



Tersedia Secara Online di
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

JURMATEKS

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

Desain Struktur Atas Gedung Rawat Inap 3 Lantai RSUD Nganjuk Menggunakan Standart Nasional Indonesia (SNI)

I. I. Wati^{1*}, E. Gardjito², S. Winarto³, M. H. Nastotok⁴, I. Mustofa⁵

^{1*,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Kadiri.

Email : ^{1*}inesindria6@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history :

Artikel masuk : 29 – 09 – 2021
 Artikel revisi : 14 – 10 – 2021
 Artikel diterima : 20 – 10 – 2021

Keywords :

Building, Construction, Design,
Upper Structure.

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

[9]

S. Winarto, A. I. Candra, E. Siswanto, and R. Ajiono, "Analysis Causes Damage and Prevention of Concrete," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042031

ABSTRACT

The hospital building is one of the building facilities that is developed continuously. The building was built as an effort to fulfill health facilities. In its construction, the hospital building must be properly planned so that it is safe to use. Planning includes the design and calculation of structural details. Several hospitals in the Nganjuk area added building units to meet the needs of the community, one of which was the Nganjuk Hospital which added a building to support services. Planning a multi-storey building is a solution because it will be able to accommodate many patients. This plan aims to plan the structure of the Nganjuk Regional General Hospital Building. The planning carried out includes the calculation of structural dimensions, calculation of loading, and calculation of reinforcement which were analyzed using SAP2000 software. The calculation results show that the dimensions of the columns used are 40/40 and 15/15 for practical columns, the dimensions of the beams are 35/50 and 30/40 and 25/35. Reinforcement on beams obtained diameters of 16 and 10 mm, reinforcement on columns obtained diameters of 19 and 10 mm, while on plates obtained diameters of 10 mm. Thus, these results can be used as a reference in the implementation of the construction of the Nganjuk Regional General Hospital Building.

1. Pendahuluan

Gedung merupakan struktur fisik dari pembangunan konstruksi yang digunakan sebagai penunjang aktifitas manusia. Pembangunan gedung didasarkan berdasarkan atas kebutuhan penggunaan gedung itu sendiri, seperti sebagai sarana perkantoran, rumah sakit, gedung olahraga dan sebagainya[1][2]. Peningkatan prasarana gedung sangat diperlukan sebagai penunjang pertumbuhan sosial serta ekonomi di suatu daerah. Perencanaan bangunan meliputi desain serta perhitungan detail bangunan. Bangunan dirancang dan didesain sesuai permintaan dengan mempertimbangkan beban dan gerakan tanah agar tidak mengakibatkan kerusakan struktur[3].

Untuk menunjang keamanan pengguna bangunan, elemen struktur harus direncanakan dengan tepat. Perencanaan yang kurang tepat akan menyebabkan kegagalan bangunan. Pembangunan sebuah gedung harus dilakukan peninjauan kelayakan konstruksi gedung [4][5]. Kelayakan bangunan ditinjau dari segi keamanan bangunan tersebut, dengan kata lain dalam perencanaan dituntut untuk menciptakan suatu konstruksi bangunan yang daktail, yaitu bangunan yang dapat menahan *respon inelastic* yang diakibatkan oleh beban yang dipikulnya [6]. Pembangunan gedung harus memenuhi syarat yang telah ditentukan dan sesuai dengan analisa perhitungan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI)[7].

Struktur dikatakan sebagai susunan dari beberapa elemen yang membentuk suatu kesatuan utuh. Beberapa bagian struktur meliputi pondasi, sloof, dinding, kolom, balok, plat, kuda-kuda, dan atap[8]. Setiap bagian struktur bangunan juga mempunyai fungsi masing-masing [9][10]. Elemen dari konstruksi gedung sendiri meliputi struktur atas serta struktur bawah bangunan. Elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur[11]. Elemen struktur atas meliputi struktur balok, kolom dan juga plat. Perencanaan elemen tersebut meliputi pemilihan material penyusun, perhitungan dimensi, desain penulangan hingga pemodelan [12][13].

Perkembangan pembangunan di daerah Nganjuk mengalami peningkatan setiap tahunnya. Beberapa gedung bertingkat terus dikembangkan untuk menunjang sarana dan prasarana masyarakat. Pada tahun 2019-2020 pemerintah Nganjuk merencanakan pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah guna sebagai upaya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat serta meningkatkan fasilitas dan pelayanan kesehatan bagi masyarakat. Perencanaan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Nganjuk dibangun dengan luas bangunan 600 m² dengan jumlah lantai sebanyak 3 lantai sehingga dapat menampung pasien lebih banyak.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur atas gedung Rumah Sakit Umum Daerah Nganjuk sesuai dengan Standart Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Sehingga akan didapatkan elemen struktur bangunan yang yang stabil, kuat, mampu layan, awet dan ekonomis dan kemudahan pelaksanaan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Nganjuk yang berlokasi di Jl. Dr. Sutomo 62 Nganjuk Payaman, Kauman, Kec. Nganjuk, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. Bangunan direncanakan setinggi 12,6meter dengan luas bangunan 600meter. Gedung tersebut didirikan dengan jumlah lantai sebanyak 3 lantai. Pada penelitian ini, dilakukan perencanaan struktur atas dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia yang

berlaku. Perencanaan yang dilakukan meliputi perhitungan pembebanan, dimensi struktur, penulangan struktur hingga pemodelan menggunakan aplikasi SAP2000.

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan merencanakan elemen struktur atas Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Nganjuk. Dilakukan pengumpulan beberapa data dan informasi dari pihak-pihak terkait, pengumpulan data meliputi Text book dan jurnal-jurnal terkait, Peninjauan lokasi penelitian, Informasi data dari owner. Dari data yang terkumpul, kemudian dilakukan modelisasi struktur yang akan di analisis dengan pembuatan denah. Dari analisis tersebut dilakukan perhitungan dimensi struktur meliputi struktur balok, kolom, dan juga plat. Dari dimensi tersebut digunakan sebagai data dalam perhitungan pembebanan yang meliputi beban hidup, beban mati, beban angin, serta beban gempa dengan menggunakan bantuan aplikasi SAP2000 sehingga munculah perhitungan struktur. Selanjutnya dilakukan perhitungan detail penulangan serta kontrol keamanan kekuatan struktur [14][15]

2.2 Data Penelitian

Data perencanaan meliputi data bangunan serta beban-bean yang ada pada bangunan dengan uraian sebagai berikut:

1) Data Bangunan

Beton

- Mutu beton (f_c) : 35 Mpa
- Modulus elastisitas (E_c) : $4700 \times \sqrt{35}$ = 27805 Mpa
- Mutu beton (f_c) : 30 Mpa
- Modulus elastisitas (E_c) : $4700 \times \sqrt{30}$ = 25742 Mpa

Baja

- Baja polos (f_v) : 240 Mpa (U-24)
- Baja ulir (f_v) : 390 Mpa (U-39)
- Mutu Baja Tulangan sengkang : BJ 37
- Mutu Baja Tulangan Longitudinal : BJ 55

2) Beban-beban

Beban mati

- Beton bertulang : 2400 kg/m^3
- Baja : 7850 kg/m^3
- Beban M/E : 25 kg/m^2
- Plafond + penggantung : 18 kg/m^2

- Pasangan batu bata (setengah batu) : 250 kg/m²
- Adukan semen per cm tebal : 21 kg/m²
- Penutup lantai/keramik : 24 kg/m²

Beban hidup :

- Beban hidup bangunan : 287 kg/m²
- Beban hidup atap : 100 kg/m²

2.3 Pembebanan

Dalam merencanakan suatu struktur bangunan bertingkat, beban merupakan faktor utama dalam perencanaan. Besar dan macam beban yang bekerja pada struktur tergantung dari jenis struktur. Pada perhitungan struktur bangunan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Nganjuk dilakukan perhitungan pembebanan meliputi beban hidup, beban mati, beban gempa serta beban angin. Beban hidup meliputi jumlah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna gedung, termasuk beban pada lantai dari barang yang dapat berpindah[16]. Beban mati meliputi jumlah semua berat dari suatu bangunan gedung yang bersifat tetap dan terpasang yaitu lantai, dinding, tangga, plafon, atap, finishing, komponen arsitek dan struktur lain. Beban gempa meliputi semua beban yang bekerja pada bangunan gedung atau bagian bangunan yang dipengaruhi dari gerakan tanah akibat gempa[17][18]. Serta beban angin meliputi seluruh beban yang bekerja pada bangunan gedung atau bagian gedung disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

2.4 Struktur Atas Gedung

Struktur atas gedung merupakan seluruh bagian yang terpenting dalam sebuah gedung untuk meneruskan beban menuju ke bawah. Struktur atas gedung meliputi kolom, balok dan pelat yang perlu dilakukan perencanaan dan perhitungan dengan tepat [19][20].

1) Balok

Untuk menentukan dimensi atau luas penampang balok mengacu pada SNI 2847; 2013 pasal 9.5.2.2 tabel 9.5(a) yang menyatakan untuk balok kedua ujung menerus tebal minimum balok adalah $L/21$ dan tebal maksimum menurut pasal 8.12.3 (a) SNI 2847; 2013 adalah $1/12 L$ [21]. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$h \geq \frac{e}{12} \times \left(0,4 + \frac{fy}{700}\right) \text{ dan } \frac{1}{50} e < b < \frac{2}{3} h$$

Semakin jauh jarak bentangan balok, semakin tinggi pula balok yang menopang (agar tidak melendut) dan semakin tinggi balok semakin lebar juga dimensi balok tersebut[22].

2) Kolom

Kolom merupakan elemen struktur bangunan gedung yang dibebani dengan gaya aksial tekan. Kolom merupakan komponen struktur bangunan dengan rasio yang tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan [23][21]. Dimensi kolom dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{I_{kolom}}{L_{Kolom}} \geq \frac{I_{Balok}}{L_{Balok}}$$

Lebar penampang kolom = lebar balok + (2 x 5 cm)

3) Pelat

Desain pelat didapatkan melalui kombinasi penggunaan solusi klasik berdasarkan prinsip kontinum elastis linier, metode numerik yang berdasarkan pada elemen diskrit, dan semua kasus evaluasi kondisi tegangan di sekitar tumpuan yang berhubungan dengan torsi, geser, serta lentur. Tebal pelat lantai direncanakan sebesar 1/40 bentang [24].

2.5 Penulangan

Dalam desain tulangan diperhitungkan tulangan geser dan tulangan lentur dengan uraian sebagai berikut:

1) Tulangan Geser

Tulangan geser atau tulangan sengkang atau tulangan stirrup merupakan tulangan yang berfungsi untuk menahan gaya geser. Tulangan geser diperlukan untuk menahan gaya tarik arah tegak lurus dari retak yang diakibatkan oleh gaya geser. Rumus yang dapat digunakan untuk memperhitungan tulangan geser menurut SNI-03-2847-2019 diuraikan sebagai berikut:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{F_c^1} b_w d \quad [25]$$

Dimana :

ϕ = factor reduksi kuat geser senilai 0.75

V_u = gaya geser terfaktor

V_n = kuat geser nominal

V_c = kuat geser nominal disumbangkan beton

V_s = kuat geser nominal disumbangkan tulangan geser

F_c^1 = kuat tekan beton yang disyaratkan

λ = 1 untuk normal beton

N_u = beban aksial terfaktor

A_g = luas brutto penampang

b_w = lebar badan balok

d = jarak dari serat tekan terluar titik berat tulangan tarik longitudinal, tidak perlu $< 0.8h$

2) Tulangan Lentur

Nilai kekuatan tarik aksial maksimum P_{nt} untuk komponen prategang, komposit, dan nonprategang tidak boleh melebihi nilai $P_{nt,max}$ yang dihitung dengan persamaan:

$$P_{nt,max} = f_y A_{st} + (f_{se} + \Delta f_p) A_{pt}$$

Dimana $(f_{se} + \Delta f_p)$ tidak melebihi nilai f_{py} , sedangkan nilai A_{pt} adalah nol untuk komponen nonprategang.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Perhitungan Dimensi Struktur

Perhitungan dimensi struktur dilakukan pada struktur balok, kolom dan plat dengan uraian sebagai berikut:

1) Dimensi Balok

Perhitungan dimensi balok dilakukan untuk mengetahui dimensi tinggi (h) dan lebar (b).

Balok yang akan direncanakan meliputi balok dengan bentang 6m (B1) dan 5 m (B2).

Dengan uraian perhitungan sebagai berikut:

$$h \geq \frac{e}{12} \times \left(0,4 + \frac{fy}{700}\right) \text{ dan } \frac{1}{50} e < b < \frac{2}{3} h$$

- B1 Bentang balok : 6 meter

$$h \geq \frac{6}{12} \times \left(0,4 + \frac{390}{700}\right) = 0,48 \text{ meter}$$

Jadi h dipakai : 0,5 meter

$$\frac{1}{50} \times 6 = 0,1 < b < \frac{2}{3} \times 0,4 = 0,32 \text{ meter}$$

Jadi b dipakai : 0,35 meter

- B2 Bentang balok : 5 meter

$$h \geq \frac{5}{12} \times \left(0,4 + \frac{390}{700}\right) = 0,39 \text{ meter}$$

Jadi h dipakai : 0,4 meter

$$\frac{1}{50} \times 5 = 0,1 < b < \frac{2}{3} \times 0,4 = 0,27 \text{ meter}$$

Jadi b dipakai : 0,3 meter

- B3 Bentang balok : 4 meter

$$h \geq \frac{4}{12} \times \left(0,4 + \frac{390}{700} \right) = 0,32 \text{ meter}$$

Jadi h dipakai : 0,35 meter

$$\frac{1}{50} \times 4 = 0,08 < b < \frac{2}{3} \times 0,35 = 0,21 \text{ meter}$$

Jadi b dipakai : 0,25 meter

Dari perhitungan diatas dapat diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Balok 1 = 35 cm x 50 cm

b. Balok 2 = 30 cm x 40 cm

c. Balok 3 = 25 cm x 35 cm

2) Dimensi Kolom

Perhitungan dimesi kolom dilakukan untuk mengetahui dimensi tinggi dan lebar kolom dengan bentang yang telah direncanakan dengan ketentuan tinggi kolom : 12,6 meter

$$\frac{I_{kolom}}{L_{Kolom}} \geq \frac{I_{Balok}}{L_{Balok}}$$

$$\frac{\frac{1}{12} b x h^3}{12,6} \geq \frac{\frac{1}{2} \times 0,20 \times 0,40^3}{5}$$

Direncanakan b kolom = h

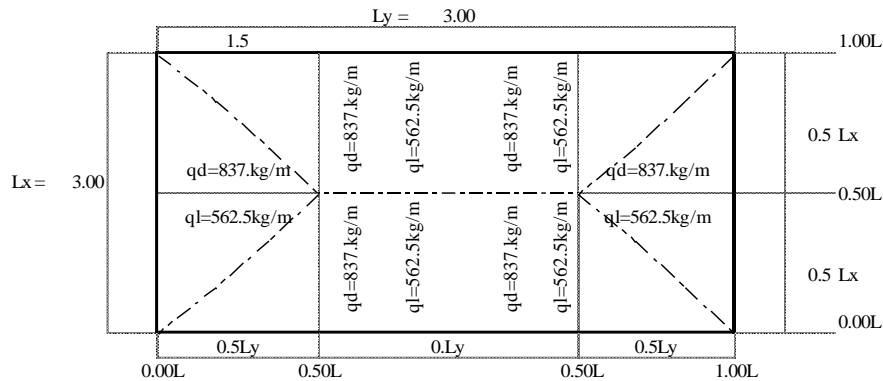
$$\frac{\frac{1}{12} b x h^3}{12,6} \geq \frac{\frac{1}{2} \times 0,20 \times 0,40^3}{5}$$

$$h \geq 0,38 \text{ m}$$

Dari perhitungan dapat diperoleh kolom dengan dimensi 40 x 40 cm

3) Dimensi Pelat

Desain pelat didapatkan melalui kombinasi penggunaan solusi klasik berdasarkan prinsip kontinum elastis linier, metode numerik yang berdasarkan pada elemen diskrit, dan semua kasus evaluasi kondisi tegangan di sekitar tumpuan yang berhubungan dengan torsi, geser, serta lentur.



Sumber : Computer and Structures, Inc. 2001. SAP Manual: Integrated Building Design Software. California: Berkeley

Gambar 1. Gambar Distribusi Pelat

Untuk pendekatan dengan kondisi distribusi beban sebenarnya, beban dari pelat yang bekerja pada balok dimodelkan berupa beban trapesium atau segitiga. Tebal pelat lantai 12 cm dan pelat atap 12cm.

3.2 Perhitungan Pembebanan

1) Beban lantai 1 (w1) beban mati

| | | |
|----------------------|---|--------------|
| - Sloof 30/40 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 295,1 \text{ m}$ | = 84989 kg |
| - Kolom 15/15 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 176,4 \text{ m}$ | = 9526 kg |
| - Kolom 40/40 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,55 \text{ m} \times 147 \text{ m}$ | = 56448 kg |
| - Dinding 4/4 | = $250 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 295,1 \text{ m}$ | = 1180400 kg |
| - Spesi 2 cm | = $21 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ | = 25200 kg |
| - Penutup lantai | = $24 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 14400 kg |
| - Plafond dan rangka | = $18 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 10800 kg |
| - Pelat lantai | = $2400 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$ | = 172800 kg |
| - Beban hidup | = $250 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 150000 kg |

Jumlah keseluruhan beban pada lantai 1 sebesar 1704563 kg.

2) Beban lantai 2 (w2) beban mati

| | | |
|---------------|---|--------------|
| - Balok 35/50 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,35 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 160 \text{ m}$ | = 15120 kg |
| - Balok 30/40 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 230 \text{ m}$ | = 66240 kg |
| - Balok 20/35 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,20 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 167,5 \text{ m}$ | = 39375 kg |
| - Kolom 15/15 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 239,4 \text{ m}$ | = 12928 kg |
| - Kolom 40/40 | = $2400\text{kg}/\text{m}^3 \times 0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 147 \text{ m}$ | = 56448 kg |
| - Dinding 4/4 | = $250 \text{ kg}/\text{m}^2 \times 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 313,1 \text{ m}$ | = 1252400 kg |

| | | |
|----------------------|---|-------------|
| - Spesi 2 cm | = $21 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ | = 25200 kg |
| - Penutup lantai | = $24 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 14400 kg |
| - Plafond dan rangka | = $18 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 10800 kg |
| - Pelat lantai | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$ | = 172800 kg |
| - Beban hidup | = $250 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 150000 kg |

Jumlah keseluruhan beban pada lantai 2 sebesar 1815711 kg.

3) Beban lantai 3 (w3) beban mati

| | | |
|----------------------|--|--------------|
| - Balok 35/50 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,35 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 160 \text{ m}$ | = 15120 kg |
| - Balok 30/40 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 230 \text{ m}$ | = 66240 kg |
| - Balok 20/35 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,20 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 167,5 \text{ m}$ | = 39375 kg |
| - Kolom 15/15 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 302,4 \text{ m}$ | = 16330 kg |
| - Kolom 40/40 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 147 \text{ m}$ | = 56448 kg |
| - Dinding 4/4 | = $250 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 313,1 \text{ m}$ | = 1252400 kg |
| - Spesi 2 cm | = $21 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ | = 25200 kg |
| - Penutup lantai | = $24 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 14400 kg |
| - Plafond dan rangka | = $18 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 10800 kg |
| - Pelat lantai | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$ | = 172800 kg |
| - Beban hidup | = $250 \text{ kg/m}^2 \times 20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ | = 150000 kg |

Jumlah keseluruhan beban pada lantai 3 sebesar 1825113 kg.

4) Beban atap (w4) beban mati

| | | |
|---------------|--|--------------|
| - Balok 35/50 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,35 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 160 \text{ m}$ | = 15120 kg |
| - Balok 30/40 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 230 \text{ m}$ | = 66240 kg |
| - Balok 20/35 | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,20 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 167,5 \text{ m}$ | = 39375 kg |
| - Pelat atap | = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 13 \text{ m} \times 27 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$ | = 1440000 kg |
| - Beban hidup | = $100 \text{ kg/m}^2 \times 13 \text{ m} \times 27 \text{ m}$ | = 60000 kg |

Jumlah keseluruhan beban pada lantai 4 sebagai atap sebesar 1620735 kg.

Sehingga didapatkan beban total ($w_1 + w_2 + w_3 + w_4$) sebesar 6966121 kg.

3.3 Perhitungan Penulangan

Perhitungan penulangan struktur dilakukan pada struktur balok, kolom dan plat dengan uraian sebagai berikut:

1) Penulangan Balok

Dalam merencanakan penulangan struktur balok terbagi menjadi dua yaitu tulangan lentur dan tulangan geser dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil perhitungan penulangan lentur

| Nama | Ukuran Balok | Daerah | Letak Tulangan | Asperlu mm ² | ASmin mm ² | Ø mm | Luas mm ² | n | ASAktual mm ² | Cek | Di Pasang |
|------|-----------------|--------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------|-------------------------|---|-----------------------------|------|-----------|
| B1 | 350 x 500 | Tump. | Atas | 720 | 555 | 16 | 201,14 | 4 | 805 | Aman | 4 D 16 |
| | | | bawah | 537 | 555 | 16 | 201,14 | 3 | 603 | Aman | 3 D 16 |
| | | Lap. | Atas | 185 | 555 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | | bawah | 322 | 555 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| B2 | 300 x 400 | Tump. | Atas | 389 | 368 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | | bawah | 141 | 368 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | Lap. | Atas | 97 | 368 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | | bawah | 154 | 368 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| B3 | 250 x 350 | Tump. | Atas | 389 | 262 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | | bawah | 141 | 262 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | Lap. | Atas | 97 | 262 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |
| | | | bawah | 154 | 262 | 16 | 201,14 | 2 | 402 | Aman | 2 D 16 |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulangan Geser (Excel 2013).

Dari **Tabel 1** dapat dilihat hasil perhitungan penulangan lentur pada balok I (35x50), balok II (30x40) dan balok III (25x35). Struktur tersebut menggunakan besi diameter 16 mm.

Tabel 2. Hasil perhitungan penulangan geser

| Nama | Ukuran Balok | Daerah | Av/Sperlu mm ² /mm | Ø mm | Luas mm ² | Sperlu mm | Smax mm | Sterpakai mm | di Pasang |
|------|-----------------|--------|----------------------------------|---------|-------------------------|--------------|------------|-----------------|------------|
| B1 | 350 x 500 | Tump. | 0,461 | 10 | 157,14 | 340,87 | 96 | 96,00 | P 10 - 90 |
| | | Lap. | 0,461 | 10 | 157,14 | 340,87 | 221 | 221,00 | P 10 - 220 |
| B2 | 300 x 400 | Tump. | 0,465 | 10 | 157,14 | 337,94 | 86 | 85,50 | P 10 - 80 |
| | | Lap. | 0,465 | 10 | 157,14 | 337,94 | 171 | 171,00 | P 10 - 170 |
| B2 | 250 x 350 | Tump. | 0,465 | 10 | 157,14 | 337,94 | 73 | 73,00 | P 10 - 70 |
| | | Lap. | 0,465 | 10 | 157,14 | 337,94 | 146 | 146,00 | P 10 - 140 |

Dari **Tabel 2** dapat dilihat hasil perhitungan penulangan geser pada balok I (35x50), balok II (30x40) dan balok III (25x35). Struktur tersebut menggunakan besi berdiameter 10 mm.

2) Penulangan Kolom

Perhitungan penulangan kolom yang dilakukan meliputi perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil perhitungan penulangan lentur

| Nama | Ukuran Kolom | As perlu mm ² | Ø Mm | Luas mm ² | n | AS _{Aktual} mm ² | Cek | di Pasang | | |
|------|--------------|--------------------------|------|----------------------|----|--------------------------------------|------|-----------|---|----|
| K1 | 400 x 400 | 1650 | 19 | 283,643 | 10 | 2836,429 | Aman | 10 | D | 19 |
| K2 | 150 x 150 | 2367 | 19 | 283,643 | 10 | 2836,429 | Aman | 10 | D | 19 |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulangan Lentur (Excel 2013).

Dari **Tabel 3.** dapat dilihat hasil perhitungan penulangan geser pada kolom I (40x40) dan kolom II (15x15). Kolom ini menggunakan besi berdiameter 19 mm.

Tabel 4. Hasil perhitungan penulangan geser

| Nama | Ukuran Kolom | Av/S _{Perlu} mm ² | Ø mm | n | Luas mm ² | S _{perlu} mm | S _{max} mm | S _{pakai} mm | Dipasang | | | | |
|------|--------------|---------------------------------------|------|---|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|---|----|---|-----|
| K1 | 450x450 | 0,975 | 10 | 3 | 235,71 | 241,76 | 114 | 114 | 3 | P | 10 | - | 110 |
| K2 | 150x150 | 0,852 | 10 | 3 | 235,71 | 276,66 | 114 | 114 | 3 | P | 10 | - | 110 |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulangan Geser (Excel 2013).

Dari **Tabel 4.** dapat dilihat hasil perhitungan penulangan geser pada kolom I (40x40) dan kolom II (15x15). Kolom ini menggunakan besi berdiameter 10 mm.

3) Penulangan Pelat

Perhitungan penulangan plat ditentukan berdasarkan luas tulangan terlebih dahulu. Hasil perhitungan penulangan plat diuraikan sebagai berikut:

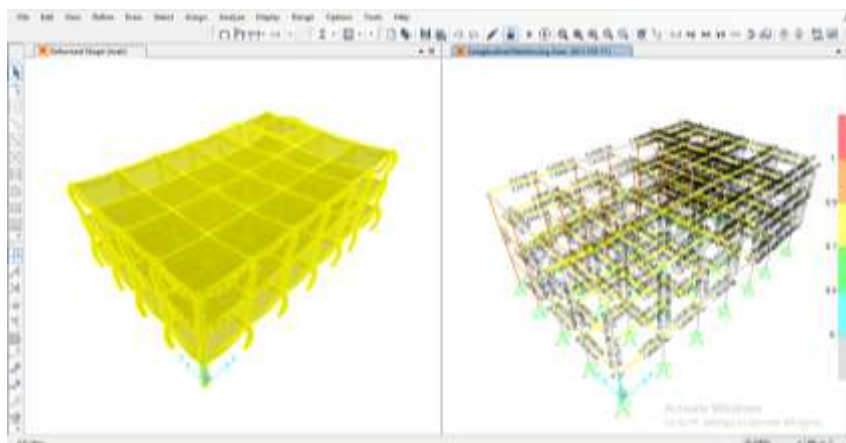
Tabel 5 Hasil perhitungan penulangan pelat

| Nama | Daerah | Mu KNm | Ø mm | jarak mm | Luas mm ² | fc | Fy | ØMn KNm | a mm | Cek | di Pasang | | | |
|-----------------|--------|--------|------|----------|----------------------|----|-----|---------|-------|------|-----------|----|---|-----|
| Tulangan Arah x | Tump. | 9,8 | 10 | 85 | 924,37 | 35 | 240 | 16,227 | 7,457 | Aman | P | 10 | - | 85 |
| Tulangan Arah x | Lap. | 6 | 10 | 150 | 523,81 | 35 | 240 | 9,378 | 4,226 | Aman | P | 10 | - | 150 |
| Tulangan Arah Y | Tump. | 9,14 | 10 | 85 | 924,37 | 35 | 240 | 16,227 | 7,457 | Aman | P | 10 | - | 85 |
| Tulangan Arah Y | Lap. | 6,9 | 10 | 150 | 523,81 | 35 | 240 | 9,378 | 4,226 | Aman | P | 10 | - | 150 |

Sumber : Hasil Perhitungan Penulangan Pelat (Excel 2013).

Dari **Tabel 5** dapat dilihat hasil perhitungan penulangan geser pada kolom I (40x40) dan kolom II (15x15). Kolom ini menggunakan besi berdiameter 10 mm.

Setelah dilakukan perhitungan penulangan dilakukan analisa menggunakan software SAP2000 dengan melakukan proses input data, hasil analisa ditunjukkan pada **Gambar 2**. Hasil analisa disini diperoleh dari hasil analisis program sap2000 v20. Apabila didalam hasil analisa di program sap 2000 berwarna merah maka bangunan tersebut tidak layak atau bisa terjadinya roboh atau runtuh.



Sumber : Computer and Structures, Inc. 2001. *SAP Manual: Integrated Building Design Software*. California: Berkeley

Gambar 2. Gambar Analisa beban.

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi kolom yang digunakan adalah 40/40 dan 15/15 untuk kolom praktis, dimensi balok yaitu : B1 = 35/50; B2 = 30/40 dan B3 = 25/35.
2. Perhitungan penulangan lentur pada balok I (35x50), balok II (30x40) dan balok III (25x35). Struktur tersebut menggunakan besi diameter 16 mm dengan penulangan geser berdiameter 10 mm. perhitungan penulangan geser pada kolom I (40x40) dan kolom II (15x15). Kolom ini menggunakan besi berdiameter 19 mm dengan penulangan geser berdiameter 10 mm. Sera penulangan plat dengan diameter 10 mm.

5. Ucapan Terima Kasih

Peneliti mendukung Universitas Kadiri, khususnya kepada Fakultas Teknik yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan penyusunan laporan.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Cahyo, H. Wahyudiono, and S. D. Hartantyo, "Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Serbaguna Universitas Kadiri," *U KaRsT*, vol. 1, no. 2, pp. 137–145, 2017.
- [2] R. Rizaludin, S. Winarto, and A. Ridwan, "Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Gedung Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Kadiri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 55, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.889.
- [3] R. K. Goel and A. K. Chopra, "Dual-level approach for seismic design of asymmetric-plan buildings," *J. Struct. Eng. (United States)*, vol. 120, no. 1, pp. 161–179, 1994, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9445(1994)120:1(161).
- [4] M. I. Zidny, W. A. Widiyanto, and I. Nurhuda, "Perencanaan struktur gedung politeknik kesehatan semarang," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 4, no. 4, pp. 362–370, 2016.
- [5] M. Al Asyari, Y. Cahyo, and S. Winarto, "Analisa Plat Konvensional Dengan Plate Flates Pada Gedung Bpn Kotamadya Malang," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 259–269, 2018, doi: 10.30737/jurmateks.v1i2.383.
- [6] J. D. Pangouw and S. O. Dapas, "Studi Variasi Dimensi Balok Terhadap Kinerja Struktur Dengan Analisis Pushover Berdasarkan Fema 440 Dan SNI 1726 : 2012," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [7] Sumarsono and M. S. Wahyuni, "Analisis Perhitungan Struktur Bangunan Rumah Toko (Ruko) Jalan Terminal Kota Pagar Alam," *J. Ilm. Bering's*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2016.
- [8] A. Giynasiar Fatah, A. Ridwan, and S. Winarto, "Studi Perencanaan Bangunan Atas Gedung Permata Indah di Desa Kedung Dowo Kabupaten Nganjuk," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 289, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1139.
- [9] S. Winarto, A. I. Candra, E. Siswanto, and R. Ajiono, "Analysis Causes Damage and Prevention of Concrete," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042031.
- [10] I. N. Sinarta, I. N. Damara Putra, and I. K. Yasa Bagiarta, "Analisa Kekuatan Struktur Bambu Pada Pembangunan Entry Building Green School Ubud," *UKaRsT*, vol. 4, no. 1, p. 39, 2020, doi: 10.30737/ukarst.v4i1.661.
- [11] M. Holický and J. V. Retief, "Reliability assessment of alternative Eurocode and South African load combination schemes for structural design," *J. South African Inst. Civ. Eng.*, vol. 47, no. 1, pp. 15–20, 2005.
- [12] L. Sintyawati *et al.*, "Studi Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung Fakultas Syariah Iain Ponorogo," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 227–237, 2018.

- [13] R. Oza Pubawa, A. Ridwan, and Y. Cahyo, "Perencanaan Struktur Atas Asrama Putri Di Universitas Kadiri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 9–18, 2018, doi: 10.30737/jurmateks.v1i2.376.
- [14] Ş. T. Pektaş and M. Pultar, "Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix," *Des. Stud.*, vol. 27, no. 1, pp. 99–122, 2006, doi: 10.1016/j.destud.2005.07.004.
- [15] K. Shakeri, K. Tarbali, and M. Mohebbi, "An adaptive modal pushover procedure for asymmetric-plan buildings," *Eng. Struct.*, vol. 36, no. April 2019, pp. 160–172, 2017, doi: 10.1016/j.engstruct.2011.11.032.
- [16] Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung," *BSN*, 1989.
- [17] M. A. S. Agus Bambang Siswanto, "Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa," *J. Tek. Sipil*, vol. 11, pp. 59–72, 2018.
- [18] S. N. Indonesia, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung," *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta*, 2002.
- [19] R. S. Putra, A. Ridwan, S. Winarto, and A. I. Candra, "Study Perencanaan Struktur Atas Gedung Guest House 6 Lantai Di Kota Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 35, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.886.
- [20] K. R. Dewantara, H. Apriyatno, and A. Narendra, "Analysis Effect of Variation Form and Dimension on Structure Reinforced Concrete Column in Kali Kendeng Bridge," *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 22, no. 1, pp. 38–47, 2020, doi: 10.15294/jtsp.v22i1.21013.
- [21] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain," *Bandung Badan Stand. Indones.*, p. 196, 2013, doi: 10.1103/PhysRevB.81.115316.
- [22] A. Jalal, "Studi Variasi Dimensi Balok Terhadap Kinerja Struktur Dengan Analisis Pushover Berdasarkan Fema 440 Dan SNI 1726 : 2012," *Rekayasa Tek. Sipil*, 2018.
- [23] T. Subramani, S. Priyanka, E. S. Hameeth, P. S. Subramani, and K. R. Shuresh, "Study on analysis and design of a multi-storey building with a single column using STAAD. Pro," *Mater. Today Proc.*, vol. 33, pp. 728–731, 2020.
- [24] B. S. Nasional, "SNI 03-2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013," *Badan Standarisasi Nas.*, 2019.
- [25] 2847:2013 SNI, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1–265, 2013.