

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR KOMPOSIT PADA GEDUNG MALL DINOYO MALANG

Fajar

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang (UNISMA)

Jl. MT.Haryono 193, Malang, Jawa Timur 65144

Fajar_RI@yahoo.com

ABSTRAK

Perencanaan pembangunan gedung mall dinoyo malang dilatarbelakangi meningkatnya jumlah sumber daya manusia dikota malang dan pemenuhan kebutuhan primer, dan untuk mengagkat pendapatan pasar tradisional. Sruktur gedung mall dinoyo menggunakan beton bertulang, memiliki enam lantai dengan panjang bangunan 80 m, lebar bangunan 76,73 m dan tinggi bangunan 26 m. Secara umum tugas akhir ini adalah merencanakan alternatif struktur kantor menggunakan struktur komposit baja-beton. Standar perencanaan yang digunakan yaitu SK SNI 03-1726-2002, SK SNI 03-2847-2002 dan SK SNI 03-1729-2002. Perhitungan studi alternatif perencanaan struktur komposit menghasilkan tebal pelat 15 mm dengan tulangan wiremesh terpasang M9-150 ; balok anak yang digunakan adalah WF 350.175.7.11 ; balok induk WF. 400.200.8.13 ; kolom komposit menggunakan WF. 400.400.13.21 dengan 4D19 sebagai tulangan longitudinal dan $\emptyset 10 - 250$ sebagai tulangan sengkang. Perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang kedalaman 5,2 m, tulangan pokok 9D19-200

Kata Kunci : Struktur Komposit Baja-Beton, mall dinoyo

PENDAHULUAN

LatarBelakang

Pertambahan penduduk di kota Malang dari tahun ketahun semakin mengalami peningkatan. Dikarenakan Kota Malang merupakan kota pariwisata dan pendidikan. Yang mendorong semakin meningkatnya perekonomian dan pertambahan penduduk.

Persoalan yang dihadapi di kota Malang saat ini semakin banyaknya penduduk, pemenuhan kebutuhan baik primer, sekunder dan tersier harus dipenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan setiap harinya, pemerintah kota Malang membuat terobosan dengan penyatuan pembangunana nantara pasar tradisional dan modern. Selain untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat juga mengangkat perekonomian dari pedagang tradisional, dalam pencapaian sasaran dan tujuan pembangunan.

Konstruksi yang digunakan pada area 1 gedung mall Dinoyo merupakan gedung perbelanjaan berlantai enam, panjang bangunan 80 m lebar 76,73 m dengan menggunakan struktur beton bertulang.

Dalam penulisan tugas akhiri ni penulis mengambil alternatif lain yaitu struktur system komposit . Sistem struktur komposit terbentuk dengan adanya interaksi antara komponen-komponen baja dan beton yang masing-masing karakteristik dasar materialnya dimanfaatkan secara optimal. Baja-beton merupakan salah satu konstruksi komposit yang ideal karena beton memiliki kekuatan tekan tinggi dan baja memiliki kekuatan tarik tinggi dan pertimbangan lain adalah efisiensi waktu dalam pekerjaan di lapangan serta bekas bongkaran material baja masih dapat digunakan lagi.

Selain merencanakan alternative struktur komposit dalam penulisan tugas akhir, di hitung juga rencana anggaran biaya yang sudah ditetapkan oleh pemerintah.

Identifikasi Masalah

Sesuai dengan judul tersebut di atas, maka ada beberapa masalah yang dapat diidentifikasi antarlain :

1. Dengan bentang balok 8 m maka perlu plat lantai yang sesuai.
2. Perencanaan balok dengan struktur beton bertulang, bentang 8 m maka dimensinya cukup besar.
3. Beban yang di terima dari plat, balok dan beban gempa yang cukup besar maka dimensi kolom harus memenuhi kekuatan beban yang terjadi.
4. Dengan beban yang cukup besar yang di terima oleh pondasi, maka pondasi harus tetap stabil agar tidak terjadi kerusakan pada struktur

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Berapa dimensi plat lantai?
2. Berapa dimensi balok komposit?
3. Berapa dimensi kolom komposit?
4. Berapa dimensi sambungan serta jenis sambungan yang digunakan pada joint kolom dan balok?
5. Berapa dimensi pondasi serta jenis pondasi yang digunakan agar dapat memikul beban yang bekerja?
6. Berapa biaya struktur komposit tersebut?

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah :

1. Menerapkan materi perkuliahan yang telah diperoleh selama perkuliahan dalam bentuk perencanaan secara utuh.
2. Memberikan alternative perencanaan struktur gedung mall Dinoyo berupa perencanaan struktur komposit.

Sedangkan manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk melatih kemampuan penulis dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat banyak dengan metode komposit.

2. Sebagai salah satu referensi khasanah pendidikan dari Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang.

1.5 Lingkup Pembahasan

Sesuai dengan judul skripsi “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Beton Komposit Pada Gedung Mall Dinoyo Malang, maka lingkup pembahasannya meliputi:

1. Perhitungan Atap
 - 1.1. Perencanaan atap
 - 1.2. Perhitungan atap
 - 1.3. Perencanaan gording
 - 1.4. Analisa pembebanan
 - 1.5. Penampang kompak
 - 1.6. Kontrol lendutan
 - 1.7. Perhituntan ikatan angin
 - 1.8. Pembebanan kuda-kuda
 - 1.9. Perencanaan profil kuda-kuda
 - 1.10. Perencanaan dimensi kolom
2. Perhitungan Plat
 - 2.1. Menentukan ketebalan plat
 - 2.2. Perhitungan pembebanan plat deck
 - 2.3. Perhitungan momen plat deck
 - 2.4. Perhitungan penulangan positif plat deck
3. Perhitungan balok
 - 3.1. Pemilihan profil baja
 - 3.2. Perhitungan kontrol tegangan pada penampang
 - 3.3. Perhitungan control lendutan
4. Perhitungan kolom
 - 4.1. Perhitungan portal
 - 4.2. Pemilihan profil baja kolom komposit
 - 4.3. Perhitungan kekakuan kolom komposit
 - 4.4. Kontrol kelangsingan kolom komposit
5. Perhitungan sambungan joint antara kolom dan balok
 - 5.1. Perhitungan sambungan
 - 5.2. Kontrol sambungan
6. Perhitungan pondasi
 - 6.1. Perhitungan daya dukung tiang
 - 6.2. Distribusi pembebanan pada tiang
 - 6.3. Perhitungan penulangan pondasi
7. Perhitungan rencana anggaran biaya
 - 6.1 Harga bahan
 - 6.2 Harga satuan
 - 6.3 Volume
 - 6.4 Perhitungan rencana anggaran biaya

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bangunan tingkat tinggi sangat erat hubungannya dengan komponen-komponen pendukungnya dan merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan pada suatu perencanaan dari suatu gedung. Komponen-komponen tersebut terdiri dari plat lantai, balok, kolom dan pondasi yang terbentuk jadi satu kesatuan yang disebut portal. Bangunan dapat berdiri kokoh apabila didukung dengan portal yang kokoh pula dan semua komponen struktur portal harus diproporsikan untuk menyatu dan saling mendukung guna mendapat kekakuan yang cukup untuk menahan atau memikul beban-beban yang terjadi, baik beban dalam akibat massa pembebanan atau beban luar akibat gempa dan angin.

Teori Pembebanan Beban Mati

Beban mati adalah berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, seperti atap, dinding, lantai, balok, kolom termasuk segala beban tambahan, finishing, mesin-mesin serta peralatan yang tetap yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari gedung.

Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan sesuai gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung.

Beban Gempa

Beban gempa merupakan semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. standar ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian peralatan secara umum. Akibat gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun agar probabilitas terjadinya terbatas 10% selama umur

gedung 50 tahun untuk berbagai kategori gedung bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I

Teori Plat Lantai Baja (Pelat Steel Deck)

Plat steel deck merupakan plat lantai dan atap yang terdiri dari panel baja (cold-formed steel-deck panels) yang berfungsi sebagai cetakan maupun tulangan positif bagi beton yang terletak diatasnya, perencanaan plat steel deck beberapa cara berbeda dengan perencanaan plat lantai beton bertulang yang memakai tulangan bersirip permukaannya. Luas penampang yang terdiri dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan didistribusikan pada sebagian dari tinggi plat melalui suatu cara yang tergantung dari bentuk lantai baja tersebut, berhasilnya lantai baja tersebut berfungsi sebagai kekuatan plat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya untuk menjamin lekatan yang kuat dipakai plat penyalur geser, alat ini juga dapat melawan kecendrungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertical.

Dalam menganalisis perhitungan penulangan plat, yang perlu diperhatikan adalah:

1. Menentukan momen berdasarkan "Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang" Gideon kusuma yaitu :
$$M_u = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2$$
 (grafik dan table perhitungan beton bertulang hal26)
2. Menentukan koefisien tahanan
$$K = R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$
 (struktur beton bertulang, istimawan hal 220)
3. Menentukan luas efektif (As)
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$
 (struktur beton bertulang)

dimana :

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

dimana :

rasio tulangan kondisi regangan maksimum :

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

Perhitungan Balok Komposit Lebar Efektif Plat

1. untuk balok interior (balok dalam dengan ke dua sisi gelagar)
 $b_E \leq L/4$
 $b_E \leq b_o$ (untuk jarak balok yang sama)
 $b_E \leq b_f + 16 t_2$
2. Untuk balok-balok eksterior (balok dengan plat hanya salah satu sisi)
 $b_E \leq L/12 + b_f$
 $b_E \leq \frac{1}{2} (b_o + b_f)$
 $b_E \leq b_f + 6 t_s$

METODOLOGI

Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data. Dalam tahap awal disusun hal-hal penting yang harus dilakukan untuk mengefektifkan waktu perjalanan.

Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi untuk penentuan desain.
2. Menentukan data-data yang dibutuhkan.
3. Mencari instansi yang akan dijadikan narasumber.
4. Pengadaan persyaratan administrasi untuk perencanaan data.
5. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir.
6. Survei lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi proyek.
7. Perencanaan jadwal pembuatan desain.

Susunan persiapan di atas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang

berulang. Sehingga tahap pengumpulan data dapat optimal.

Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data peran instansi terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengumpulan data adalah:

- a. Jenis data.
- b. Tempat diperolehnya data.
- c. Jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai (cukup dan akurat).

Untuk studi alternatif perencanaan struktur komposit pada gedung kantor dermaga multipurpose Tanjung Perak Surabaya diperlukan sejumlah data yang didapat secara langsung yaitu dengan melakukan peninjauan langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi pembangunan gedung ataupun data yang diperoleh dari instansi terkait, dengan tujuan agar dapat mendapatkan gambaran yang sesuai untuk perencanaan gedung.

Metode yang dilakukan selama proses pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Metode literatu

Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

2. Metode observasi

Dengan langsung survei ke lapangan agar keadaan sesungguhnya yang ada di lapangan diketahui, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

Proses pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei di lapangan yang diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Data lokasi
Adalah data yang memberikan keterangan kondisi fisik pembangunan gedung sebagai bahan dalam menentukan alternatif perencanaan gedung yang memungkinkan.
2. Data teknis
Merupakan data-data perencanaan yang menjadi acuan perhitungan konstruksi.
3. Data tanah
Adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian tanah pada daerah setempat untuk menentukan perencanaan pondasi yang akan digunakan.

Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan perencanaan dan perhitungan konstruksi yaitu sebagai berikut:

Perhitungan Atap

- Data rencana
- Perencanaan gording
- Analisa pembebanan
- Penampang kompak
- Kontrol lendutan
- Perhitungan ikatan angin
- Pembebanan kuda-kuda
- Perencanaan profil kuda-kuda

Perhitungan kolom

- Data perencanaan
- Kontrol tegangan geser
- Kontrol tegangan
- Kontrol tekuk kolom
- Kontrol tegangan akibat faktor tekuk

Sambungan atap

- a. Sambungan portal atap
 - Perencanaan sambungan las
 - Persyaratan ukuran las
 - Kuat rencana las
 - Panjang total las
- b. Sambungan atap ke kolom
 - Data perencanaan
 - Kontrol panel
 - Analisa rangkastabilitas daerah panel
 - Analisa sambungan baut
 - Tahanan nominal baut
 - Gaya tarik akibat tekuk

- Gaya geser yang diterima satu baut
 - Desain plat penghubung
 - Perhitungan sambungan las fillet\
- c. Sambungan puncak
 - Data rencana
 - Sambungan baut
 - Perhitungan las
 - Kontrol tegangan las

Perhitungan pelat

- Menghitung tebal pelat
- Menghitung beban-beban yang bekerja
- Menghitung momen pelat
- Menghitung tulangan pelat
 - o Penulangan tumpuan dan lapangan arah x
 - o Penulangan tumpuan dan lapangan arah y

Perhitungan balok

- Pemilihan profil
 - o Pendimensian balok
 - o Pembebanan balok
- Perhitungan statika momen
- Perencanaan balok komposit
 - o Kontrol terhadap kestabilan profil
 - o Menentukan lebar efektif
 - o Sifat elastisitas penampang komposit\
 - Modulus elastisitas beton
 - Modulus elastisitas baja
 - Rasio modulus elastisitas
 - Lebar penampang komposit
 - Luas penampang komposit
- Modulus penampang
 - o Penampang sebelum komposit
 - Mencari letak garis netral
 - Momen inersia (section modulus)
 - Pemeriksaan tegangan
 - o Penampang sesudah komposit
 - Mencari letak garis netral
 - Momen inersia penampang (section modulus)
 - Pemeriksaan tegangan
 - Kuat lentur daerah momen positif
 - Kuat lentur daerah momen negatif

- Pemeriksaan terhadap geser
- Pemeriksaan interaksi geser dan lentur
- Kontrol lendutan
- Perencanaan penghubung geser

Perhitungan kolom

- Pemilihan profil
 - Pendimensian kolom
- Perhitungan statika momen
- Desain penampang
 - Pemeriksaan terhadap syarat luas minimum profil baja
 - Pemeriksaan syarat jarak tulangan sengkang/pegikat lateral
 - Pemeriksaan syarat luas tulangan longitudinal
- Kuat rencana kolom komposit
 - Modifikasi tegangan leleh
 - Modifikasi modulus elastisitas
 - Analisa tekuk kolom komposit
 - Amplifikasi momen
 - Kuat nominal kolom
- Kombinasi tekan dan lentur
- Penyaluran beban
 - Kuat rencana kolom
 - Kekuatan aksial profil
 - Beban tekan aksial pada beton
 - Luas penumpu beton

Perhitungan sambungan balok dengan kolom

- Data perhitungan
- Kontrol daerah panel
 - Besarnya gaya geser terfaktor dari balok ke kolom
 - Analisa stabilitas rangka
- Perhitungan sambungan baut
 - Kuat geser nominal untuk satu baut
 - Kuat tarik nominal untuk satu baut
 - Kuat tumpu nominal untuk satu baut
 - Menghitung kebutuhan jumlah baut
- Perhitungan sambungan pelat ujung
- Perhitungan sambungan balok dengan pelat ujung
 - Ukuran las yang direncanakan
 - Tebal las
 - Elektroda las yang digunakan
 - Kekuatan las
- Perhitungan sambungan pelat ujung dengan kolom

Perhitungan sambungan balok anak dengan balok induk

- Data perhitungan
- Perhitungan sambungan pelat siku dengan balok anak
 - Kuat geser nominal untuk satu baut
 - Kuat tarik nominal untuk satu baut
 - Kuat tumpu nominal untuk satu baut
 - Menghitung kebutuhan jumlah baut
- Perhitungan sambungan pelat siku dengan balok induk
 - Ukuran las yang direncanakan
 - Tebal las
 - Elektroda las yang digunakan
 - Kekuatan las
 - Kekuatan sambungan las yang memikul gaya terfaktor

Perhitungan pelat dasar kolom

- Data perhitungan
 - Menentukan luas pelat dasar maksimum
 - Perencanaan dimensi pelat dasar kolom
 - Perhitungan baut angkur
 - Perhitungan sambungan pelat dasar dengan kolom
 - Ukuran las yang direncanakan
 - Tebal las
 - Elektroda las yang digunakan
 - Kekuatan las
 - Kekuatan sambungan las (*las fillet*)

Perhitungan pondasi

- Pengolahan data SPT
- Data perhitungan
- Perhitungan poer pondasi
 - Spesifikasi poer
 - Perhitungan beban
 - Gaya dan momen yang terjadi
 - Beban yang dilimpahkan ke tiang pancang
- Perencanaan tiang pancang
 - Data perencanaan
 - Pengolahan data SPT
 - Perhitungan daya dukung tiang pancang
 - Berdasarkan kekuatan bahan tiang
 - Terhadap kekuatan tanah

- Daya dukung tiang dalam kelompok
 - Menentukan jumlah tiang yang dibutuhkan
- Efisiensi kelompok tiang
- Distribusi pembebanan tiang
- Perhitungan tulangan poer pondasi
 - Data perencanaan
 - Tegangan poer
 - Penulangan poer
- Perhitungan tulangan tiang pancang
 - Data perencanaan
 - Penulangan pokok
 - Penulangan spiral

Perhitungan RAB

- perhitungan volume
- harga bahan
- harga upah
- analisa harga satuan
- RAB

PERHITUNGAN STRUKTUR

Perencanaan Atap

Data Perencanaan :

Struktur Atap : Portal Baja

Perencanaan Gording

- Direncanakan gording profil Light lip channels 150.50.20.4,5

Analisa Pembebanan

A. Beban Tetap (DL)

Dipergunakan gording [150 x 50 x 20 x 4,5]

Berat gording = 9,2 kg/m

Berat penutup atap = 75 kg/m

$q = 84,2 \text{ kg/m}$

Berat akibat sambungan = 8,42 kg/m

$q \text{ total} = 92,62 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned} q_x &= 83,7 \text{ kg/m} \\ q_y &= 39,658 \text{ kg/m} \\ M_{qx} &= 128,166 \text{ kgm} \\ M_{qy} &= 15,182 \text{ kgm} \end{aligned}$$

B. Beban hidup

$P = 100 \text{ kg}$ ditengah-tengah batang gording

$$\begin{aligned} P_x &= 90,369 \text{ kg} \\ P_y &= 42,818 \text{ kg} \\ M_{px} &= 79,073 \text{ kgm} \\ M_{py} &= 18,733 \text{ kgm} \end{aligned}$$

C. Beban angin

Tekanan angin = 25 kg/m^2

Angin tekan (q_{w1}) = 3,375 kgm

Angin hisap (q_{w2}) = 6 kgm

$$\begin{aligned} M_{qw1} &= 5,168 \text{ kgm} \\ M_{qw2} &= 9,188 \text{ kgm} \end{aligned}$$

D. Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned} M_{ux\max} &= 284,450 \text{ kgm} \\ M_{uy\max} &= 55,541 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Penampang Kompak

$$\begin{aligned} M_{nx} &= 1176,0000 \text{ kgm} \\ \Phi \times M_{nx} &= 1058,4000 \text{ kgm} > M_{ux\max} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= 252,000 \text{ kgm} \\ \Phi \times M_{uy\max} &= 226,8000 \text{ kgm} > M_{uy\max} \end{aligned}$$

Perhitungan puntir

$$= 0,719 \leq 1,00 \text{ OK}$$

Kontrol Lendutan

Modulus elastisitas (E) = $2,1 \times 10^6$

$F_x = 0,212 \text{ cm}$

$F_y = 1,037 \text{ cm}$

$F^0 = 1,058 \text{ cm}$

$F^0 < \bar{f}$

$1,058 < 1,458 \rightarrow \text{OK}$

Pembebanan kuda-kuda

Dicoba profil kuda-kuda wf 250.175.7.16

1. Beban mati

- a. Berat kuda-kuda = 66,15 kg
- b. Berat Gording = 32,2 kg
- c. Berat Sendiri Atap = 262,5 kg
- P = 360,85 kg

2. Beban Hidup = 100 kg

3. Beban angin

W tekan tepi = 118,125 kg

W tekan tengah = 118,125

W tekan pucuk = 118,125

Perencanaan Profil Kuda-Kuda

Perencanaan Batang atas diambil momen terbesar yaitu

Pada batang 3 $M_z = 49052 \text{ kgcm}$

$L_k = 14,705 \text{ m} \rightarrow 1470,5 \text{ cm}$

Dicoba profil WF 250.175.11.7

kondisi tumpuan jepit sendi, periksa kelangsingan penampang

Flens = 15,492 mm

Web = 42,926 mm

Kondisi tumpuan jepit – sendi, factor panjang tekuk Arah sumbu bebas bahan X

$\lambda_x = 116,016$

Arah sumbu bebas bahan Y

$\lambda_y = 281,435$

$\lambda_y > \lambda_x$ (batang menekuk ke sumbu lemah)

$\lambda_{cy} = 3,105$

$0,25 < \lambda_{cy} < 3,2$

$\omega_y = 1,324$

$N_n = 80809.67 \text{ kg/cm}$

$\frac{M_z}{\phi N_n} = 0,714 < 1 \dots\dots\dots \text{OK}$

Perhitungan plat

$\frac{l_y}{l_x} = \frac{8}{4} = 2$

$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times dx$

$-M_{lx} = 1130,564 \text{ kgm}$

$M_{tx} = 292,3872 \text{ kgm}$

$M_{ly} = 1598,383 \text{ kgm}$

$-M_{ty} = 1033,101 \text{ kgm}$

Perhitungan penulangan

tebal plat lantai = 150 mm

selimut beton = 20 mm

Data Perencanaan steel deck

$dx = h - \text{tebal penutup beton} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan}$

$dx = 125 \text{ mm}$

Penulangan : $f_c' = 30 \text{ Mpa}$

$f_y = 240 \text{ Mpa}$

perhitungan momen kapasitas plat komposit

momen kapasitas

$M_u = M_{ly} = 1665,558 \text{ kgm} \leq M_n$

$d = \text{tebal plat} - \text{tinggi steel deck} + h_1$

$= 8,5583 \text{ cm}$

$A_s = \text{luas steel deck per } 1 \text{ m} = 16 \text{ cm}^2$

$M_n = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (Z_1)$

Untuk gaya tarik baja sama dengan gaya tekan beton

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = 1,506 \text{ cm}^2$$

$$Mn = \phi \cdot As \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ = 2547,65 \text{ kgm}$$

Syarat desain plat adalah $Mn > Mu$ jadi,

$$Mn = 2547,65 \text{ kgm} > Mu = 1665,558 \text{ kgm}$$

Perhitungan penulangan

1. Penulangan Lapangan dan Tumpuan Arah x

Diket:

$$Mlx = 11,30564 \text{ kNm}$$

$$\phi = 0,8$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} \\ = 0,904 \text{ Mpa}$$

$$w = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot Rn}{f'c}} \right) \\ = 0,031$$

$$\rho = w \times \frac{f'c}{fy} \\ = 0,0038$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} \\ = 0,0058$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times 0,85 \times \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \times \frac{600}{600 + fy} \\ = 0,0484$$

$$\rho_{min} > \rho = 0,0058 > 0,0038$$

Di pakai $\rho_{min} = 0,0058$

$$As_{perlu} = \rho \cdot b \cdot d \\ = 725 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan $\phi 10 - 100 \text{ mm}$ dengan $As = 785 \text{ mm}^2 > As_{perlu} = 725 \text{ mm}^2$ (grafik dan tabel perhitungan beton bertulang)

Tulangan bagi direncanakan $\phi 8$

$$As'_{bagi} = 20\% \times As \\ = 145 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan bagi $\phi 8 - 100 \text{ mm}^2$ dengan $As = 503 \text{ mm}^2 > As'_{bagi} = 145 \text{ mm}^2$

2. Penulangan Tumpuan Arah y

$$Mly = 15,98383 \text{ kNm}$$

$$Rn = 1,485 \text{ Mpa}$$

$$w = 0,051$$

$$\rho = 0,0064$$

$$\rho_{min} = 0,0058$$

$$\rho_{max} = 0,0484$$

$$As_{perlu} = 739,891 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan $\phi 10 - 100 \text{ mm}$ dengan $As_{ada} = 785 \text{ mm}^2 > As_{perlu} = 739,891 \text{ mm}^2$

Tulangan bagi direncanakan $\phi 8$

$$As'_{bagi} = 147,978 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan bagi $\phi 8 - 100 \text{ mm}$ dengan $As_{ada} = 503 \text{ mm}^2 > As'_{bagi} = 147,978 \text{ mm}^2$

Konversi besi tulangan konvensional ke wire mesh

Tulangan konvensional = $\phi 10 - 100$

Tulangan besi polos (fy) = 2400 kg/cm^2

Besi wire mesh (fyw) = 5000 kg/cm^2

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 1000/s \\ = 785 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tulangan wire mesh} = As \times fy/fyw \\ = 376,8 \text{ mm}^2$$

Dicoba tulangan wire mesh, M8 – 100

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 1000/S$$

$$= 502,4 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{wire mesh}} > A_{\text{tul konven}} = 502,4 \text{ mm}^2 > 376,8 \text{ mm}^2$$

Tulangan plat lantai (S1) menggunakan tulangan wire mesh M8 - 100

Perhitungan gaya gempa

Berat Total Bangunan

$$W_{\text{total}} = 4877067,6 \text{ kg}$$

Waktu Getar Alami Dasar

$$T = 0,631 \text{ detik}$$

$$T = 0,631 > T_c = 0,6$$

Koefisien Gempa Dasar (C), Nilai C untuk zona 3

$$A_r = 0,33$$

$$C = 0,523$$

Faktor keutamaan I = 1

menghitung gaya geser dasar total akibat gempa (v)

analisa statik equivalen

$$\text{Diket : } R = 6,4$$

$$V = 398547,868 \text{ kg}$$

Perencanaan Balok Induk

Balok Induk arah Memanjang (Lantai 4)

Data statika

Dari hasil perhitungan statika pada padang 282 dengan staad pro di peroleh hasil sebesar.

$$M_{u \text{ tumpuan A}} = 521,718 \text{ kNm}$$

$$M_{u \text{ tumpuan B}} = 191,627 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ulap}} = 213 \text{ kNm}$$

$$V_u = 22048 \text{ kg}$$

Data profil WF 450 x 300 x 11 x 18 Kontrol terhadap kestabilan

Plat badan (Web)

$$h_c = 40,4 \text{ cm}$$

$$\text{Kontrol } \lambda \leq \lambda_p$$

$$\lambda \quad 36,7 \leq 108,443$$

Menentukan lebar efektif

$$b_E = 200 \text{ cm}$$

Sifat Elastisitas penampang komposit

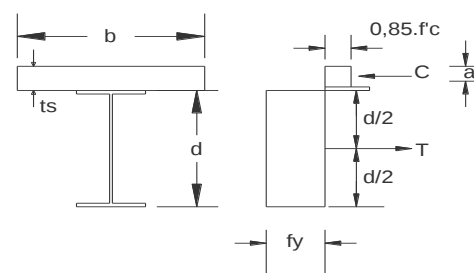
1. Modulus elastisitas beton (E_c)
 $E_{\text{beton}} = 26403,49 \text{ Mpa}$
2. Modulud elastisitas baja (E_s)
 $E_{\text{baja}} = 210000 \text{ Mpa}$
3. Elastisitas baja beton (n), $n = 8$

Lebar penampang komposit (b_{tr})

$$b_{tr} = 25 \text{ cm}'$$

$$= \frac{521,718 \times 10^6 \times 162,21}{8 \times 159612,3 \times 10^4}$$

$$= 6,628 \text{ MPa}$$



Desain momen positif

$$a = 7,407 \text{ cm}$$

Sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton

$$C = 377760 \text{ kg}$$

Tinggi balok tekan pada sayap profil baja dihitung sebagai berikut:

$$d_f = 33,297 \text{ cm}$$

Kuat lentur nominal (M_n)

$$M_n = 125780,86 \text{ kgm}$$

Kuat lentur rencana

$$\phi M_n = 106913,73 \geq M_{ulapangan}$$

Desain Momen Negatif

- Luas tulangan longitudinal dalam penampang efektif plat beton ($\phi 12$)
 $A_{sr} = 14,695 \text{ cm}^2$
- Tulangan yang menambah kekuatan tarik nominal (T_{sr})
 $T_{sr} = 35268,48 \text{ kg}$
- Gaya tekan maksimum pada penampang profil baja
 $C_{mak} = 377760 \text{ kg}$

Di asumsi sumbu netral plastis berada dalam profil WF dan keseimbangan gaya dapat diekspresikan sebagai berikut

$$T_s = 171245,8 \text{ kg}$$

Jika sumbu netral plastis jatuh di flens, maka jarak sumbu netral plastis dari tepi atas flens adalah sebesar :

$$h' = 2,378 \text{ cm} > 1,5 \text{ cm}$$

Kontrol kekuatan momen nominal (M_n)

- Titik berat Y1 dari gaya tekan C_s di dalam penampang baja, diukur dari dasar penampang baja.

$$A_{profil} = 157,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{flens} = -54 \text{ cm}^2$$

$$A_{total} = 103,4 \text{ cm}^2$$

Lengan momen

$$Y_{profil} = 22 \text{ cm}$$

$$Y_{flens} = 43,1 \text{ cm}$$

Table perhitungan y_1 dari gaya tekan C_s yang diukur dari dasar penampang baja

Elemen	Luas (A) (cm^2)	Lengan Momen N.A (y) cm	A.y (cm^2)
--------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------

Profil Wf	157,4	22	3462,8
Flans	-54	43,1	-2327,4
Total	103,4		1135,4

$$y_1 = 10,981 \text{ cm}$$

Momen internal terhadap C_s

$$M_{n1} = 15172,15 \text{ kgm}$$

$$M_{n2} = 54507,54 \text{ kgm}$$

$$M_n = 69679,69 \text{ kgm}$$

$$\phi M_n = 59227,73 \text{ kgm} \geq tumpuan = 52171,8 \text{ kgm}$$

Kontrol terhadap gaya geser

plat badan memikul gaya geser (V_u) harus memenuhi $\phi V_n \geq V_u$

$$\left(\frac{h}{tw}\right) \leq 1,1 \times \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}$$

$$40 \leq 72,758$$

- kuat geser nominal plat di hitung sebagai berikut

$$A_w = 48,4 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 69696 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 73440 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 59241,60 \text{ kg} \geq 22048 \text{ kg}$$

- pemeriksaan terhadap lendutan

Diket :

$$\blacksquare \text{ Beban kombinasi} = 52171,8 \text{ kg/m}$$

- lendutan yang di izinkan

$$\Delta = 3.333 \text{ cm}$$

- Lendutan yang terjadi

Beban mati

$$\Delta_1 = 0,270 \text{ cm}$$

Lendutan total

$$\frac{\Delta}{\Delta_1} = \Delta_1$$

$$= 0,270 \text{ cm}$$

Lendutan yang terjadi < lendutan izin $\Delta = 0,270 \text{ cm} < \Delta = 3,333 \text{ cm} \dots \text{Ok}$

Perencanaan penghubung geser

$$d = 12,7$$

Luas penampang melintang satu buah stud connector

$$A_{sc} = 126,613 \text{ mm}^2$$

Modulus elastisitas

$$E_c = 2640,349 \text{ Mpa}$$

Kuat geser satu buah stud connector

$$Q_n = 17817,21 \text{ N}$$

$$A_{sc} \times f_u = 46846,81 \text{ N} > Q_n$$

Gaya tekan pada beton

$$C_{max} = 76500 \text{ N}$$

Gaya tarik maksimum pada baja

$$T_{max} = 377760 \text{ N}$$

Untuk menentukan jumlah stud (n) maka dari C_{max} dan T_{max} di ambil nilai terkecil yaitu

$$n = 25 \text{ buah stud (untuk } \frac{1}{2} \text{ bentang)}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan Study Alternatif Perencanaan Struktur Komposit Pada Gedung Mall Dinoyo Malang, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan pelat lantai dengan tebal 150 mm menggunakan tulangan *weremesh* M10 – 200.
2. Dimensi balok komposit menggunakan baja WF 350.175.7.11 dan balok induk menggunakan baja WF 450.300.11.18, baja WF 800.300.16.30 dan baja WF 400.200.8.13.
3. Kolom komposit menggunakan profil WF 400.400.13.21 dengan dimensi kolom 50 cm x 50 cm.
4. Pondasi yang digunakan menggunakan pondasi tiang pancang dengan ukuran 2 m x 2 m spesifikasi tiang pancang diameter 20 cm, jumlah tiang pancang 4 buah dan kedalaman tiang 5,2 m
5. Hasil dari perhitungan struktur beton komposit pada Maal Dinoyo, menghasilkan rencana anggaran biaya sebesar Rp 28.578.100.000_

Saran

Saran yang berkaitan dengan tugas akhir Study Alternatif Perencanaan Struktur Komposit Pada Gedung Mall Dinoyo Malang antara lain :

1. Dalam perhitungan RAB, untuk bisa membandingkan nilai ekonomisnya maka bisa dihitung struktur beton bertulang dan alternatif struktur komposit
2. Untuk perencanaan pondasi dapat memakai pondasi kaisan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. **SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung**. Badan Standardisasi Nasional.
- Anoim. 2002. **SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**. Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. 2002. **SNI -1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunann Gedung**. Badan Standardisasi Nasional.
- AgusSetiawan, 2008, **Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- E. Bowles 1993. **Analisis Dan Desain Pondasi**. Edisi Ke empat Jilid 2. Penerbit Erlangga.
- Gunawan Rudy, 1988, **Tabel Profil Konstruksi Baja**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hery C.H 1994. **Mekanika Tanah 1**. PT Gramedia Pustaka Umum Jakarta.
- kh Sunggono, 1995, **Buku Teknik Sipil**, Penerbit Nova, Bandung.
- Kusuma Gideon, Vis W.C., 1993. **Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang**, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Salmon Charles, 1996, **"Struktur Baja Desain Dan Prilaku"**, Jilid Ketiga, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Sardjono,HS. 1998. ***Pondasi tiang pancang jilid 1*** ,Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.

Sosrodarsono, Suyonodan Kazuto Nakazawa, 2000. ***Mekanika tanah dan teknik pondasi***. PT Pradya Paramita. Jakarta.

Sutarman E, 2013, ***Konsep & Aplikasi Pengantar Teknik Sipil***, Penerbit ANDI, Yogyakarta.