

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS GEDUNG RUSUNAWA UNIVERSITAS LANCANG KUNING

M. Ridwan Syahputra, Gusneli Yanti, Shanti Wahyuni Megasari

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: muhammadridwansyahputra11@gmail.com, gusneli@unilak.ac.id, shanti@unilak.ac.id

ABSTRAK

Penelitian terdahulu mahasiswa arsitektur Yerni (2015) untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa perlu adanya dilakukan perencanaan rusunawa baru dan sebagai penunjang keberhasilan visi Universitas Lancang Kuning 2030, namun perencanaannya hanya sebatas perencanaan ruang, tampak dan konsep-konsep arsitektur, oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan *Detail Engineering Design* (DED). Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan Stuktur Bangunan Atas Gedung Rusunawa Universitas Lancang Kuning. Perencanaan struktur terdiri dari elemen struktur balok, pelat dan kolom dimodelkan dengan program SAP2000 v14.2.2 secara tiga dimensi (3D) agar sesuai dengan kondisi aslinya. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perencanaan elemen struktur balok dengan dimensi 30/40 pada balok induk, dengan penulangan pada kondisi tumpuan dan lapangan dengan tulangan D22 pada balok induk. Pada elemen pelat direncanakan tebal pelat 120 mm pada lantai dan 100 mm dengan penulangan pelat dua arah dengan penulangan P10 setiap lantainya. Pada elemen kolom direncanakan dimensi 50/50 pada kolom lantai dasar, dimensi 45/45 pada kolom lantai 1, 2 dan 3 dengan penulangan D22 untuk lantai dasar, 1 dan 2 dan D19 untuk lantai 3.

Kata Kunci: Beton bertulang, Perencanaan struktur atas, SAP2000.

ABSTRACT

The previous research of architectural students Yerni (2015) to meet the needs of college students need to be done new apartment rental plan and as a support the success of the vision of the University of Lancang Kuning 2030, but the plan is limited to space planning, looks and architectural concepts, therefore need to do Detail Engineering Design (DED). This study aims to plan the Building Structure of Rusunawa Building University of Lancang Kuning. Structural planning consists of structural elements of beams, plates and columns modeled with SAP2000 v14.2.2 program in three dimensions (3D) to match the original conditions. Based on the result of the research, it is found that the structural planning of the beam structure with the 30/40 dimension on the beam, with the reinforcement at the supporting condition and the field with the D22 reinforcement on the master beam. In the plate elements are planned thickness of 120 mm plates on the floor and 100 mm with a two-way reinforcement plate with P10 repetition of each floor. On the column elements are planned dimensions 50/50 on the ground floor column, the 45/45 dimension on the floor columns 1, 2 and 3 with the D22 repatriation for the ground floor, 1 and 2 and D19 for the 3rd floor.

Keywords: Reinforced concrete, Top structure planning, SAP2000.

1. PENDAHULUAN

Universitas Lancang Kuning berdiri pada tanggal 9 Juni 1982 melalui SK Yayasan Raja Ali Haji No. 001/KEP – Yasrah/82. Universitas Lancang Kuning saat ini memiliki 9 Fakultas dan 18 program studi, yang memiliki visi menuju tahun 2030, yaitu menjadi Universitas unggul di tingkat nasional dengan berlandaskan budaya melayu. Dengan berlandaskan visi yang unggul tersebut dibutuhkan

kelengkapan akan fasilitas di lingkungan kampus Universitas Lancang Kuning.

Dari tahun ke tahun jumlah para calon mahasiswa yang terdaftar di Universitas Lancang Kuning terus meningkat yang mana pada tahun 2015 lalu mencapai 2893 orang dan terus meningkat pada tahun 2016 mencapai 3079 orang (Sistem Informasi Akademik Universitas Lancang Kuning-SIAK, 2017).

Dengan peningkatan akreditasi beberapa program studi yang berada di Universitas Lancang Kuning, maka setiap tahun penerimaan mahasiswa akan meningkat. Dengan penambahan jumlah mahasiswa yang terdaftar maka dibutuhkan sebuah wadah yang mampu menampung para mahasiswa dari luar daerah yang belum mempunyai tempat tinggal.

Adanya rusunawa yang dibangun di setiap Universitas selain sebagai fasilitas tempat tinggal yang layak dan dekat dengan lingkungan Universitas, bagi mahasiswa tahun pertama, juga bisa menjadi wahana pembelajaran bagi mahasiswa tinggal di hunian vertikal.

Rusunawa yang ada di lingkungan Universitas Lancang Kuning hanya diperuntukan untuk para mahasiswa dengan jumlah kamar 80 unit. Hal ini menyebabkan para mahasiswa yang mendaftar dari luar daerah memilih rumah sewa diluar lingkungan Universitas Lancang Kuning sebagai tempat tinggal yang ada lumayan jauh dan biaya yang lumayan mahal untuk ukuran mahasiswa yang belum memiliki penghasilan sendiri.

Yerni (2015), telah melakukan penelitian tentang Pengembangan Rusunawa Di Universitas Lancang Kuning, untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa perlu adanya dilakukan perencanaan rusunawa baru dan sebagai penunjang keberhasilan visi Universitas Lancang Kuning 2030, namun perencanaannya hanya sebatas perencanaan ruang, tampak dan konsep-konsep arsitektur. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan *Detail Engineering Desain* (DED) rusunawa di lingkungan Universitas Lancang Kuning agar memudahkan realisasi dalam perencanaan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi perencanaan masih berada dilokasi yang sama yaitu berada di area kampus Universitas Lancang Kuning, di JL. Yos Sudarso km 8, Pekanbaru.



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian
(sumber : Google Earth, 2017)

Pelaksanaan penyusunan penelitian ini berlangsung selama 4 (empat) bulan yakni dimulai pada bulan Maret 2017 hingga bulan Juni 2017.

Data dan Ketentuan Perencanaan

Data penelitian ini adalah berupa data sekunder dari penelitian sebelumnya (Yerni, 2015) data yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Gambar denah ruangan lantai dasar, 1, 2, 3 dan 4 dapat dilihat pada lampiran 1.
2. Gambar tampak depan, samping dan belakang dapat dilihat pada lampiran 1.

Perencanaan ini menggunakan acuan standar sebagai berikut :

1. Standard dan Tata Cara Perhitungan Struktur untuk Bangunan Gedung, SKSNI T-15-1991-03
2. Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002).
3. Baja Tulangan Beton (SNI-07-2052-2002)
4. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah & Gedung (SKBI-1987).

Analisis Data

1. Data Perencanaan

Adapun gambar perencanaan pada penelitian ini terdiri dari gambar denah per lantai dan didukung dengan gambar tampak.

Spesifikasi material pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Baja Tulangan diameter 13-36 mm menggunakan BJTS 40
- b. Baja Tulangan diameter 8-12 mm menggunakan BJTP 30
- c. Mutu Beton menggunakan K-250

Untuk beton modulus elastisitasnya adalah $4700\sqrt{f_c}$ dan untuk baja tulangan modulus elastisitasnya adalah 200.000 MPa.

2. *Preliminary design*

Perencanaan dimensi balok, meliputi :

- a. Syarat dimensi balok menurut SNI-03-2847-2002 (11.5) untuk BJTS 40 adalah :
Untuk "kondisi dua tumpuan" tebal minimum balok $(h)=L/16$
Untuk "kondisi satu ujung menerus" $h=L/18,5$
Untuk "kondisi kedua ujung menerus" $h=L/21$
Untuk Kondisi *kantilever* $h=L/8$
- b. Untuk lebar balok syaratnya $b_w=h/2 \leq d \leq 2/3h$

Perencanaan tebal pelat, meliputi :

- a. Berdasarkan SK-SNI-03-2847-2002 Pasal (15.3), rasio kekakuan lentur balok terhadap pelat lantai ditentukan dengan langkah berikut :

$$\alpha = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cp} \cdot I_p} > 1,0 \quad (1)$$

Berdasarkan SK-SNI-03-2847-2002 Pasal 11.5.6 butir 3 sub butir 3 syarat tebal pelat penahan lentur untuk :

$$0,2 \leq \alpha_m \leq 2,0$$

$$h_f = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \quad (2)$$

$$h_f \geq 120 \text{ mm}$$

$$\alpha_m \geq 2,0$$

$$h_f = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \quad (3)$$

$$h_f \geq 90 \text{ mm}$$

Keterangan :

- α = Rasio kekakuan
- α_m = Rasio kekakuan rata-rata
- E_{cb} = Modulus elastisitas balok
- E_{cp} = Modulus elastisitas pelat
- I_b = Momen inersia balok
- I_p = Momen inersia pelat
- h_f = Tebal pelat
- Ln = Bentangan bersih
- f_y = Kuat leleh baja tulangan
- β = Faktor reduksi beton

Perencanaan dimensi kolom direncanakan kolom dengan $b = h$ dimana akan digunakan dimensi yang sama untuk setiap lantai, hal ini dikarenakan belum adanya perhitungan pembebanan maka *Preliminary design* kolom menggunakan metode *trial and error* pada program SAP200 v14.2.2.

3. Pembebanan

Dikarenakan lokasi penelitian terletak dalam zona gempa 2 yakni daerah dengan kegempaan yang sangat rendah dan secara historis lokasi perencanaan jarang terjadi gempa maka dari itu dikarenakan alasan efisien maka pada penelitian ini tidak meninjau beban gempa hanya meliputi beban hidup dan beban mati

Beban mati terdiri dari beban mati sendiri elemen struktur (*Self Weight*) dan Beban mati elemen tambahan (*Superimposed Dead Load*). Pada Beban mati sendiri elemen struktur (*Self Weight*) yang terdiri dari kolom, balok dan plat sudah dihitung secara otomatis dalam SAP2000 dengan memberikan faktor pengali berat sendiri (*Self Weight Multiplier*) sama dengan 1 kemudian pada Beban mati elemen tambahan dapat dilihat pada tabel 2.3

Beban hidup adalah beban yang bekerja pada lantai bangunan tergantung dari fungsi ruang yang digunakan seperti yang terdapat pada tabel 2.4 kemudian dikalikan dengan faktor reduksi sesuai ketentuan pada tabel 2.5.

Kombinasi digunakan mengacu pada SNI 03-2847-2002 pasal 11.2 sebagai berikut :

$$\text{Kombinasi 1} = 1,4 D \quad (4)$$

$$\text{Kombinasi 2} = 1,2 D + 1,6 L \quad (5)$$

Keterangan :

D = *Dead load*

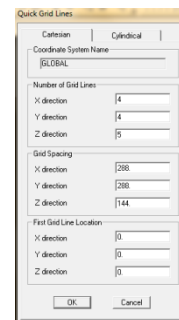
L = *Live load*

4. Permodelan Stuktur

Pemodelan struktur untuk dilakukan dengan Program SAP2000 v14.2.2 adapun langkah-langkah permodelan struktur pada SAP2000 v14.2.2 adalah input data teknis gedung, input data mutu material, dan input elemen struktur.

Input data teknis Gedung yang meliputi:

- a. Jumlah lantai (*Number of Stories*)
- b. Ketinggian antar lantai yang sama (*Typical Story Height*)
- c. Ketinggian lantai bawah (*Bottom Story Height*)
- d. Penentuan satuan (*Units*) yang akan digunakan



Gambar 2. Input data jumlah lantai, ketinggian, satuan (sumber : SAP2000 v14.2.2)

Input data mutu material meliputi data bahan material beton dan tulangan tersebut diinput ke SAP2000 v14.2.2 adapun data yang diinput meliputi mutu bahan, modulus elastisitas berat jenis material dan sifat sifat material lainnya.

Input element strukur yang meliputi :

- a. Balok
Input dimensi pada *preliminary design* pada elemen balok dengan material beton bertulang
- b. Kolom
Input dimensi *preliminary design* pada elemen kolom dengan material beton bertulang
- c. Pelat
Pelat lantai dimodelkan sebagai *Plate* , pelat diasumsikan hanya menerima gaya vertikal saja, akibat beban mati dan hidup.

5. Analisis Gaya Dalam

Analisis struktur dilakukan dengan program SAP2000 v14.2.2 untuk mengetahui berbagai gaya dalam yang terjadi seperti gaya normal (Pu), geser (Vu), dan momen (Mu).

6. Perencanaan Elemen Struktur dan Kontrol

Perencanaan balok yang meliputi perhitungan penulangan balok dihitung menggunakan program SAP2000 v14.22 kemudian dikontrol secara manual berdasarkan SNI-03-2847-2002, adapun langkah kontrolnya adalah sebagai berikut :

a. Kontrol luas penulangan

$$A_{s_{min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot w \cdot d \quad (6)$$

$$A_s > A_{s_{min}} \quad (7)$$

$$A_{s_{dipakai}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (8)$$

b. Kontrol kekuatan

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad (9)$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (10)$$

$$\phi M_n = 0,8 \cdot M_n \quad (11)$$

$$\phi M_n > M_u \quad (12)$$

c. Tulangan Geser

$$S = \left(\frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}{A_s} \right) \quad (13)$$

Keterangan :

D = Diameter tulangan digunakan

d = Tinggi efektif

bw = Lebar balok

S = Spasi atau jarak tulangan

As = Luas tulangan

fy = Kuat leleh baja tulangan

fc' = Kuat tekan silinder beton

Mu = Momen ultimit

Mn = Momen nominal

φ = Faktor reduksi

a = Tinggi tegangan beton

Pelat yang meliputi perencanaan penulangan pelat lantai dilakukan dengan mengambil lebar pelat lantai (b) sebesar 1 satuan panjang (b = 1 meter atau 1000 mm). Cara perhitungan tulangan pada pelat lantai adalah sebagai berikut:

a. Kontrol rasio penulangan

Tentukan As :

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b/S \quad (14)$$

Hitung d :

$$d = h - d' \quad (15)$$

Hitung rasio penulangan :

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (16)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (17)$$

$$\rho_B = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \quad (18)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_B \quad (19)$$

kontrol rasio penulangan :

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks} \quad (20)$$

b. Kontrol kekuatan

Hitung tinggi regangan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad (21)$$

Hitung momen nominal :

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (22)$$

Kontrol kekuatan :

$$\text{Syarat } \phi M_n \geq M_u \quad (23)$$

Keterangan :

D = Diameter tulangan digunakan

d = Tinggi efektif

b = Lebar tinjauan pelat

S = Spasi/jarak tulangan

As = Luas tulangan

fy = Kuat leleh baja tulangan

fc' = Kuat tekan silinder beton

Mu = Momen ultimit

Mn = Momen nominal

ρ = Rasio penulangan

φ = Faktor reduksi

a = Tinggi tegangan beton

Perencanaan kolom yang meliputi perhitungan penulangan kolom dihitung menggunakan program SAP2000 v14.22 kemudian dikontrol secara manual berdasarkan SNI-03-2847-2002, adapun langkah kontrolnya adalah sebagai berikut :

a. Kontrol rasio penulangan

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} \quad (24)$$

Berdasarkan SNI beton 03-2847-2002 pasal 12.9.1 rasio tulangan memanjang untuk kolom tidak boleh kurang dari 1 % dan tidak boleh lebih dari 8 %.

b. Kontrol kekuatan penampang

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad (25)$$

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,50} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3h \cdot e}{d^2} + 1,18} \quad (26)$$

$$\phi P_n > P_u \quad (27)$$

Keterangan :

ρg = Rasio penulangan kolom

Ast = Luas penulangan kolom

Ag = Luas penampang kolom

e = Eksentrisitas

Pn = Gaya aksial nominal

Pu = Gaya aksial ultimit

- b = Lebar kolom
 h = Tinggi kolom
 f_y = Kuat leleh baja tulangan
 f_c' = Kuat tekan silinder beton
 Mu = Momen ultimit
 ϕ = Faktor reduksi
 d = Tinggi efektif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data perencanaan berupa gambar dan data spesifikasi material yang akan digunakan dalam perencanaan.

Adapun gambar perencanaan arsitektur Yerni (2015) pada perencanaan ini terdiri dari gambar denah lantai dasar, 1, 2, 3 dan 4 seperti yang terdapat pada lampiran 1.

Material yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Beton K – 250
 Weight Unit per Volume : 24 kN
 Kuat silinder (f_c') : 21,7 MPa = 21.700 kN/m²
 Modulus elastisitas (E_c) : $4700\sqrt{21,7} = 21.894.132$ kN/m²
2. Baja tulangan
 Weight Unit per Volume : 78,5 kN
 Kuat leleh (f_y) BJTP 30 : 295 MPa = 295.000 kN/m²
 Kuat leleh (f_y) BJTS 40 : 390 MPa = 390.000 kN/m²
 Modulus Elastisitas : 200.000 MPa = 200.000.000 kN/m²

Preliminary Design

Preliminary design merupakan asumsi awal dimensi elemen struktur yang terdiri dari balok, pelat dan kolom.

Perencanaan dimensi balok mengacu pada SNI-03-2847-2002 pasal (11.5)
 Diketahui L (bentang terpanjang) : 6000 mm.

Maka tebal balok (h) :

$$h \geq \frac{L}{16} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right)$$

$$h \geq 375 \text{ mm} \times \left(0,4 + \frac{390}{700} \right)$$

$$h \geq 358,93 \text{ mm} \longrightarrow \text{digunakan } h = 400 \text{ mm}$$

Lebar balok (bw) :

$$bw = \frac{2}{3} h$$

$$bw = 266,67 \text{ mm} \longrightarrow \text{digunakan } bw = 300 \text{ mm}$$

Sehingga dimensi balok digunakan ukuran 30/40 cm

Perencanaan dimensi pelat mengacu SK-SNI-03-2847-2002 pasal 11.5.6 syarat tebal pelat penahan lentur, berdasarkan persamaan 3.2 dan 3.3 maka untuk pelat lantai digunakan tebal 120 mm dan pelat atap digunakan tebal 100 mm.

Perencanaan dimensi kolom digunakan dengan cara *trial dan error* pada program SAP2000 untuk memperoleh dimensi yang paling ekonomis dan aman, adapun dimensi yang didapat adalah:

1. Kolom lantai dasar : 50 x 50 cm
2. Kolom lantai 1, 2 dan 3 : 45 x 45 cm

Pembebanan

Pembebanan meliputi beban hidup dan beban mati, beban mati terdiri dari 2 jenis yaitu beban mati sendiri elemen struktur dan beban mati akibat gaya luar. Beban mati sendiri elemen struktur (*self weight*) yang terdiri dari kolom, balok dan pelat sudah dihitung otomatis dalam SAP2000 dengan memberikan faktor pengali berat sendiri (*self weight multiplier*) sama dengan 1, sedangkan beban mati yang dihitung secara manual adalah beban mati akibat gaya luar, letak dan posisi beban dapat dilihat pada lampiran 2.

Pembebanan lantai dasar terdiri dari beban hidup pelat lantai dan beban mati pelat lantai dikarenakan $L_x < 0,4 L_y$ maka pembebanan pada lantai diinput di program SAP2000 menjadi *area load* dengan definisi distribusi beban *two way* dengan rincian sebagai berikut :

1. Beban mati pelat lantai
 Spesi keramik setebal 3 cm = $0,03 \times 21 = 0,63$ kN/m²
 Keramik setebal 0,5 cm = $0,5 \times 0,24 = 0,12$ kN/m²

 = 0,75 kN/m²
2. Beban mati pada balok
 Dinding pasangan ½ bata h = 4 m
 = 4,00 x 2,50 = 10 kN/m
3. Beban hidup pelat lantai
 Lantai parkir, cafetaria, lobby = $0,90 \times 4,00 = 3,6$ kN/m²
 Lantai minimarket dan gudang = $0,80 \times 4,00 = 3,2$ kN/m²

 = 6,8 kN/m²

Pembebanan lantai 1, 2 dan 3 terdiri dari beban mati pelat lantai, beban mati pada balok dan beban hidup pelat lantai dikarenakan $L_x < 0,4 L_y$ maka pembebanan pada lantai diinput di program SAP2000 menjadi *area load* dengan definisi beban *two way* dengan rincian sebagai berikut :

1. Beban mati pelat lantai
 Spesi keramik setebal 3 cm = $0,03 \times 21 = 0,63$ kN/m²

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| Keramik setebal 0,5 cm | = $0,5 \times 0,24$ |
| | = $0,12 \text{ kN/m}^2$ |
| Instalasi plumbing | = $0,25 \text{ kN/m}^2$ |
| Planfond dan penggantung | = $0,17 \text{ kN/m}^2$ |
| | <hr/> |
| | = $1,17 \text{ kN/m}^2$ |
2. Beban mati pada balok
Dinding pasangan $\frac{1}{2}$ bata h = 4 m
= $4,00 \times 2,50$ = 10 kN/m
 3. Beban hidup pelat lantai
Lantai kamar dan dapur = $0,75 \times 2,00$
= $1,50 \text{ kN/m}^2$
Lantai gang, koridor dan balkon = $0,75 \times 3,00$
= $2,25 \text{ kN/m}^2$

Pembebanan lantai dag terdiri dari beban mati pelat lantai, beban mati pada balok dan beban hidup pelat lantai dikarenakan $L_x < 0,4 L_y$ maka pembebanan pada lantai diinput di program SAP2000 menjadi *area load* dengan definisi beban *two way* dengan rincian sebagai berikut :

1. Beban mati pelat lantai
Waterproofing = $2,00 \times 0,14$
= $0,28 \text{ kN/m}^2$
Instalasi plumbing = $0,17 \text{ kN/m}^2$
Plafond dan penggantung = $0,25 \text{ kN/m}^2$

= $0,7 \text{ kN/m}^2$
2. Beban mati pada balok
Dinding pasangan $\frac{1}{2}$ bata h = 1,2 m
= $1,2 \times 2,5$ = $3,00 \text{ kN/m}$
3. Beban hidup pelat lantai
Lantai atap dag = $1,00 \text{ kN/m}^2$

Kombinasi pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI-03-2847-2002 pasal 11.2 sebagai berikut :

1. Kombinasi 1 : 1,4D
2. Kombinasi 2 : 1,2D + 1,6L

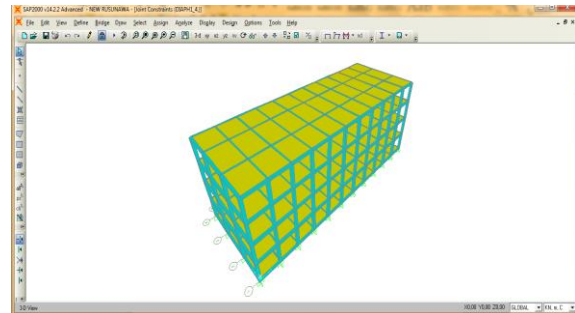
Permodelan Struktur

Permodelan struktur terbagi menjadi dua yakni struktur primer yang terdiri dari balok, kolom dan pelat kemudian struktur sekunder yang terdiri dari tangga, permodelan struktur dilakukan dengan program *Software Analysis Program* SAP2000 v.14.2.2 dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Permodelan struktur dilakukan secara *Frame and Shell Element*, yang berarti elemen balok dan kolom (*frame*) serta plat lantai (*shell*) dimodelkan secara utuh untuk mendapatkan analisis struktur yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi aslinya.
2. Permodelan struktur primer dan sekunder dimodelkan secara terpisah karena struktur

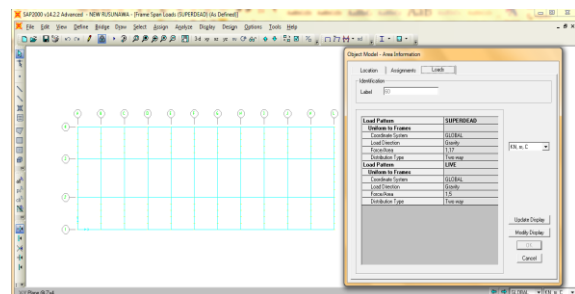
sekunder tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap struktur primer.

3. Plat lantai dianggap sebagai elemen shell yang bersifat menerima beban tegak lurus bidang (vertikal) dan dapat mendistribusikan beban lateral (horizontal) akibat gempa.
4. Efek P-delta diabaikan.
5. Pondasi dianggap jepit, karena desain pondasi menggunakan tiang pancang (pondasi dalam), sehingga kedudukan pondasi diasumsikan tidak mengalami rotasi dan translasi.



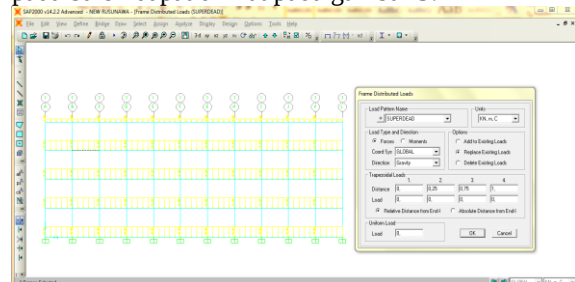
Gambar 3. Permodelan Struktur
(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Input beban mati dan beban hidup pelat lantai pada perhitungan pembebanan pada program SAP2000 dengan cara *assign – area load – uniform to frame*. Input beban dapat dilihat pada gambar 4



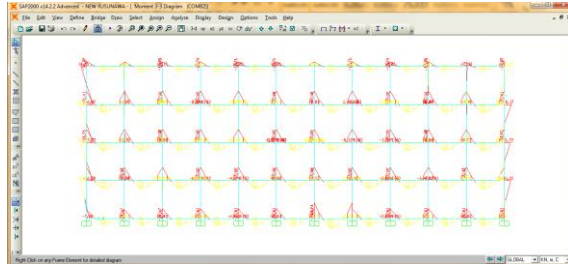
Gambar 4. Input beban pelat lantai dasar
(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Input beban mati balok pada perhitungan pembebanan pada program SAP2000 dengan cara *assign – frame load – distributed*. Input beban mati pada balok dapat dilihat pada gambar 5.

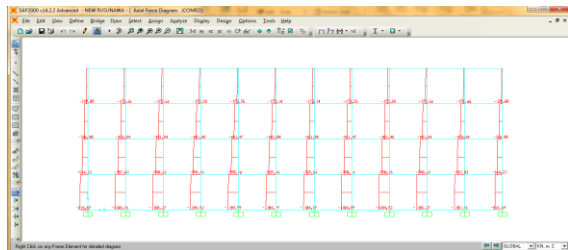


Gambar 5. Beban mati balok
(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Berdasarkan data yang telah diinput pada permodelan struktur (sub.bab 4.4) pada program SAP2000 kemudian di *run analyze* gaya dalam dengan cara *analyze – run analyze* sehingga didapat diagram momen (M_u), diagram gaya geser (V_u) dan diagram gaya aksial (P_u). Diagram gaya momen, aksial, dan geser dapat dilihat pada gambar 6, 7, dan 8.

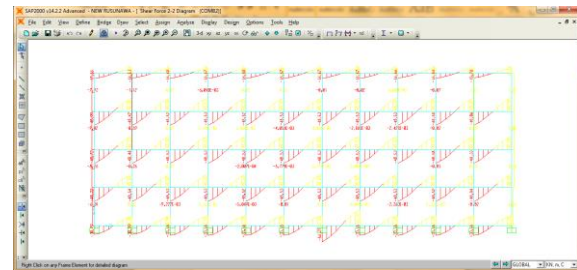


Gambar 6. Diagram gaya momen
(sumber : SAP2000 v14.2.2)



Gambar 7. Diagram gaya aksial

(sumber : SAP2000 v14.2.2)



Gambar 8. Diagram gaya geser
(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Hasil perhitungan gaya dalam pada program juga dapat di *export* dalam bentuk tabel *excel* dengan cara *display – show table*. Dari tabel gaya dalam di ambil data gaya dalam yang maksimum dan minimum mewakili setiap lantainya untuk perencanaan elemen struktur pada balok, pelat dan kolom. Hasil rekapitulasi tabel gaya dalam dapat dilihat pada tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Rekapitulasi gaya dalam elemen balok

Elemen Struktur	Tingkat	Lokasi	GAYA GESER			MOMEN		
			Kombinasi	V_u KN	Batang	Kombinasi	M_u KNm	Batang
Balok 30/40	Lantai Dasar	Tumpuan	COMB2	-97,09	8	COMB2	-108,359	8
		Lapangan	COMB2	69,21	16	COMB2	53,304	8
	Lantai 1	Tumpuan	COMB2	-66,38	82	COMB2	-70,143	82
		Lapangan	COMB2	53,38	84	COMB2	34,590	82
	Lantai 2	Tumpuan	COMB2	-66,38	162	COMB2	-70,098	162
		Lapangan	COMB2	53,01	164	COMB2	34,64	162
	Lantai 3	Tumpuan	COMB2	-66,38	242	COMB2	-70,03	242
		Lapangan	COMB2	52,84	249	COMB2	34,70	242
	Lantai 4 (dag)	Tumpuan	COMB2	-30,93	322	COMB2	-33,63	337
		Lapangan	COMB2	21,24	321	COMB2	18,08	337

(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Tabel 2. Rekapitulasi gaya dalam elemen kolom

Elemen Struktur	Tingkat	Gaya Aksial			Gaya Geser			Momen		
		Kombinasi	P_u KN	Batang	Kombinasi	V_u KN	Batang	Kombinasi	M_u KNm	Batang
Kolom 50/50	Lantai dasar	COMB2	-1105,36	415	COMB2	-9,62	406	COMB2	25,96	406
Kolom 45/45	Lantai 1	COMB2	-790,61	493	COMB2	-12,94	465	COMB2	-25,74	465
	Lantai 2	COMB2	-767,283	493	COMB2	-13,92	466	COMB2	-27,31	466
	Lantai 3	COMB2	-458,51	494	COMB2	-13,92	466	COMB2	28,38	466

(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Tabel 3. Rekapitulasi gaya dalam elemen pelat

Elemen Struktur	Tingkat	Lokasi	Momen		
			Kombinasi	Nilai	Area
				KN-m/m	
Pelat lantai h=120 mm	Lantai 1	Mt	COMB2	-0,27	34
		Ml	COMB2	0,50	34
	Lantai 2	Mt	COMB1	-0,16	83
		Ml	COMB2	0,10	94
	Lantai 3	Mt	COMB1	-0,22	116
		Ml	COMB1	0,45	122
Pelat Atap h=100mm	Lantai 4 (Dag)	Mt	COMB1	-0,11	159
		Ml	COMB2	0,16	144

(sumber : SAP2000 v14.2.2)

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, pada perencanaan pembebanan ditinjau terhadap beban hidup dan beban mati menurut pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987). Pada perhitungan beban mati akibat gaya luar dihitung dari komponen gedung yang membebani elemen struktur seperti dinding, plafon, keramik, plumbing, sementara tinjauan beban hidup dihitung berdasarkan fungsi lantai bangunannya, dikarenakan pada perencanaan arsitektur sebelumnya pada lantai dasar mempunyai fungsi ruangan yang berbeda, pada lantai 1, 2, dan 3 mempunyai fungsi ruangan yang sama sehingga pembebanan pelat lantainya disesuaikan terhadap fungsi lantainya.

Perhitungan gaya dalam dihitung menggunakan program *Structure Analisis Program* (SAP2000 v.14) dengan memodelkan struktur dalam *frame* dan *shell* secara tiga dimensi (3D) dengan pereletakan jepit pada pondasinya, kemudian hasil run analisis SAP2000 di *export* kedalam data file *microsoft excel*, dikarenakan elemen struktur mempunyai beban yang berbeda-beda sehingga pada data gaya dalam momen, geser dan aksial diambil data yang mewakili setiap lantainya untuk perencanaan elemen struktur. Berdasarkan gambar perencanaan denah arsitektur sebelumnya (Yerni, 2015) jarak antar kolom direncanakan 6 (enam meter), Perhitungan perencanaan elemen struktur berdasarkan SNI 03-2847-2002 dihitung secara manual menggunakan program *microsoft excel*.

Pada perencanaan elemen struktur balok perhitungan dimensi balok berdasarkan *preliminary design* balok kemudian didapatkan kebutuhan luas tulangan hasil *run analisis* SAP2000 kemudian dikontrol secara manual terhadap luas tulangan minimum ($A_{s_{min}}$) dan kontrol kekuatan kapasitas momen berdasarkan persamaan 3.21 momen rencana (M_R) harus lebih besar dari pada momen ultimit (M_u), Perencanaan penulangan balok direncanakan berdasarkan daerah tumpuan dan lapangan, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh balok induk dengan dimensi 30/40 penulangan

menggunakan tulangan longitudinal (*Deform*) D22 dengan tulangan sengkang (Polos) P8.

Pada perencanaan elemen struktur pelat penulangan pelat menggunakan sistem penulangan dua arah (*Two way*) didasarkan pada perbandingan panjang kedua sisi pelat bersebelahan untuk penulangan pelat ditinjau berdasarkan gaya dalam setiap lantainya ditinjau pada kondisi lentur negatif (Tumpuan) dan kondisi lentur positif (Lapangan). Perhitungan penulangan pelat dihitung secara manual dengan tinjauan per satu meter lebar pelat, luas tulangan yang diperoleh dikontrol rasio penulangannya (ρ) berdasarkan persamaan 3.11 yaitu $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ kemudian setelah itu dikontrol kekuatan berdasarkan persamaan 3.14 yaitu ϕM_n harus lebih besar dari M_u . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh penulangan Pada lantai 1, 2 dan 3 menggunakan penulangan yang sama yakni P10-100 pada kondisi tumpuan dan P10-75 pada kondisi lapangannya, kemudian pada lantai 4 (dag) menggunakan penulangan P10-200. Pada lantai base pelat berhubungan langsung dengan tanah untuk merencanakan penulangan lantai base diperlukan perhitungan reaksi perlawanan akibat kapasitas dukung tanah sementara penelitian ini tidak sampai kepada penelitian kapasitas dukung tanah.

Pada perencanaan elemen struktur kolom yang nilainya membesarkan ke lantai terendah maka untuk alasan ekonomis direncanakan dimensi kolom yang tidak tipikal setiap lantainya, berdasarkan hasil *run analisis* SAP 2000 diperoleh kebutuhan luas tulangan kolom kemudian dikontrol secara manual terhadap rasio tulangan berdasarkan persamaan 3.23 dan kontrol kekuatan penampang kolom berdasarkan persamaan 3.26 yaitu gaya aksial rencana (P_r) harus lebih besar dari aksial ultimit (P_u) berdasarkan hasil perhitungan diperoleh pada lantai dasar menggunakan dimensi 50/50 dengan tulangan longitudinal D22 dan sengkang P8, pada lantai 1 dan 2 menggunakan dimensi 45/45 dengan penulangan longitudinal D22 dan sengkang P8 sementara pada lantai 3 menggunakan dimensi 45/45 dengan penulangan longitudinal D19 dan sengkang P8.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis untuk perencanaan struktur bangunan atas gedung rusunawa Universitas Lancang Kuning yang terdiri dari elemen struktur balok dan pelat adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur atas pada elemen balok, pelat dan kolom sudah memenuhi SNI 03-2847-2002
2. Perencanaan elemen struktur balok, pelat dan kolom dapat dilihat pada tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Perencanaan struktur balok

Elemen Struktur	Tingkat	Lokasi	LONGITUDINAL						Senggang	
			TOP			BOTTOM			Ø	Spasi
									mm	mm ²
Balok 30/40	Lantai Dasar	Tumpuan	5	D	22	2	D	22	8	75
		Lapangan	2	D	22	2	D	22	8	100
	Lantai 1	Tumpuan	3	D	22	2	D	22	8	100
		Lapangan	2	D	22	2	D	22	8	100
	Lantai 2	Tumpuan	3	D	22	2	D	22	8	100
		Lapangan	2	D	22	2	D	22	8	100
	Lantai 3	Tumpuan	3	D	22	2	D	22	8	100
		Lapangan	2	D	22	2	D	22	8	100
	Lantai 4 (dag)	Tumpuan	3	D	22	2	D	22	8	100
		Lapangan	2	D	22	2	D	22	8	300

(sumber : Analisis dan Perhitungan 2017)

Tabel 5. Perencanaan struktur pelat

ELEMEN STRUKTUR	TINGKAT	LOKASI	Tulangan	
			Ø	Spasi
			mm	mm
Pelat lantai h = 120 mm	Lantai 1	Mt	10	100
		Ml	10	75
	Lantai 2	Mt	10	100
		Ml	10	75
	Lantai 3	Mt	10	100
		Ml	10	75
Pelat atap h = 100 mm	Lantai 4 (Dag)	Mt	10	200
		Ml	10	200

(sumber : Analisis dan Perhitungan 2017)

Tabel 6. Perencanaan struktur kolom

ELEMEN STRUKTUR	TINGKAT	Longitudinal			Senggang	
		Rebar			Ø	spasi
					mm	mm
kolom 50/50	Lantai dasar	7	D	22	8	350
kolom 45/45	Lantai 1	6	D	22	8	350
	Lantai 2	6	D	22	8	350
	Lantai 3	8	D	19	8	350

(sumber : Analisis dan Perhitungan 2017)

Saran

Dari pengalaman penulis selama menyelesaikan analisa pada perencanaan ini maka penulis memberikan saran yaitu:

1. Pada penulangan pelat lantai base, pelat berhubungan langsung dengan tanah sehingga pada perhitungan diperlukan penelitian kapasitas daya dukung tanah pada lokasi bangunan gedung rusunawa Universitas Lancang Kuning.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian kapasitas daya dukung tanah untuk perencanaan pondasi
3. Sebaiknya dalam proses perencanaan arsitektur dan perencanaan struktur dapat berjalan bersamaan agar tercapainya kesinambungan antara konsep arsitektur dengan struktur yang aman dan ekonomis

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu, ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Hamzah, S.T., M.T., P.hd. Selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji
3. Ibu Gusneli Yanti, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Shanti Wahyuni Megasari, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Virgo Trisep Haris, M.T. Selaku Dosen Penguji
6. Ibu Winayati, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji
7. Yerni, S.T. yang telah membantu dalam proses pengumpulan data arsitektur pada penelitian sebelumnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Surakarta : Graha Ilmu
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*. Bandung : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. *Baja Tulangan Beton SNI 2052:2014*. Jakarta : BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG) SKBI-1.3.53.1987*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.
- Dipohusodo, I. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hanif, A. 2016. *Perencanaan Struktur Atas Gedung Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning*. (Tugas Akhir).

- Pekanbaru : Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
- Haykal, M. 2012. Struktur Beton Bertulang Gedung 3 Lantai Pada Wilayah Gempa 5 Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) berdasarkan SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1726-2002. (Skripsi). Yogyakarta : Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Mahaendra, AE dan Perdana, PD. 2015. Perencanaan Struktur Gedung Hotel Persona Jakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil* Volume 4. Nomor 4. Mei 2015: 96 – 106.
- McCormac, CJ. 2004. *Desain Beton Bertulang, Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Nawy, E. 1990. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT. Refika Aditama.
- Palit, CM. 2016. Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado. *Jurnal Sipil Statik* Volume 4. Nomor 4. April 2016: 263-270.
- Vis, MC dan Kusuma, GH. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.
- Yerni. 2015. Pengembangan Rusunawa Di Kampus Universitas Lancang Kuning. (Tugas Akhir). Pekanbaru : Program Studi Teknik Arsitektur Universitas Lancang Kuning.