

MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG TYPE B1 RUSUN GUNUNG ANYAR SURABAYA MENGGUNAKAN SOFTWARE PENDUKUNG BIM

Ivanny Zerlina Putri¹, Wahiddin², Sugiharti³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: yanny.zerlina@gmail.com¹, wahiddin@polinema.ac.id², sugiharti@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Gedung Type B1 Rusun Gunung Anyar Surabaya beralamatkan di Jl. Wonorejo Rusunawa, Wonorejo, Kec. Gn. Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur. Terdiri atas 5 lantai dengan tinggi setiap lantainya adalah 3 meter dan luas total bangunan sebesar $\pm 968,55$ m². Gedung ini menggunakan atap dak beton dan penulis memodifikasi menggunakan atap profil *Hollow D60,5.3.2* dengan gording. Pembebanan menggunakan peraturan SNI 1727-2020, beban gempa menggunakan SNI 1726-2019, perhitungan struktur baja menggunakan peraturan SNI 1729-2019 dan perhitungan struktur beton bertulang menggunakan peraturan SNI 2847-2019. Analisa statika menggunakan *software* pendukung Pemodelan Informasi Bangunan. Dari hasil modifikasi, diperoleh: gording *Lip Channels 150x50x20x4,5*, kuda-kuda profil *Hollow 60,5.3.2*, penggantung gording $\varnothing 10$ mm, ikatan angin $\varnothing 12$ mm, sambungan las. Pelat lantai dengan tebal 130 mm menggunakan tulangan utama D13-200 mm dan D13-100 mm dan tulangan bagi D10-250 mm. Balok induk 35/50 cm pada tumpuan atas 4 D16 mm dan bawah 2 D16 mm, pada lapangan bawah 2 D16 mm dan atas 4 D16 mm dengan tulangan geser D10-90 untuk daerah tumpuhan dan D10-150 untuk daerah lapangan. Balok anak 30/40 cm pada tumpuan atas 3 D16 mm dan bawah 3 D16 mm, pada lapangan bawah 3 D16 mm dan atas 3 D16 mm dengan tulangan geser D10-80 untuk daerah tumpuhan dan D10-150 untuk daerah lapangan. Kolom 40/60 cm menggunakan tulangan utama 20 D22 dengan D10-100 untuk tulangan sengkang daerah tumpuhan dan D10-150 untuk daerah lapangan. Tangga tulangan utama D10-125 mm, tulangan bagi D10-125 mm. Rencana Anggaran Biaya untuk elemen struktur sebesar Rp 6.612.199.446.00.

Kata kunci : SNI 2847-2019, Pemodelan Informasi Bangunan

ABSTRACT

Type B1 Gunung Anyar Flat Building Surabaya on Wonorejo Rusunawa Street, Surabaya, Jawa Timur consists of 5-stories with floor height of 3 meters each and total area $\pm 968,55$ m². This building uses concrete roof and it was modified using circular hollow 60.5.3.2 profile roof with purlin. The loading used SNI 1727-2020, The static loading used SNI 1726-2019, SNI 1729-2019 for the reference of steel structure, and SNI 2847-2019 for the reference of concrete structure. Structural Analysis and Project Design Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021. Allplan 2021, and Auto CAD 2015 is used for the technical drawings. The modification resulted in 150x50x20x4.5 Lip canal profile for 60.5.3.2 of circular hollow profile for the steel framework; $\varnothing 10$ mm sagrod, $\varnothing 12$ mm for brace, type weld joints; concrete structure of: 130 mm deep slab D13-200 mm main steel bar and D13-200 mm distribution steel bar; 35/50 main beam for pedestal reinforcement using 4 D16 mm top steel bar, 2 D16 mm bottom steel bar; and strip reinforcement using 4 D16 mm bottom steel bar; 2 D16 mm top steel bar; D10-90 mm stip shear steel bar, D10-150 pedestal shear steel bar; 30/40 secondary beam for pedestal reinforcement using 3 D16 mm top steel bar, 3 D16 mm bottom steel bar; and strip reinforcement using 3 D16 mm bottom steel bar; 3 D16 mm top steel bar; D10-80 mm strip shear steel bar, D10-150 pedestal shear steel bar; 50/50 cm column using 20 D19 mm main steel bar with D10-100 shear steel bar; stairs using D10-125 mm main steel bar with D10-125 distribution steel bar; real estimate if cost is Rp 6.612.199.446.00.

Keywords : SNI 2847-2019, Building Information Modeling

1. PENDAHULUAN

Rumah susun digunakan secara umum untuk menggambarkan hunian tingkat bawah, dimana harus di desain sedemikian rupa agar mempunyai biaya yang efisien dan mempunyai kekuatan yang aman sesuai dengan peraturan yang ada di Indonesia dengan didukung perkembangan teknologi yang lebih baik pada era ini

Modifikasi gedung ditujukan untuk memenuhi suatu perencanaan struktur dari sebuah bangunan gedung bertingkat yang direncanakan sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

Perkembangan teknologi pada dunia konstruksi saat ini didasarkan dengan prinsip *Building Information Modeling* (BIM) yang mampu membuat dan mengelola data proses konstruksi dimulai dari *modeling, engineering, drawing, reporting, dan scheduling*.

Proyek Gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya telah selesai pada akhir tahun 2020 dimana gedung tersebut mempunyai struktur atap dak beton. Penulis memodifikasi Gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya dengan menambahkan struktur atap rangka baja dan dalam merencanakannya menggunakan software pendukung *Building Information Modeling* (BIM) sehingga Gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya lebih terintegrasi mulai dari proses pemodelan, desain, *drawing*, dan *detailing*.

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah mampu menghitung dan merencanakan struktur atap, struktur beton bertulang dan rencana anggaran biaya Gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya.

2. METODE

Berikut merupakan metode pengolahan data dalam modifikasi perencanaan struktur Gedung Rusun Gunung Anyar Surabaya.

Idealisasi Struktur 3d

Penulis mendapatkan data gambar arsitektur proyek Gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya, dari data tersebut penulis membuat data struktur 3D yang selanjutnya dapat dilakukan *preliminary design*.

Preliminary Design

Tahap *preliminary design* ini, penulis merencanakan awal dimensi dari balok dan kolom dan tebal dari balok sesuai dengan SNI 2847-2019. Proses perencanaan awal struktur bangunan ini agar didapatkan suatu bentuk struktur dengan dimensi dan mutu tertentu sehingga diharapkan struktur dapat menahan beban-beban yang bekerja.

Analisis Pembebanan Struktur

Analisis pembebanan struktur mengacu pada SNI 1727-2020 dan SNI 1726-2019 untuk beban gempa, gaya yang bekerja pada bagian struktur dapat dihitung bagaimana alur dan distribusi gaya tersebut pada tiap elemen struktur yang menyebabkan gaya dalam pada elemen-elemen tersebut. Beban yang diperhitungkan pada struktur adalah seperti beban mati, beban hidup, beban hidup atap, beban angin, beban air hujan, dan beban gempa. Beban beban tersebut dikombinasikan dengan faktor yang sesuai dengan standar untuk didapatkan kombinasi beban dan dilakukan analisis struktur.

Analisa Struktur 3d

Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan *software Robot Structural Analysis Professional*, dimana kemudian beban-beban pada elemen struktur dihitung menggunakan software tersebut dan dihasilkan gaya-gaya dalam yang bekerja dalam struktur seperti momen, gaya lintang, dan gaya normal. Kemudian dilakukan analisis struktur dengan mengacu pada standar yang berlaku.

Desain Elemen Struktur

Elemen struktur di desain sedemikian rupa sesuai dengan standar yang berlaku. Pada perencanaan beton bertulang terdapat elemen pelat, balok, dan kolom yang menganut pada SNI 2847-2019 dan pada perencanaan atap dengan rangka atap baja profil menganut pada SNI 1729-2020. Dalam desain elemen struktur nantinya akan dihasilkan seperti ukuran dan jumlah baja tulangan untuk elemen struktur pelat, balok dan kolom.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi struktur rumah susun sesuai dengan SNI 1729-2019 untuk struktur atap baja dan untuk struktur beton bertulang mengacu sesuai SNI 2847-2019.

Preliminary Design

Berikut merupakan *preliminary design* untuk struktur gedung rumah susun.

- Balok induk melintang dan memanjang, diambil bentang terpanjang

$$h = \frac{1}{12} \cdot 5400 = 450 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$$

Lebar balok digunakan $\frac{2}{3}$ dari h balok

$$b = \frac{2}{3} \cdot 500 = 333,333 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

Sehingga digunakan ukuran balok B1 350/500

- Balok B2 merupakan balok anak dengan bentang terbesar sebesar 4500 mm. Tinggi balok digunakan $\frac{1}{12}$ L.

$$h = \frac{1}{12} \cdot 4500 = 375 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$$

Lebar balok digunakan $\frac{2}{3}$ dari h balok

$$b = \frac{2}{3} \cdot 400 = 266,667 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

Sehingga digunakan balok B2 300/400

- c. Tebal pelat digunakan menggunakan rumus pendekatan sebagai berikut,

$$h = L/36 = 450/36 = 12,5 \text{ cm} > 9 \text{ cm}$$

Sehingga digunakan tebal pelat 13 cm

- d. Kolom dibagi menjadi kolom interior dan eksterior.

Berikut merupakan *preliminary design* untuk kolom interior

$$A_g = \frac{P_u}{0,2 f_c'} = \frac{112752}{0,2 \times 2500000} = 0,226 \text{ m}^2$$

Penampang kolom diasumsikan persegi panjang dengan b = 0,40 dan h = 0,60

Sehingga mempunyai nilai $A_g = 0,240 \text{ m}^2$

Dimensi kolom interior digunakan sebesar 400/600

Kolom eksterior mempunyai *preliminary design* sebagai berikut

$$A_g = \frac{P_u}{0,2 f_c'} = \frac{74239,2}{0,2 \times 2500000} = 0,149 \text{ m}^2$$

Penampang kolom diasumsikan persegi panjang dengan b = 0,35 dan h = 0,5

Sehingga mempunyai nilai $A_g = 0,175 \text{ m}^2$

Sehingga digunakan dimensi kolom eksterior 350/500

Pembebanan

Pembebanan pada struktur gedung rumah susun seperti berikut ini,

Tabel 1. Perhitungan Beban Mati, Hidup, dan Hujan

| Keterangan | Simbol | Total |
|------------------------|--------|--------------------------|
| Berat sendiri struktur | DL1 | RSAP |
| Beban mati tambahan | DL2 | |
| - Pelat | | 130 Kg/m ² |
| - Balok induk | | 592,5 Kg/m |
| - Balok anak | | 217,5 Kg/m |
| - Tangga, bordes | | 187,78 Kg/m ² |
| - Dak atap | | 105 Kg/m ² |
| - Rangka atap | | 50,7 Kg/ |
| Beban Hidup | LL | |
| - Pelat | | 192 Kg/m ² |
| - Tangga | | 192 Kg/m ² |
| - Bordes | | 192 Kg/m ² |
| Beban hidup atap | LR | |
| - Dak atap | | 96 Kg/m ² |
| - Rangka atap | | 96 Kg/m ² |
| Beban air hujan | R | 29,6 Kg/m ² |

Sumber: Hasil Perhitungan

Beban angin untuk sisi depan, belakang, samping, dan atap rumah susun seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Hasil Perhitungan Beban Angin

| Arah Angin | Tinggi (m) | P (Kg/m ²) |
|------------|------------|------------------------|
|------------|------------|------------------------|

| | | |
|---------------------|--------|----------|
| Dinding arag datang | 3 | 395,840 |
| | 6 | 437,507 |
| | 8 | 484,035 |
| | 12 | 525,008 |
| | 15 | 560,426 |
| Dinding arah pergi | 3 | -129,254 |
| | 6 | -142,859 |
| | 9 | -158,052 |
| | 12 | -171,431 |
| | 15 | -182,996 |
| Atap arah datang | 20,867 | 228,886 |
| Atap arah pergi | 20,867 | -252,98 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Distribusi gempa untuk setiap story dapat dilihat seperti pada tabel berikut ini,

Tabel 3. Distribusi Gempa untuk Setiap Story

| Story | Fix (kg) | Fiy (kg) |
|-------|-----------|-----------|
| 1 | 3181,658 | 5567,902 |
| 2 | 7072,242 | 14144,484 |
| 3 | 11450,952 | 22901,903 |
| 4 | 16118,747 | 32237,493 |
| 5 | 3150,664 | 6301,327 |
| Total | 40974,262 | 81948,524 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Desain Gording

Direncanakan gording menggunakan profil *Light Lips Channel* 1150.50.20.4,5. Profil mempunyai kelangsingan untuk flens yang tidak kompak dan kelangsingan pada web yang kompak. Berikut merupakan kontrol pada gording.

- a. Kontrol momen nominal

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} = \frac{1161,19}{0,9 \times 5619,15} = 0,23 \leq 1 \quad (\text{Ok})$$

$$\frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} = \frac{189,11}{0,9 \times 422,644} = 0,497 \leq 1 \quad (\text{Ok})$$

- b. Kontrol lendutan

Hasil analisa *software Robot Structural Analysis Professional 2021* didapatkan nilai defleksi terbesar untuk arah x adalah 0,346 cm dan untuk arah y adalah 0,291 cm kombinasi beban 1,2D + 1,6Lr + 1L.

Rasio Kontrol Lendutan

$$\frac{\Delta x}{\frac{L}{240}} = \frac{0,346}{0,625} = 0,554 \quad (\text{Ok})$$

$$\frac{\Delta y}{\frac{L}{240}} = \frac{0,291}{0,625} = 0,466 \quad (\text{Ok})$$

Desain Penggantungan Gording

Penggantungan gording di desain menggunakan tulangan baja polos $\phi 10$ mm. Berdasarkan analisa dari *software Robot*

Structural Analysis Professional 2021 didapatkan P_u untuk penggantung gording pada RSAP = 925,31 kg, dengan rasio untuk kuat adalah sebagai berikut,

$$\frac{P_u}{\phi_t P_n} = \frac{925,31}{1695,6} = 0,546 < 1 \quad (\text{Ok})$$

Desan Ikatan Angin

Ikatan angin didesain menggunakan besi Ø12 mm. Berdasarkan analisa dari software Robot Structural Analysis Professional 2021 didapatkan T_u untuk ikatan angin sebesar 162,63 kg, dengan rasio untuk kuat tarik adalah sebagai berikut.

$$\frac{T_u}{\phi_c P_n} = \frac{1626,30}{2440,800} = 0,666 < 1 \quad (\text{Ok})$$

Desain Rangka Baja

Kuda-Kuda menggunakan profil Hollow 60,5 dengan tebal 3,2 mm dengan jarak antar kuda-kuda sebesar 4500 mm. Berdasarkan hasil dari software Robot Structural Analysis Professional 2021 didapatkan nilai aksial terbesar terjadi dengan nilai sebesar 14449,34 kg (tekan) dan dengan nilai sebesar -6471,06 kg (tarik) pada kombinasi 3a (1,2D + 1,6Lr + 1L).

Penampang termasuk dalam klasifikasi elemen non langsing dengan kontrol kelangsingan sebagai berikut,

$$\frac{K.L}{r_x} = \frac{1 \cdot 1290}{20,284} = 63,60 < 300 \quad (\text{Ok})$$

Rasio kontrol kuat tekan pada kuda-kuda Hollow 60,5 adalah sebagai berikut,

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} = \frac{14449,34}{65198,131} = 0,222 < 1 \quad (\text{Ok})$$

Rasio kontrol kuat tarik pada kuda-kuda Hollow 60,5 adalah sebagai berikut,

$$\frac{P_u}{\phi_t P_n} = \frac{6471,06}{15984} = 0,405 < 1 \quad (\text{Ok})$$

Sambungan

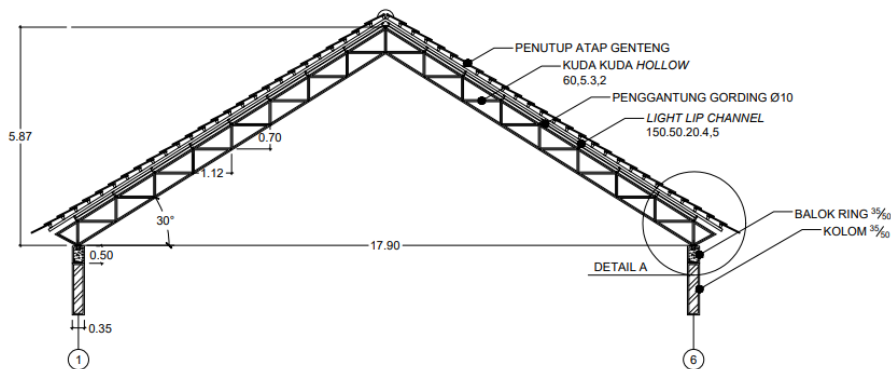
Berdasarkan software Autodesk Robot Structural Analysis professional 2021, dapat disimpulkan bahwa nilai tarik terbesar terjadi dengan nilai sebesar -6471,22 kg pada kombinasi 3a (1,2D + 1,6Lr + 1L).

Rasio desain untuk sambungan las adalah sebagai berikut

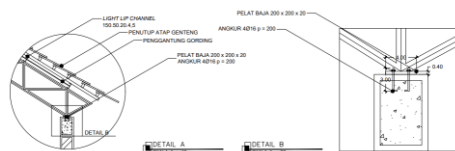
$$\frac{R_u}{\phi R_n L_w} = \frac{6471,22}{9436,815} = 0,686 < 1 \quad (\text{Ok})$$

Perletakan Kuda-Kuda

Hasil software Autodesk Robot Structural Analysis professional 2021 didapatkan nilai P_u pada tumpuhan sebesar 7707,99 kg, sehingga dari hasil perhitungan didapatkan perletakan kuda-kuda baja menggunakan pelat 200.200.20 dengan angkur 4Ø16 mm sepanjang 200 mm.



Gambar 1. Detail Kuda-Kuda

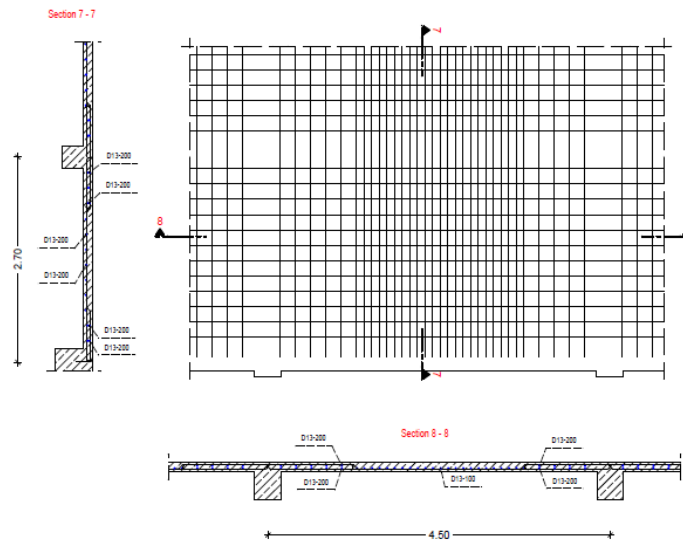


Gambar 2. Detail A dan B pada Detail Kuda-Kuda

Desain Pelat Lantai

Pelat lantai di desain mempunyai mutu aja sebesar 400 MPa, Mutu beton 25 MPa, \ tebal pelat 13 cm, tebal spesi sebesar 3 cm, tebal keramik sebesar 1 cm. Berdasarkan hasil analisa statika pada kombinasi beban 1,2D + 1,6L + 0,5Lr dengan nilai Momen Lapangan sebesar 1902,02 kgm dan momen tumpuhan sebesar 1923,22 kgm

Didapatkan tulangan pelat untuk daerah lapangan dan tumpuhan arah x sebesar D13 – 200 dan untuk daerah lapangan dan tumpuhan arah y sebesar D13 – 100, detail penulangan pelat ditunjukkan seperti pada Gambar 6. berikut ini.

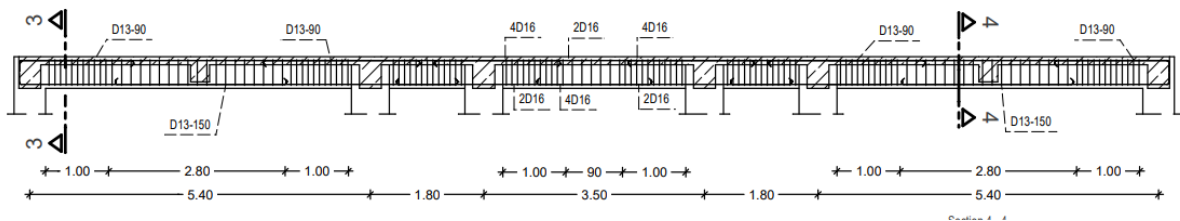


Gambar 3. Detail Penulangan Pelat

Desain Balok B1

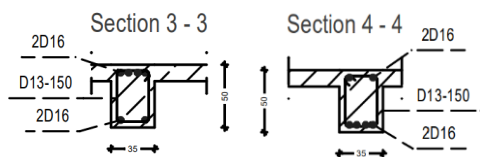
Balok di desain mempunyai mutu aja sebesar 400 MPa, Mutu beton 25 MPa, dengan tebal pelat 13 cm, tebal selimut beton 40 mm, dimensi balok 35/50. Berdasarkan hasil analisa statika pada kombinasi beban 1,2D + 1,6L + 0,5 Lr didapatkan yang didapatkan dari software RSAP 2102 untuk momen maksimal lapangan sebesar 3207,21 kgm dan untuk momen maksimal tumpuhan sebesar 9178,90 kgm.

Dari hasil perhitungan telah didapatkan, balok pada daerah tumpuhan dengan tulangan atas 4D16, tulangan bawah 2D 16 dengan sengkang D13-90, sedangkan untuk daerah lapangan tulangan bawah 4D16, tulangan atas 2D16 dengan sengkang D13-150. Gambar 7. merupakan detail penulangan pada balok B1.



Gambar 4. Detail Penulangan Balok B1

Potongan pada daerah tumpuhan Balok B1 dapat dilihat pada Gambar 8. berikut ini.



Gambar 5. Potongan 3-3 dan 4-4 Penulangan Balok B1

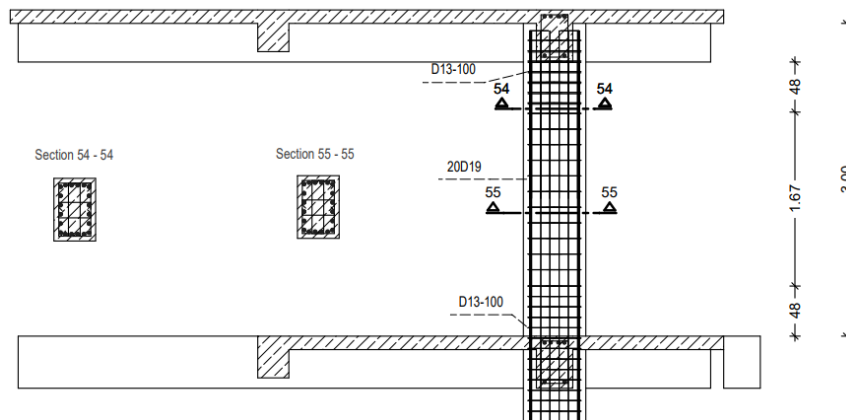
Desain Balok B2

Balok di desain mempunyai mutu aja sebesar 400 MPa, Mutu beton 25 MPa, dengan tebal pelat 13 cm, tebal selimut beton 40 mm, dimensi balok 30/40. Berdasarkan hasil analisa statika pada kombinasi beban 1,2D + 1,6L + 0,5 Lr didapatkan momen maksimal lapangan untuk balok B2 sebesar 568,180 kgm dan untuk momen maksimal tumpuhan sebesar 2450,90 kgm.

Dari hasil perhitungan, didapatkan balok pada daerah tumpuhan dengan tulangan atas 3D16, tulangan bawah 3D16 dengan sengkang D13-80, sedangkan untuk daerah lapangan tulangan bawah 3D16, tulangan atas 3D16 dengan sengkang D13-150.

Desain Kolom

Kolom di desain mempunyai mutu aja sebesar 400 MPa, Mutu beton 25 MPa, tebal selimut beton 40 mm, dimensi kolom interior 35/50 dan kolom eksterior 30/40. Dari hasil statika, perhitungan, dan kontrol tulangan pada kolom didapatkan tulangan pada kolom sebesar 20D19 dengan sengkang D13-100 pada tumpuhan, dan D13-150 pada lapangan. Gambar 11. merupakan detail penulangan pada kolom.



Gambar 6. Detail Penulangan Kolom

Rancangan Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya untuk elemen struktur dilakukan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan analisa harga satuan pekerjaan menurut Permen PUPR No 11 Tahun 2013 Bidang Cipta Karya. Berikut merupakan Rencana Anggaran Biaya untuk pekerjaan struktur beton bertulang dan struktur rangka baja.

| No | Uraian Pekerjaan | Harga |
|----|-------------------|---------------------|
| I | Pekerjaan Beton | Rp 5.072.588.872,29 |
| II | Pekerjaan Atap | Rp 938.501.533,59 |
| | Total | Rp 6.011.090.405,88 |
| | PPN 10% | Rp 601.109.040,59 |
| | Total harga + PPN | Rp 6.612.199.446,47 |
| | Total Pembulatan | Rp 6.612.199.447,00 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitunga yang telah diperoleh untuk struktur rangka atap baja, struktur beton bertulang dan rencana anggaran biaya dapat disimpulkan seperti berikut ini,

- Struktur rangka atap baja menggunakan profil *hollow* bundar 60,5 dengan gording *Light Lips Channels* 150.50.20.4,5, penggantung gording menggunakan besi beton polos Ø 10 mm, ikatan angin menggunakan besi beton polos Ø 12 mm. Rangka atap baja profil *hollow* bundar menggunakan sambungan las dengan elektrode E70 dan menggunakan pelat 200.200.20 untuk perletakan rangka atap baja dengan sambungan angkur 4 Ø16 mm dengan panjang 200 mm
- Struktur beton bertulang pada elemen pelat daerah tumpuhan dan lapangan untuk arah x menggunakan tulangan D13-200 dan untuk daerah tumpuhan dan lapangan arah y menggunakan tulangan D13-100. Elemen tangga pada daerah lapangan dan tumpuhan arah x dan y menggunakan tulangan D10-125. Elemen balok B1 mempunyai dimensi 35/50 dengan tulangan pada daerah tumpuhan 4D16 untuk tulangan atas dan 2D16 untuk tulangan bawah dengan sengkang D13-90. Daerah lapangan balok

B1 digunakan tulangan atas 2D16 dan tulangan bawah 4D16 dan sengkang D13-150.

Elemen struktur balok B2 mempunyai dimensi 30/40 dengan tulangan pada daerah tumpuhan 3D16 untuk tulangan atas dan 3D16 untuk tulangan bawah dengan sengkang D13-80. Daerah lapangan pada balok B2 digunakan tulangan atas 3D16 dan tulangan bawah 3D16 dan sengkang D13-150. Elemen struktur kolom interior mempunyai dimensi 40/60 dan kolom eksterior mempunyai dimensi 35/50 dengan jumlah tulangan utama 20D22 dan sengkang 4 kaki D13-100 pada daerah tumpuhan dan D13-150 pada daerah lapangan.

- Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada modifikasi perencanaan gedung *Type B1* Rusun Gunung Anyar Surabaya menggunakan *software* pendukung BIM sebesar Rp. 6.612.199.447,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional 2014. “*Baja tulangan beton, SNI 2052-2014*”. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional 2020. “*Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727-2020*”. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional 2019. “*Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan, SNI 2847-2019*”. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional 2020. “*Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, SNI 1729-2020*”. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional 2019. “*Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, SNI 1726-2019*”. Jakarta : BSN.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2013. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Cipta Karya*. Kementerian Pekerjaan Umum.