya dukung tanah lebih kecil 822 kN/mm². Pondasi mampu memikul geser satu arah (Vu_1) 268.33 kN dan Vc 466.67 kN, sementara hasil perhitungan ϕVc 350 kN yang artinya lebih besar dari Vu_1 . Pondasi tidak mampu menahan geser dua arah (Vu_2) 2194.50 kN (Pers. 3) dan hasil perhitungan $\phi Vc = 1645.88$ kN.

Kata kunci: Alih Fungsi Bangunan, Perkuatan Pondasi, SAP 2000.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Padatnya penduduk, kurangnya lahan serta harga lahan yang semakin mahal membuat suatu kota yang berkembang menjadikan bangunan bertingkat sebagai salah satu alternatif hunian maupun sebagai tempat usaha.

Bangunan bertingkat dengan beton bertulang sebagai bagian dari struktur dan konstruksinya sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan rencana umur bangunan (*durability*).

Pada Konstruksi dan Struktur suatu bangunan, beton merupakan material struktur yang cukup dominan namun juga memiliki kelemahan. Kelemahan struktur beton diantaranya yaitu memiliki berat sendiri yang

besar serta tidak dapat dimanfaatkan kembali bila strukturnya dibongkar. Banyak disekitar kita ditemui bangunan-bangunan alih fungsi yang tetap menggunakan bangunan awal dan struktur awal dan kemudian menambahkan beberapa lantai di atasnya atau menambahkan beban, guna untuk memenuhi kebutuhan masyarakat serta meminimalisasi anggaran.

Perubahan pada sebuah struktur akan menyebabkan bangunan menjadi tidak aman sebab pada perencanaan awal tidak diperkirakan mengenai perubahan kegunaan bangunan. Hal ini sering terjadi dengan kurangnya kesadaran memikirkan dampak yang akan timbul nantinya. Karna itu dalam perencanaan bangunan alih fungsi sangat penting untuk menganalisa kekuatan struktur utama yang merupakan struktur awal mulai dari struktur kolom, balok dan pondasi pendukungnya untuk memastikan bahwa bagian-bagian dari sistem struktur ini sanggup dan mampu mendukung beban tambahan, menyokongnya dan menyalurkan beban ke tanah dengan aman. Daya dukung tanah dan

penurunan pondasi berhubungan erat dengan struktur bangunan yang dibangun di atasnya. karena itu dalam kasus seperti ini juga sangat penting mempertimbangkan daya dukung tanah yang ada.

Setiap lokasi memiliki nilai penurunan yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh daya dukung tanah di masing – masing lokasi. Semakin kecil daya dukung tanah maka penurunan akan semakin besar. Untuk beban struktur bangunan, semakin besar beban yang harus ditahan pondasi maka penurunan yang terjadi akan semakin besar (Fahriani dan Apriyanti, 2015).

Pondasi dalam suatu bangunan merupakan bagian paling bawah dan berhubungan langsung dengan tanah. Pada struktur bangunan, pondasi berfungsi untuk memikul beban bangunan yang ada di atasnya. Dalam mendesain pondasi harus mempertimbangkan penurunan yang akan timbul nantinya. Ketika berbicara penurunan, yang diperhitungkan biasanya penurunan total (keseluruhan bagian pondasi turun bersama-sama) dan penurunan diferensial (sebagian pondasi saja yang turun / miring). Ini dapat menimbulkan masalah bagi struktur yang didukungnya (Utomo, 2017).

Pada penelitian ini saya mengangkat masalah alih fungsi bangunan bertingkat yang awalnya bangunan berlantai tiga fungsi ruko yang kemudian dibuat penambahan tiga lantai di atasnya beralih fungsi menjadi bangunan hotel berlantai enam dengan masih mempertahankan struktur awal atau tidak dilakukan pembongkaran terhadap bangunan awal. Karena itu dalam penelitian ini akan melakukan analisa terhadap struktur yang ada dan membuat struktur perkuatan pondasi melalui studi parameter dengan memperhatikan kriteria perencanaan pondasi.

Perumusan Masalah

Apakah struktur perkuatan pondasi telapak mampu menerima beban dan mencegah terjadinya penurunan diferensial. Perkuatan struktur pondasi telapak dengan melakukan studi parameter dapat menemukan solusi perkuatan tanpa mempengaruhi struktur awal dan lingkungan sekitarnya.

Batasan Masalah

1. Penelitian ini dibatasi pada analisis kinerja pondasi

2. Perhitungan dan perlakuan kekuatan terhadap struktur atas menggunakan program SAP 2000 dan hanya sebagai data pendukung untuk mengetahui beban yang akan dipikul oleh struktur bawah
3. Bangunan yang diteliti adalah bangunan X (Ruko 3 lantai) dengan konstruksi beton bertulang berdasarkan pemodelan yang dianggap existing

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kapasitas daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja termasuk penambahan beban dari Ruko 3 lantai menjadi Hotel 6 lantai
2. Menentukan desain struktur perkuatan atau perbaikan struktur pondasi

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini sebagai referensi untuk pemecahan masalah pada bangunan alih fungsi gedung bertingkat jika melakukan penambahan beban / penambahan lantai dengan memberikan alternatif solusi perkuatan khususnya pada pondasi.

LANDASAN TEORI

Tinjauan umum

Definisi yang sederhana tentang struktur dalam hubungannya dengan bangunan ialah bahwa struktur merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan/atau kehadiran bangunan di atasnya. Struktur bangunan juga dapat didefinisikan sebagai gabungan unsur-unsur kecil sendiri-sendiri dimana setiap unsur itu melaksanakan fungsi yang terpisah. Unsur-unsur ini tanpa kecuali ditempatkan dan diinterelasikan dengan cara tertentu agar seluruh struktur mampu berfungsi secara utuh dalam memikul beban, baik yang beraksi secara vertikal maupun secara horizontal ke tanah. (Schodek, 1999).

Penelitian ini menggunakan dan mengikuti standar tata cara perhitungan dalam SNI 2847: 2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 1727: 2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain, dan SNI 1726: 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, dan lainnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode simulasi. Bangunan X berlantai tiga fungsi Ruko sebagai objek simulasi pada penelitian ini yang beralih fungsi menjadi bangunan berlantai 6 fungsi Hotel. Langkah-langkah yang akan dilakukan pada proses simulasi ini yaitu antara lain menganalisis secara teoritis strukturnya berdasarkan data-data bangunan eksisting sebagai objek simulasi, dan proses perhitungan (komputasi). Perhitungan dibantu dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000 versi 16 untuk menganalisis struktur awal dan mendesain struktur tambahan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk objek simulasi ini untuk dipakai dalam kepentingan dalam melengkapi data-data penelitian terutama jenis tanah dan data-data perhitungan Gempa. Sebagaimana yang diuraikan dalam latar belakang pendahuluan maka yang mejadi lokasi penelitian adalah Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.

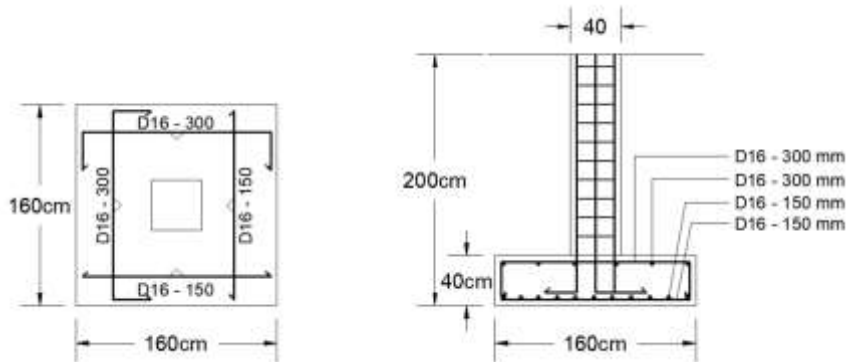
Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dengan cara mencari referensi melalui buku-buku, jurnal-jurnal dan sebagainya yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan data simulasi. Penelitian ini juga menggunakan metode literatur untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data. Data yang diperoleh dari metode literatur ini antara lain:

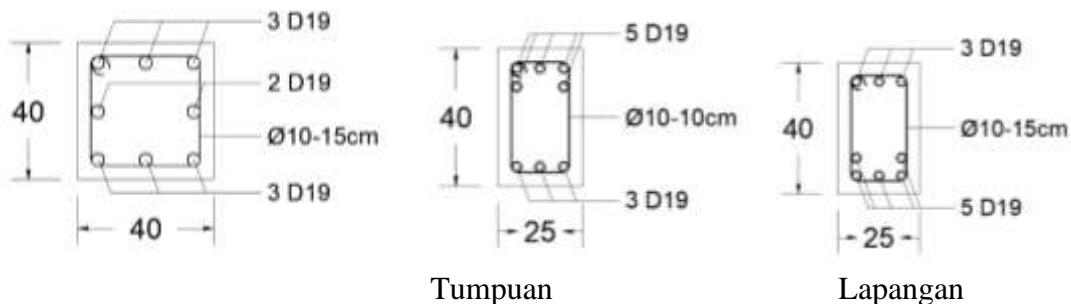
1. Peta lokasi
2. Data tanah
3. Peraturan-peraturan yang berlaku
4. Grafik dan tabel yang berhubungan

Data Struktur Bangunan X (Bangunan Existing):

- a) Fungsi Gedung: Ruko
- b) Jenis Struktur: Beton Bertulang
- c) Letak Wilayah: Manado
- d) Jumlah Lantai: 3 Lantai
- e) Panjang Bangunan: 18 m
- f) Lebar Bangunan: 10 m
- g) Tinggi Lantai 1: 4.5 m
- h) Tinggi Lantai 2, 3: 3.5 m
- i) Tinggi Total Bangunan: 11.5 m
- j) Atap: Plat beton bertulang
- k) Mutu Beton (f_c'): 25 MPa
- l) Mutu Baja (f_y) Ulir: 400 MPa
- m) Mutu Baja (f_y) Polos: 240 MPa



Gambar 1. Detail Penulangan Pondasi Eksisting



Tumpuan

Lapangan

Gambar 2. Detail Penulangan Kolom dsn Balok Eksisting

Pelaksanaan Penelitian

Setelah mengetahui data struktur bangunan awal yaitu struktur bangunan Ruko 3 lantai yang kemudian akan dialih fungsikan menjadi bangunan Hotel 6 lantai maka dalam penelitian ini akan mengikuti tahapan sebagai berikut:

1. Analisis struktur ruko 3 lantai berdasarkan data-data yang diketahui
2. Cek apakah struktur awal masih mampu menahan beban tambahan
3. Cek jenis tanah dan lapisan tanah
4. Cek daya dukung dan penurunan pondasi
5. Posisi bangunan
6. Cek kedalaman tanah lunak
7. Cek lebar pondasi yang ada / existing

Proses analisis dan desain struktur dalam SAP 2000 adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Model Struktur
2. Penetapan Penampang Struktur
3. Penetapan Penampang Elemen Struktur
4. Penetapan Kondisi Pembebanan
5. Penentuan Beban Pada Struktur
6. Analisis Model
7. Penampang Deformasi Struktur
8. Penampilan Gaya-Gaya Dalam
9. Pemeriksaan Tegangan Elemen

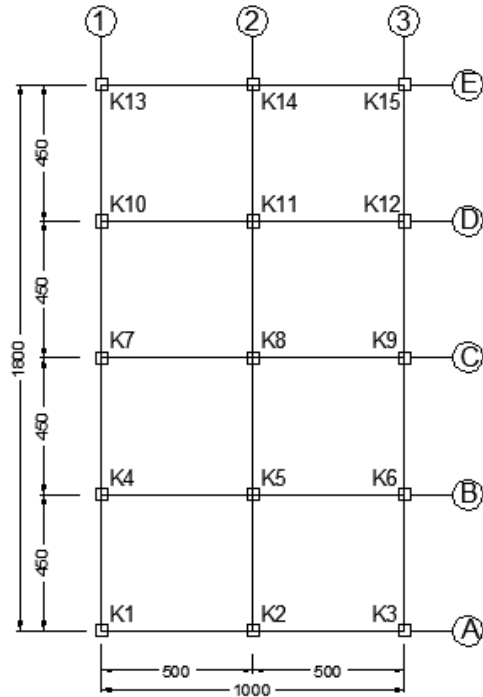


Gambar 4. Bagan Alir Perhitungan SAP 2000

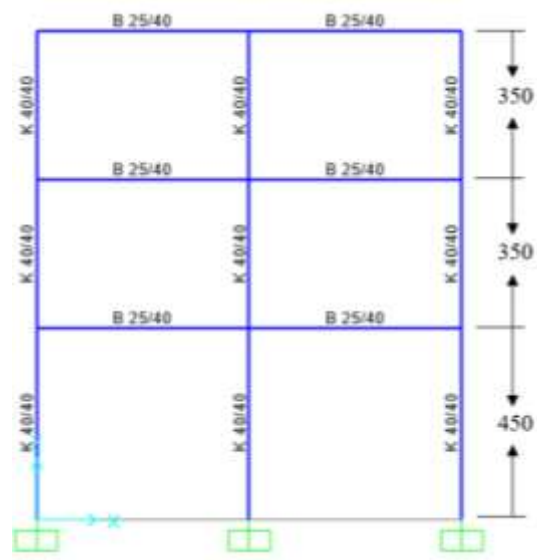
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan Metode Pelaksanaan

Data awal yang digunakan adalah data struktur bangunan ruko 3 lantai yang akan dialih fungsikan menjadi bangunan Hotel 6 lantai. Seperti yang sudah dibahas dalam metode penelitian. Data yang didapat kemudian dianalisis strukturnya menggunakan aplikasi SAP 2000 vr.16.



Gambar 5. Denah Ruko 3 lantai



Gambar 6. Gambar Struktur Gedung Ruko 3 lantai

Data Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang ditetapkan sebagai objek penunjang data penelitian yang bersifat simulasi ini sesuai latar belakang masalah diambil lokasi yaitu Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara.

Pemilihan Beban

Beban-beban yang bekerja pada struktur berupa beban mati, beban hidup dan beban gempa, berat sendiri struktur dihitung secara otomatis menggunakan SAP 2000 vr.16, Pemilihan beban mengacu pada Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727: 2013 dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.

Maka beban yang dipakai pada Ruko 3 Lantai:

Beban Mati

- Berat Plat = 0,12m x 2400 kg/m³ = 288 kg/m²
- Finishing = 100 kg/m²
- Beban Hidup Lantai = 250 kg/m²
- Beban Hidup Lantai (Atap) = 100 kg/m²

Maka beban yang dipakai pada Hotel 6 Lantai:

Beban Mati

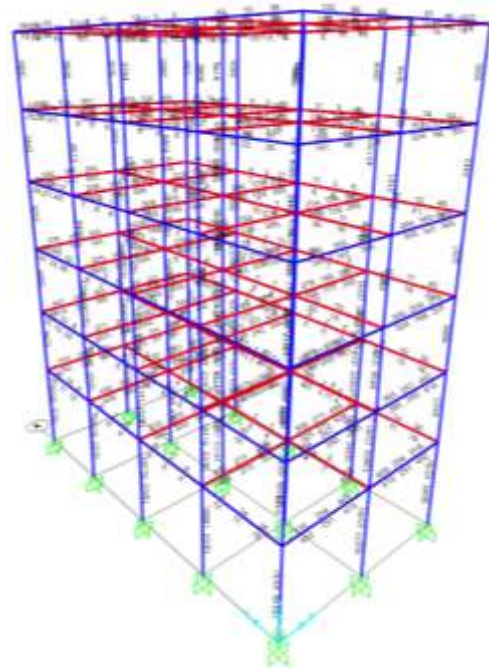
- Berat Plat= 0,12m x 2400 kg/m³ = 288 kg/m²
- Finishing = 100 kg/m²
- Beban Hidup Lantai = 336 kg/m²
- Beban Hidup Lantai (Atap) = 100 kg/m²

Sebelum menghitung kekuatan pondasi apakah mampu menahan beban yang bertambah akibat alih fungsi bangunan dari yang semula bangunan ruko berlantai 3 menjadi bangunan hotel 6 lantai, maka dilakukan perhitungan dan analisis struktur atas menggunakan program hitung SAP 2000 vr.16.

Pada analisis perhitungan ini dicoba struktur dengan dimensi dan penulangan seperti data bangunan awal. Setelah melakukan analisis dan perhitungan menggunakan program SAP 2000 vr.16 didapat hasil perhitungan yang terlihat pada gambar 7.

Setelah melakukan analisis dan perhitungan menggunakan program SAP 2000 vr.16 dengan masih menggunakan desain baik dimensi maupun tulangan yang sama dengan

bangunan awal didapat hasil perhitungan yang terlihat pada Gambar 17 sampai Gambar 24,



Gambar 7. Hasil Perhitungan Model 3D (satuan kg/mm)

dimana seluruh kolom pada lantai 1 mulai dari K1 – K15 hasil perhitungan menampilkan keterangan O/S (Overstress) yang berarti Tidak Aman, dari hasil analisisnya menunjukkan dimensi kolom harus diperbesar dan perlu penambahan pada jumlah tulangan utama.

Pada lantai 2 hasil analisis hanya kolom K1, K3, K13 dan K15 yang mampu menahan beban, sementara 11 kolom lainnya harus diperbesar dan perlu penambahan pada jumlah tulangan utama. Lantai 3 hasil analisis sama halnya dengan lantai 2 hanya kolom K1, K3, K13 dan K15 yang mampu menahan beban, sementara 11 kolom lainnya harus diperbesar dan perlu penambahan pada jumlah tulangan utama. Lantai 4 hasil analisis ada 5 kolom yang perlu diperbesar dimensinya dan perlu penambahan jumlah tulangan utama yaitu kolom K5, K7, K8, K9 dan K11. Pada lantai 5 hanya kolom K8 yang perlu diperbesar dimensinya, sedangkan lantai 6 hasil analisis semua kolom aman.

Maka sebelum dilakukan perhitungan pondasi, terlebih dahulu direengineering untuk dimensi dan penulangan pada kolom,

sementara balok tetap menggunakan desain bangunan. Langkah perhitungan dan analisis menggunakan cara yang sama dengan program SAP 2000.

Dicoba desain kolom dengan dimensi dan penulangan Sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan Desain Awal dan Desain Bangunan 6 lantai

Lantai	Desain Bangunan Awal	Desain Baru 6 lantai	
		Kolom Tepi	Kolom Tengah
1 (Satu), 2 (Dua) dan 3 (Tiga)			
Dimensi	40x40	60x60	60x60
Tul. Utama	8 D19	12 D19	12 D19
Sengkang	P10 - 15 cm	P10 - 15 cm	P10 - 15 cm
4 (Empat)			
Dimensi		50x50	
Tul. Utama		12 D19	
5 (Lima) dan 6 (Enam)			
Dimensi		45x45	
Tul. Utama		8 D19	
Sengkang		P10 - 15 cm	

Berikut hasil analisis pada SAP 2000 vr.16 dengan desain kolom dan penulangan seperti tabel 3.

Dari hasil analisis perhitungan untuk desain struktur atas sudah memenuhi syarat maka di lanjutkan perhitungan untuk struktur bawah atau pondasi.

Perencanaan Pondasi

Dari hasil perhitungan struktur atas menggunakan program SAP 2000 vr.16 di dapat beban-beban yang akan dipikul pondasi, baik beban mati, beban hidup, beban gempa dan kombinasi beban yang ada, dari perhitungan diketahui Gaya Aksial (P) dan Momen (M), dan yang dipakai sebagai beban yang akan dipikul oleh pondasi adalah beban terbesar dari semua kombinasi beban yang terjadi pada bangunan.

Analisis Pondasi Bangunan Existing

Setelah diketahui beban yang akan dipikul pondasi, selanjutnya dilakukan analisis terhadap pondasi telapak yang sudah ada dengan perencanaan menurut SNI Beton 2847:2019.

Diketahui:

- 1) Hasil analisis struktur Output SAP 2000 vr.16 diperoleh:
Beban Aksial (P) = 286220,32 kN
Momen (M) = 3664,92 kN/m
- 2) Kuat Tekan Beton ($f'c$) = 25 MPa
- 3) Kuat Leleh Tulangan (f_y) = 400 MPa
- 4) Daya dukung tanah (σ) = 822 Kg/cm²
= 0.822 N/mm²
= 822 kN/m²
- 5) Dimensi Kolom = 60 x 60 cm
- 6) Kedalaman tanah keras = 200 cm = 2 m
- 7) Berat jenis tanah (γ_t) = 17 kN/m³
- 8) Berat jenis beton (γ_b) = 24 kN/m³

Langkah perhitungan:

- 1) Tentukan Dimensi Telapak
Dimensi yang dipakai: 200 x 200 x 55 cm
- 2) Hitung Daya Dukung Tanah Netto
 $\sigma_{netto} = \sigma - q$
 $q = h_1 \cdot \gamma_t \dots \dots t/m^2$
 $\sigma_{netto} = 715.55 \text{ kN/m}^2 < \sigma = 822 \text{ kN/m}^2$
→ aman
- 3) Beban Eksentris pada Pondasi
$$e = \frac{M}{Q} = 0.0128 \text{ m}$$

 $B / 6 = 0.333 \text{ m}$
Kontrol: $e < B/6$ → aman
- 4) Geser Satu Arah (V_{u1})
$$V_{u1} = q_u \cdot B \left(\frac{L}{2} - \frac{c}{2} - d \right) = 286.22 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = 850 \text{ kN}$$

Kontrol:
 $V_u \leq \phi(V_c + V_s)$
 $\phi V_c = 637.5 \text{ kN} > V_{u1}$ → aman
- 5) Geser Dua Arah (V_{u2})
$$V_{u2} = 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d = 5610 \text{ kN}$$

(Pers. 1)

$$V_{u2} = 0.083 \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 5976 \text{ kN}$$

(Pers. 2)

$$V_{u2} = 0.33 \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 3630 \text{ kN}$$

(Pers. 3)

Dari ketiga persamaan diambil nilai terkecil untuk perhitungan selanjutnya

$$V_{u2} = q_u \cdot B^2 - (c + d/2 \times 2)^2 = 1996.39 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 2722.50 \text{ kN} > V_{u2} \longrightarrow \text{aman}$$

- 6) Hitung Kebutuhan Tulangan
Peninjauan momen lentur

$$M_u = 1/2 \cdot \sigma_{nett} \left(\frac{B - c1}{2} \right)^2 \cdot B = 350.62 \text{ kNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 438.27 \text{ kNm}$$

Koefisien ketahanan Rn:

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^6}{\phi b \cdot d^2} = 0.9739$$

Rasio Tulangan yang diperlukan:

$$P = \frac{0.85 \cdot F_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 F_c}} \right] = 0.0025$$

Pembatasan nilai p:

$$p_b = \left(\frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = 0.0271$$

$$P_{max} = 0.75 \cdot p_b = 0.0203$$

Syarat rasio tulangan:

$$P_{min} < P < P_{max}$$

Tulangan minimum untuk susut dan suhu,

$$P = 0.0020$$

$$0.0020 < 0.0025 < 0.0203 \longrightarrow \text{aman}$$

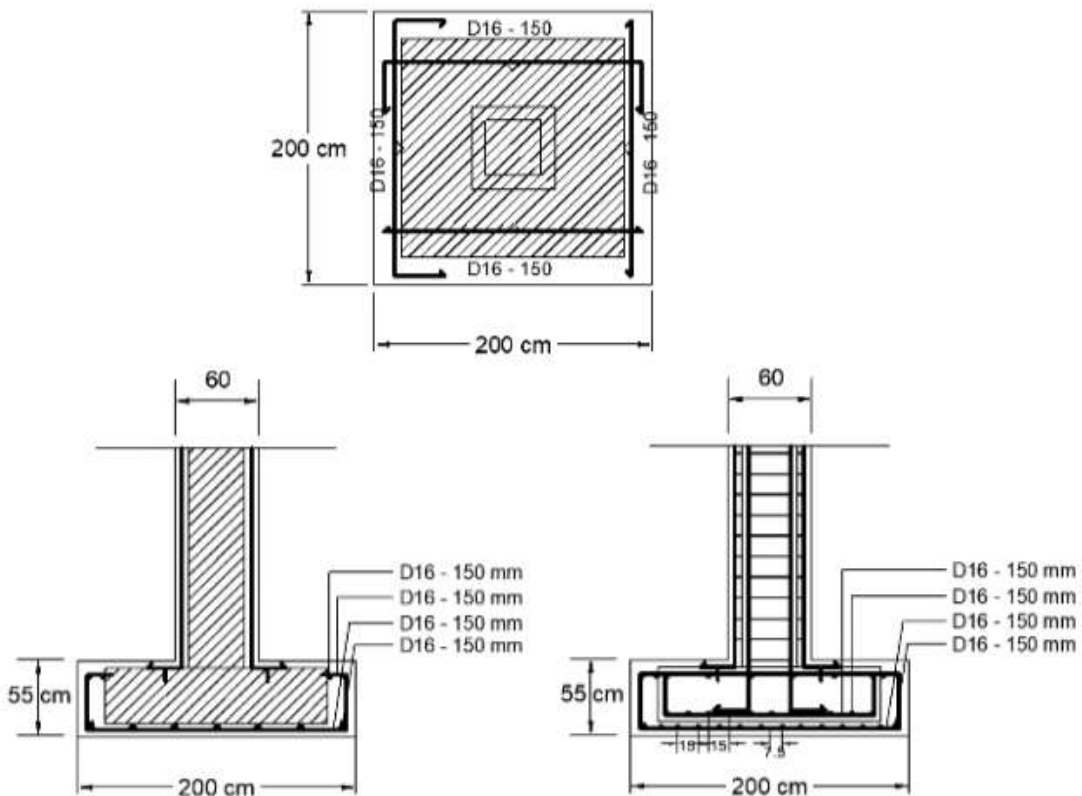
Luas tulangan yang diperlukan:

$$A_s = p \cdot b \cdot d = 2493.4 \text{ mm}^2$$

Dengan perhitungan diatas maka dipakai tulangan:

Tulangan bawah : D22 – 150 mm

Tulangan atas : D16 – 150 mm



Gambar 8. Detail Rencana Perkuatan Pondasi

Dari hasil perhitungan dimensi pondasi yang memenuhi semua syarat dan kriteria pondasi yaitu 200 x 200 x 55 cm, mengingat dimensi pondasi existing 160 x 160 x 40 cm maka tentunya dilakukan penyesuaian baik dimensi maupun penulangan dengan cara perkuatan pondasi, dengan metode tergambar pada detail Gambar 8.

Karena perhitungan pondasi sudah memenuhi semua kriteria maka tidak lagi dilanjutkan untuk perhitungan pondasi gabungan maupun tipe lainnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis struktur menggunakan sap 2000 untuk bangunan ruko 3 lantai yang dialih fungsikan menjadi bangunan Hotel 6 lantai, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan SAP 2000 didapat Beban Aksial (P) 286220,32 kN dan Momen (M) 3664,92 kN/m dimana pasitas daya dukung pondasi maksimum tidak mampu menahan beban yang bekerja akibat penambahan beban. Dengan dimensi pondasi existing 160 x 160 x 40 cm hasil perhitungan daya dukung tanah netto 1118.05 kN/mm² di mana daya dukung tanah lebih kecil 822 kN/mm². Pondasi mampu memikul geser satu arah (V_{u1}) 268.33 kN dan V_c 466.67

kN sementara hasil perhitungan ϕV_c 350 kN yang artinya lebih besar dari V_{u1} . Tapi pondasi tidak mampu menahan geser dua arah (V_{u2}) 2194.50 kN (Pers. 3) sementara hasil perhitungan $\phi V_c = 1645.88$ kN.

2. Luas tulangan pada pondasi eksisting bangunan Ruko 3 lantai dengan dimensi 160 x 160 x 40 cm adalah 1341 mm², sementara luas tulangan yang diperlukan pada bangunan Hotel 6 lantai dengan dimensi pondasi 200 x 200 x 55 cm adalah sebesar 2493,4 mm², yang artinya terjadi peningkatan luas tulangan sebesar 1152,4 mm².
3. Pondasi perlu direkayasa ulang sampai daya dukung pondasi mampu menahan beban-beban yang bekerja.

Saran

Penelitian ini merujuk pada lokasi dan bangunan yang sudah ditentukan sebagai objek simulasi, maka semua data – data yang digunakan dalam perhitungan menyesuaikan dengan data – data yang ada. Disarankan untuk penelitian selanjutnya tetap memperhatikan data – data sesuai dengan objek penelitian masing – masing, karena data objek penelitian mempengaruhi hasil pemilihan tipe pondasi yang sesuai dengan kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan Badan Penerbit PU, 1983
- Schodek L. Daniel, 1999, *Struktur-Edisi Kedua*, Erlangga. Hal.2
- Standar Nasional Indonesia 1726:2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung*.
- Standar Nasional Indonesia 1727:2013, *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*.
- Standar Nasional Indonesia 2847:2019, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.