

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT TOELOENGREDJO**BERDASARKAN SNI 2847 : 2019****Muhammad Babul Uyun^a, Totok Yulianto, S.T.,M.T^b,
Dr. Agus Wiyono, M.T^c**^a Fakultas Teknik / Jurusan Teknik Sipil, mbuyun4@gmail.com, Universitas Hasyim Asy'ari^b Fakultas Teknik / Jurusan Teknik Sipil, totokyulianto36@gmail.com, Universitas Hasyim Asy'ari^c Fakultas Teknik / Jurusan Teknik Sipil, aguswiyono@unesa.ac.id, Universitas Negeri Surabaya**ABSTRACT**

Toeloengredjo Hospital is located in Pare District, Kediri with a building area of +981,199 m² which has a clinic room on the first and second floors, and a meeting room on the 3rd floor. Toeloengredjo Hospital Building refers to SNI 2847: 2013, SNI 1727: 2013, and SNI 1726 2012.

In this final task, the Toeloengredjo Hospital building is analyzed with SNI 2847 2019, SNI 1727 2018, and SNI 1726 2019. The upper structure consists of columns, beams and plates, while the sloof and pile caps with pile foundations are the lower structures. Using SAP 2000 software for structural analysis, the calculation results are obtained, namely the slab structure type S1 10 150 mm, beam type B.1 5 D16 and 4 D16, column type K 1A 12 D19.

Keyword: *Building Structure, SNI 2847: 2019, SRPM, SAP 2000.*

ABSTRAK

Rumah sakit Toeloengredjo terletak di Kecamatan Pare, Kediri dengan luas bangunan sebesar ±981,199 m² yang memiliki ruang klinik pada lantai satu dan dua, dan ruang meeting room pada lantai 3. Gedung Rumah Sakit Toeloengredjo mengacu pada SNI 2847 : 2013, SNI 1727 : 2013, dan SNI 1726 : 2012.

Dalam tugas akhir ini gedung Rumah Sakit Toeloengredjo di analisis dengan SNI 2847 : 2019, SNI 1727 : 2018, dan SNI 1726 : 2019. Struktur atas terdiri dari kolom, balok dan pelat, sedangkan sloof dan pile cap dengan pondasi tiang pancang adalah struktur bagian bawah. Dengan menggunakan software SAP 2000 untuk analisis struktur diperoleh hasil perhitungan yaitu struktur pelat tipe S1 ϕ 10 – 150 mm, balok tipe B.1 5 D16 dan 4 D16, kolom tipe K.1A 12 D19.

Kata Kunci: Struktur Gedung, SNI 2847 : 2019, SRPM, SAP 2000.

1. PENDAHULUAN

Semua rancangan struktur gedung yang akan dibuat selalu diupayakan untuk mendirikan bangunan yang tahan terhadap gempa, melihat wilayah geografis Indonesia berada disekitar lempeng Pasifik, lempeng Australia, dan lempeng Eurasia. Selain itu juga Indonesia berada dalam zona *ring of fire* sehingga rawan terhadap letusan gunung berapi. Maksud dari struktur tahan gempa yaitu bangunan yang terkena gempa sehingga mengalami kerusakan struktur namun tidak mengalami kegagalan struktur, dengan ini dapat meminimalisir timbulnya korban jiwa dan kerugian harta benda. (Fauzi Abror, 2019)

Struktur gedung RS Toeloengredjo menggunakan SNI 2847:2013, maka penulis akan menganalisis struktur gedung RS Toeloengredjo sesuai SNI 2847:2019, tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Pembangunan gedung Rumah Sakit Toeloengredjo serta luas bangunan ±984,960 m², yang berlokasi di Jl. Ahmad Yani Timur No.25 Kecamatan Pare Kabupaten Kediri, merupakan gedung 3 lantai, dengan ketinggian bangunan 15,50 m. Pada lantai satu dan dua berfungsi sebagai klinik, sedangkan lantai 3 berfungsi sebagai *meeting room*.

2. TINJAUAN PUSTAKA**2.1. Pembebanan**

Beban pada struktur gedung dapat berupa beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Struktur gedung pada pembebanan yang akan direncanakan dapat bekerja tergantung pada fungsi, letak, tinggi gedung, massa, dan kekakuan.

2.1.1. Beban mati

Beban mati yaitu beban dari bahan yang dipakai pada struktur serta beban mati tambahan pada struktur. Saat menghitung dengan perangkat lunak SAP 2000, berat sendiri bahan dihitung secara otomatis berdasarkan bahan yang digunakan.

2.1.2. Beban hidup

Dalam spesifikasi beban telah ditentukan fungsi ruangan-ruangan dalam gedung akan menghasilkan beban yang berbeda-beda.

2.1.3. Beban gempa

Beban gempa adalah suatu beban yang bekerja pada struktur karena adanya gerakan tanah akibat gempa. Secara lebih spesifik, masalah beban gempa bumi diatur dalam peraturan tersendiri yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726 – 2019. Tata cara ini memilih dampak rencana gempa, yang harus diperhatikan kembali ketika merencanakan dan mengevaluasi struktur bangunan hingga komponen dan peralatannya.

2.2. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Sistem Rangka Pemikul Momen menurut SNI 1726-2019 adalah pada dasarnya system struktur memiliki rangka yang memikul *load gravitation* secara lengkap, gempa bumi menyebabkan beban lateral ditahan oleh momen-momen bantalan rangka melalui mekanisme lentur,, SRPM ada tiga golongan, meliputi:

2.2.1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Sistem rangka pemikul momen biasa adalah system dengan deformasi inelastis dan tingkat daktilitas paling kecil tetapi mempunyai kekuatan tinggi, sehingga persyaratan strong column weak beam pada desain SRPMB boleh diabaikan yang digunakan untuk desain struktur daktilitas tinggi.

2.2.2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Sistem rangka pemikul momen menengah merupakan tata cara desain struktur untuk system rangka lentur, yang memfokuskan pada pemahaman kerusakan struktur akibat kerusakan. Syarat SRPMM yaitu mengurangi risiko keruntuhan geser balok dan kolom pada saat gempa. Metode ini dipakai untuk menghitung desain seismik struktur gedung kategori C.

2.2.3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem rangka pemikul momen khusus yaitu bagian struktur rangka lentur khusus, yang merupakan bagian integral dari sistem seismik dan terutama digunakan untuk ketahanan lentur. Metode ini dipakai untuk menghitung struktur gedung yang masuk kategori desain seismik D, E, dan F, pada daerah seismik dengan kegempaan tinggi.

2.3. Kombinasi Beban

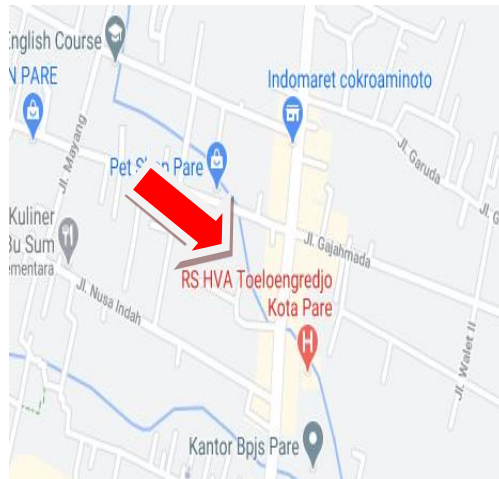
Beban terurai yaitu beban yang ditentukan oleh spesifikasi beban berlaku dan dikalikan dengan faktor beban yang sesuai. Faktor yang diterapkan pada setiap beban di pengaruhi seberapa akurat pengaruh beban biasanya dapat dihitung dan bagaimana beban dapat berubah selama umur struktur.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

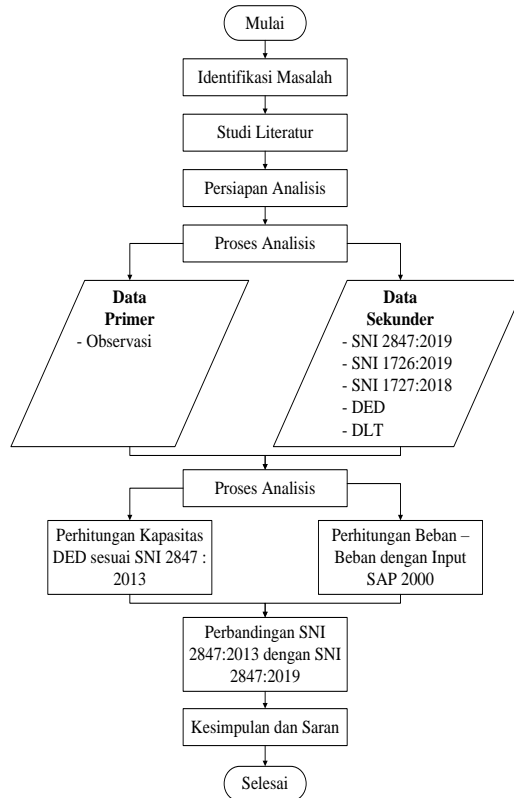
Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Pare Kabupaten Kediri, tepatnya di proyek pembangunan Rumah Sakit HVA Toeloengredjo, dimana proyek pembangunan tersebut adalah untuk memperluas bangunan yang ada di Rumah Sakit HVA Toeloengredjo dengan tujuan memberikan pelayanan kesehatan paripurna yang berkualitas dan memuaskan kepada pasien atau pelanggan. Selain sarana dan prasarana yang sudah komplet dan modern, RS HVA Toeloengredjo serta memiliki tenaga dokter yang profesional di bidangnya agar memastikan kesehatan para pasien.

Peneliti memilih lokasi proyek pembangunan di Rumah Sakit HVA Toeloengredjo karena berdasarkan wawancara kepada pihak kontaktor, proyek pembangunan Rumah Sakit HVA Toeloengredjo menggunakan SNI 2847 – 2013 sebagai acuan dalam memperhitungkan struktur bangunan, sehingga peneliti memilih lokasi penelitian dengan tujuan untuk menganalisis bangunan Rumah Sakit HVA Toeloengredjo menggunakan SNI 2847 – 2019.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan RS. HVA Toeloengredjo Kec. Pare, Kab. Kediri

3.2. Flowchart penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Analisis dan Perhitungan Struktur Gedung

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Pembebanan

4.1.1. Beban mati

Beban mati tambahan pada lantai:

- Plafond an penggantung
= 0.2kN/m²

- Pasir 1cm
= 0.16kN/m²
- Mekanikal elektrikal
= 0.25kN/m²
- Spesi 3cm
= 0.66kN/m²
- Keramik 1cm
= 0.24kN/m²
- Total
= 1.51 kN/m²

Beban mati tambahan pada plat atap :

- Mekanikal elektrikal
= 0.25kN/m²
- Plafond dan penggantung
= 0.2kN/m²
- Waterproofing
= 0.28kN/m²
- Total
= 0.73kN/m²

4.1.2. Beban hidup

- Rumah sakit = 3.83 kN/m²

4.1.3. Beban gempa

4.1.3.1. Kategori resiko bangunan

Rumah sakit pada SNI 1726 : 2019 masuk kedalam ketegori resiko ke IV.

4.1.3.2. Faktor keutamaan gempa

$I_e = 1,5$

4.1.3.3. Parameter percepatan gempa

Nilai – nilai parameter percepatan gempa diperoleh melalui website Puskim.

PGA MCEG = 0.3784

Ss MCer = 0.8176

S1 MCer = 0.3850

TL = 20 Detik

4.1.3.4. Klasifikasi situs

SE = Tanah lunak

4.1.3.5. Koefisien situs

Fa = 1.25

Fv = 2.46

4.1.3.6. Parameter respons spectral desain percepatan gempa

SMS = FaSS = 1.25 * 0.8176
= 1.019

SM1 = FvS1 = 2.46 * 0.3850
= 0.947

4.1.3.7. Parameter percepatan desain spectral

SDS = 2/3 SMS = 2/3 * 1.019
= 0.679

SD1 = 2/3 SM1 = 2/3 * 0.947
= 0.631

4.1.3.8. Kategori desain seismic periode pendek

| Nilai S_{DS} | Kategori risiko | |
|----------------------------|--------------------|----------|
| | I atau II atau III | IV |
| $S_{DS} < 0,167$ | A | A |
| $0,167 \leq S_{DS} < 0,33$ | B | C |
| $0,33 \leq S_{DS} < 0,50$ | C | D |
| $0,50 \leq S_{DS}$ | D | D |

Gambar 4.1 Desain Seismik Pada Periode Pendek

4.1.3.9. Kategori desain seismic periode 1 detik

| Nilai S_{D1} | Kategori risiko | |
|-----------------------------|--------------------|----------|
| | I atau II atau III | IV |
| $S_{D1} < 0,067$ | A | A |
| $0,067 \leq S_{D1} < 0,133$ | B | C |
| $0,133 \leq S_{D1} < 0,20$ | C | D |
| $0,20 \leq S_{D1}$ | D | D |

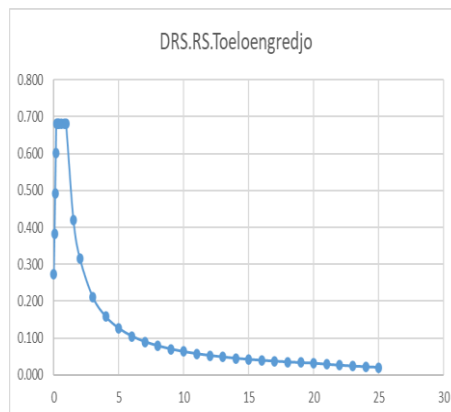
Gambar 4.2 Desain Seismik Pada Periode 1 Detik

4.1.3.10. Pemilihan sistem struktur

Dari perhitungan diatas didapatkan kategori desain seismic D, sehingga memakai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

- R = 8
- $\Omega_0 = 3$
- $C_d = 5\frac{1}{2}$

4.1.3.11. Model respons spectrum



Gambar 4.3 Grafik Respons Spektrum

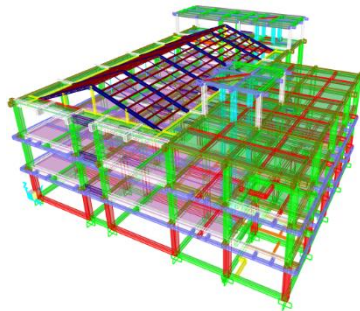
4.1.3.12. Kombinasi beban

Tabel 4.1 Kombinasi Beban

| Kombinasi beban | Beban utama |
|---|-------------|
| $U=1,4D$ | D |
| $U=1,2D+1,6L+0,5(Lr \text{ atau } R)$ | L |
| $U=1,2D+1,6L(Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$ | (Lr atau R) |
| $U=1,2D+1,0W+1,0L+0,5(Lr \text{ atau } R)$ | W |
| $U=1,2D+1,0E+1,0L$ | E |
| $U=0,9D+1,0W$ | W |
| $U=0,9D+1,0E$ | E |

4.1.3.13. Pemodelan struktur

Model *undeformed shape* struktur gedung menggunakan SRPMK bisa dilihat pada gambar di bawah ini adalah hasil capture program SAP 2000.



Gambar 4.4 Struktur Gedung RS. Toeloengredjo 3D

4.1.3.14. Kontrol analisis beban gempa dinamis

- Partisipasi massa

Analisis diperbolehkan menentukan jumlah minimum varians untuk mencapai kualitas varians gabungan setidaknya 90% dari kualitas aktual di setiap sisi horizontal ortogonal dari respons yang dipertimbangkan oleh model.

Tabel 4.2 Modal Participating Mass Ratios

| SumUX | SumUY |
|----------|----------|
| Unitless | Unitless |
| 0.00186 | 0.80412 |
| 0.35289 | 0.80621 |
| 0.82474 | 0.80647 |
| 0.82474 | 0.80647 |
| 0.82474 | 0.80647 |
| 0.82477 | 0.91027 |
| 0.90573 | 0.91099 |
| 0.93239 | 0.92038 |
| 0.93239 | 0.92038 |
| 0.93271 | 0.92097 |
| 0.94243 | 0.94957 |
| 0.94243 | 0.94959 |

- Perbandingan gaya statis dan dinamis
 Jika Cu Ta pada arah tertentu hasil analisis lebih besar dari periode fundamental, maka periode struktur T diambil sebagai Cu Ta. Jika respon gabungan (Vt) gaya geser kurang 100% dari gaya geser (V) dihitung dengan metode ekuivalensi statis, gaya perlu dikalikan Vt/V.

Tabel 4.3 *Base Reactions*

| OutputCase | CaseType | StepType | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ |
|------------|---------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Text | Text | Text | KN | KN | KN |
| Eq.Sx | LinStatic | | -3591.838 | 1.321E-08 | 9.481E-11 |
| Eq.Sy | LinStatic | | 2.989E-08 | -3591.838 | 4.857E-10 |
| Eq.Dx | LinRespSpeMax | | 3591.838 | 212.509 | 17.753 |
| Eq.Dy | LinRespSpeMax | | 192.629 | 3591.86 | 19.191 |

Tabel 4.4 *Base Shear*

| | Dinamik (Vd) | Statik (Vs) | Faktor skala | kontrol |
|------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|
| Base Shear | Geser Dasar | Geser Dasar | Vs / Vd | (Vd) >= 100% Vs |
| | (kN) | (kN) | | |
| arah x | 3591.838 | 3591.838 | 1.00 | OK |
| arah y | 3591.860 | 3591.838 | 1.00 | OK |

- Simpangan antar lantai

Tabel 4.5 Simpangan Antar Lantai

| Joint | OutputCase | U1 | U2 |
|-------|------------|----------|----------|
| Text | Text | m | m |
| 343 | Eq.Dx | 0 | 0 |
| 343 | Eq.Dy | 0 | 0 |
| 344 | Eq.Dx | 0.014312 | 0.006424 |
| 344 | Eq.Dy | 0.001248 | 0.014599 |
| 345 | Eq.Dx | 0.033479 | 0.015241 |
| 345 | Eq.Dy | 0.002816 | 0.03572 |
| 346 | Eq.Dx | 0.048234 | 0.021703 |
| 346 | Eq.Dy | 0.003557 | 0.052377 |
| 100 | Eq.Dx | 0.057806 | 0.026423 |
| 100 | Eq.Dy | 0.004007 | 0.063674 |

Tabel 4.6 Lantai Arah x (Δx)

| Lantai | Hsx (mm) | dx (mm) | Δx (mm) | Δa (ijin) (mm) | kontrol $\Delta x < \Delta$ ijin |
|------------|-------------|------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Atap Beton | 3500 | 0.05781 | 0.1595 | 53 | OK |
| LT.Atap | 4000 | 0.04823 | 0.1769 | 60 | OK |
| LT.3 | 4000 | 0.03348 | 0.1228 | 60 | OK |
| LT.2 | 4000 | 0.01431 | 0.0525 | 60 | OK |
| Dasar | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Tabel 4.7 Lantai Arah y (Δy)

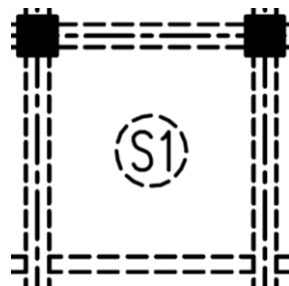
| Lantai | Hsx (mm) | dy (mm) | Δy (mm) | Δa (ijin) (mm) | kontrol $\Delta y < \Delta$ ijin |
|------------|-------------|------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Atap Beton | 3500 | 0.06367 | 0.1799 | 53 | OK |
| LT.Atap | 4000 | 0.05238 | 0.1920 | 60 | OK |
| LT.3 | 4000 | 0.03572 | 0.1310 | 60 | OK |
| LT.2 | 4000 | 0.01460 | 0.0535 | 60 | OK |
| Dasar | 0 | 0 | 0 | 0 | |

4.2. Penulangan komponen struktur

4.2.1. Struktur pelat

Data struktur :

Tipe pelat : S1
 Lx : 3m
 Ly : 4m
 Tebal : 12 cm
 $f'c$: 22,83Mpa
 f_y : 240Mpa
 β_1 : 0.85
 b : 3000 mm
 Diameter Tul. : $\varnothing 10$ mm



Gambar 4.5 Panel Pelat Tipe S1

Momen – momen pada pelat :

$$M_{\text{lapangan } x} = M_{11} = 7,032 \text{ kN.m}$$

$$M_{\text{lapangan } y} = M_{22} = 3,159 \text{ kN.m}$$

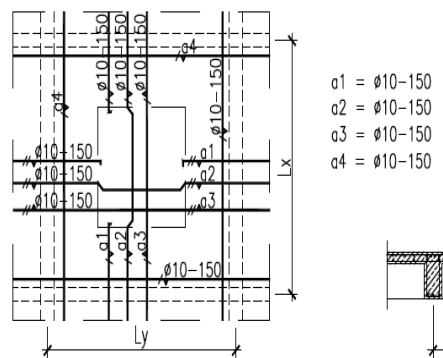
$$M_{\text{tumpuan } x} = M_{11} = 1.936 \text{ kN.m}$$

$$M_{\text{tumpuan } y} = M_{22} = 5.809 \text{ kN.m}$$

Tabel 4.8 Desain Tulangan Pelat

| Jarak mm | Luas mm ² | Mutu Beton fc' | Mutu Baja fy | Tebal Efektif Pelat (d) |
|-------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| 150 | 523.60 | 22.83 | 240 | 100 |
| 150 | 523.60 | 22.83 | 240 | 100 |
| 150 | 523.60 | 22.83 | 240 | 100 |
| 150 | 523.60 | 22.83 | 240 | 100 |

| Ø Mn kNm | a mm | Cek Kapasitas | Di Pasang |
|-------------|---------|---------------|------------|
| 10.94 | 6.48 | OK | P 10 - 150 |
| 10.94 | 6.48 | OK | P 10 - 150 |
| 10.94 | 6.48 | OK | P 10 - 150 |
| 10.94 | 6.48 | OK | P 10 - 150 |

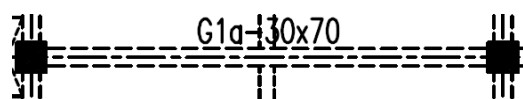


Gambar 4.6 Penulangan Pelat Tipe S1

4.2.2. Struktur balok

Data struktur :

- Tipe : G.1A
- fc' : 22.83 MPa
- fy : 390 MPa (d > 12),
240 MPa (d < 12)
- b : 300mm
- h : 700mm
- D : 19mm
- Ø : 10mm



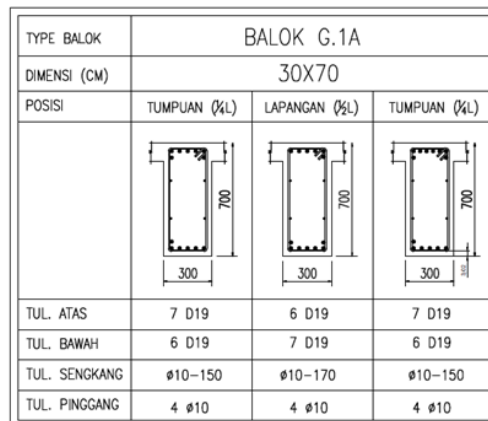
Gambar 4.7 Balok Induk Tipe G.1A

Tabel 4.8 Desain Tulangan Balok

| Daerah | Letak Tulangan | As Perlu mm ² | Ø mm | Jumlah | As Terpasang mm ² | Syarat As Terpasang >= As Perlu |
|----------|----------------|--------------------------|------|--------|------------------------------|---------------------------------|
| Tumpuan | Atas | 1805 | 19 | 7 | 1984.701 | OK |
| | Bawah | 858 | 19 | 6 | 1701.172 | OK |
| Lapangan | Atas | 559 | 19 | 6 | 1701.172 | OK |
| | Bawah | 819 | 19 | 7 | 1984.701 | OK |

Tabel 4.9 Syarat Gaya dan Geometri Balok

| Syarat Gaya Aksial SNI 2847:2019 | Syarat Tinggi Efektif SNI 2847:2019 | Syarat Lebar 1 SNI 2847:2019 | Syarat Lebar 2 SNI 2847:2019 |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pasal 21.5.1.1 | Pasal 18.6.2.1 | Pasal 18.6.2.1 | Pasal 18.6.2.1 |
| OK | OK | OK | OK |
| OK | OK | OK | OK |
| OK | OK | OK | OK |
| OK | OK | OK | OK |



Gambar 4.8 Penulangan Balok Induk Tipe G.1A

4.2.3. Struktur kolom

Data struktur :

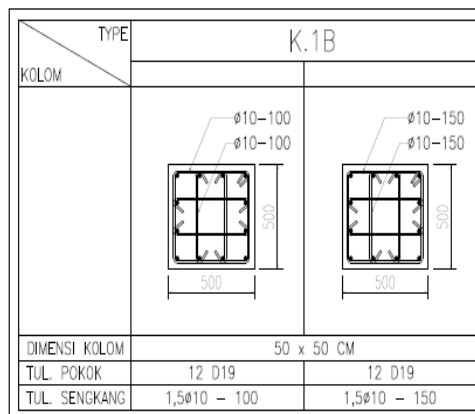
- Kolom : K.1B
- f_c' : 22.83 Mpa
- f_y : 390 MPa ($d > 12$),
240 MPa ($d < 12$)
- ϕ_{lentur} : 0.9
- ϕ_{geser} : 0.75
- b : 50cm
- h : 50cm
- L : 400cm

Tabel 4.10 Desain Tulangan Kolom

| As perlu mm^2 | ϕ mm | Luas mm^2 | Jumlah | As Terpasang mm^2 | Syarat As Terpasang \geq As perlu |
|--------------------|-----------|-------------|--------|---------------------------|--|
| 3400 | 19 | 283.5287 | 12 | 3402 | OK |

Tabel 4.11 Syarat Gaya dan Geometri Kolom

| Dipasang | Syarat Gaya dan Geometri | | | Cek Rasio Tulangan | |
|----------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|--------------|
| | Syarat Gaya Aksial | Syarat Sisi Terpendek SNI | Syarat Rasio Dimensi | Cek ρ min & ρ max SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.1 | |
| | 12 D 19 | OK | OK | OK | 1.36% |



Gambar 4.9 Penulangan Kolom Tipe K.1B

5. KESIMPULAN

Struktur gedung Rumah Sakit Toeloengredjo pada kondisi eksisting yang mengacu pada SNI 2847 : 2013, telah di analisis ke SNI 2847 : 2019 mengalami perubahan detail tulangan yang digunakan seperti :

1. Pelat tipe S1 kondisi eksisting menggunakan $\phi 10 - 240$ mm setelah dianalisis menjadi $\phi 10 - 150$ mm.
2. Balok tipe B.1 kondisi eksisting menggunakan tulangan atas 5 D16 dan 3 D16, tulangan bawah 3 D16 dan 5 D16, dan sengkang daerah tumpuan dan lapangan $\phi 10 - 100$ mm dan $\phi 10 - 150$ mm, setelah dianalisis menjadi tulangan atas 5 D16 dan 4 D16, tulangan bawah 4 D16 dan 5 D16, dan sengkang daerah tumpuan dan lapangan $\phi 10 - 130$ mm dan $\phi 10 - 150$ mm.

3. Kolom tipe K.1A kondisi eksisting menggunakan tulangan pokok daerah tumpuan dan lapangan 16 D19 dan 16 D19, dan sengkang daerah tumpuan dan lapangan 1,5 ϕ 10 – 100 mm dan 1,5 ϕ 10 – 150 mm, setelah dianalisis menjadi tulangan pokok daerah tumpuan dan lapangan 12 D19 dan 12 D19, dan sengkang daerah tumpuan dan lapangan 1,5 ϕ 10 – 100 mm dan 1,5 ϕ 10 – 150 mm

Dari uraian diatas, maka perhitungan kapasitas gedung RS Toeloengredjo dengan memakai SNI 2847:2019 yaitu :

1. Pelat ϕ Mn = 24,659 kN.m lebih besar dari Mu = 7.032 kN.m (OK)
2. Balok ϕ Mn tumpuan 123,390 kN.m, ϕ Mn lapangan 102,797 kN.m, ϕ Vn tumpuan 237.590 kN.m, ϕ Vn lapangan 237.590 kN.m lebih besar dari Mu tumpuan 106,124 kN.m, Mu lapangan 88,219 kN.m, Vu tumpuan 88.009 kN.m, Vu lapangan 88,009 kN.m (OK)
3. Kolom ϕ Mn 380.490 kN.m, ϕ Pn 3668 kN lebih besar dari Mu 73.570 kN.m, Pu 820.395 kN (OK).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggaran, R., Gedung, P., Fpik, L., Kunci, K., Struktur, A. P., & Biaya, R. A. (2013). Jurnal konstruksi. VII(2), 133–144.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Sni 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, 8, 254.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2018). RSNi2 1727:2018 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standarisasi Nasional, 196. www.bsn.go.id
- [4] Fadillah, M. R. (2020). Metode Analisis Perhitungan Struktur Bangunan Tahan Gempa. Jurnal Student Teknik Sipil, 2(3), 176–182.
- [5] Giynasiar Fatah, A., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Studi Perencanaan Bangunan Atas Gedung Permata Indah di Desa Kedung Dowo Kabupaten Nganjuk. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 3(2), 289. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1139>
- [6] Hadi Saeful, S. A. (2018). Jurnal Konstruksi. Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, 7(2), 2085–8744. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- [7] Harianti, A. P. dan E. (2013). Desain Pondasi Tahan Gempa. Desain Pondasi, 1–70.