

# Analisis Struktur Atas Gedung *Teaching Industry Learning Center* (TILC) UGM Yogyakarta Menggunakan SNI 2847 Tahun 2019

Susana Evilina Sose<sup>\*1</sup>, Lilis Zulaicha<sup>2</sup>, Andrea Sumarah Asih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

e-mail: : : [1\\*110016140@students.itny.ac.id](mailto:1*110016140@students.itny.ac.id), [2lilis.zulaicha@itny.ac.id](mailto:lilis.zulaicha@itny.ac.id), [3andrea.sa@itny.ac.id](mailto:andrea.sa@itny.ac.id)

## Abstrak

*Gedung Teaching Industry Learning Center (TILC) Sekolah Vokasi UGM merupakan fasilitas untuk mengimplementasikan "Teaching Industry" dan perwujudan konsep "Link & Match" terdiri dari 9 lantai dan atap yang dibangun pada November 2019 ini masih menggunakan SNI 2847-2013. Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan struktur gedung TILC menggunakan SNI 2847-2019 dengan cara membandingkan struktur eksisting dengan struktur hasil analisis. Tahapan analisis yang dilakukan pada gedung TILC UGM Yogyakarta meliputi perhitungan pembebanan yang terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban gempa. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah SNI 1726-2019, SNI 2847-2019, PPIUG 1983 dan SKBI - 1.3.53.1987 UDC : 624.042. Analisis pembebanan tidak mengubah dimensi maupun denah eksisting. Hasil analisis pembebanan kemudian dianalisis menggunakan software SAP 2000 versi 14.0.0 sehingga dihasilkan gaya aksial, gaya geser dan momen. Hasil output SAP kemudian dianalisis penulangannya berdasarkan SNI 2847-2019. Selanjutnya hasil analisis penulangan tersebut dibandingkan dengan kondisi penulangan eksisting. Hasil analisis elemen-elemen struktur yang didesain berdasarkan SNI 2019 dinyatakan aman karena momen rencana ( $M_n$ ), gaya geser rencana ( $V_n$ ) dan gaya aksial rencana ( $P_n$ ) lebih besar dari momen perlu, gaya geser perlu dan gaya aksial perlu ( $P_u$ ). Sedangkan jumlah tulangan dan jarak sengkang pada balok dan kolom mengalami perubahan yang cukup signifikan meskipun dimensi dan diameternya sama.*

**Kata kunci:** analisis struktur, struktur atas, SNI 1726-2019, SNI 2847-2019

## Abstract

*The Teaching Industry Learning Center (TILC) UGM Vocational School is a facility for implementing "Teaching Industry" and the embodiment of the "Link & Match" concept consisting of 9 floors and a roof that was built in November 2019 still using SNI 2847-2013. This study aims to analyze the strength of the TILC building structure using SNI 2847-2019 by comparing the existing structure with the structure of the analysis results. The stages of analysis carried out at the TILC UGM Yogyakarta building include load calculations consisting of dead loads, live loads and earthquake loads. The regulations used are SNI 1726-2019, SNI 2847-2019, PPIUG 1983 and SKBI - 1.3.53.1987 UDC : 624.042. Loading analysis does not change the dimensions or the existing plan. The load analysis results are then analyzed using SAP 2000 version 14.0.0. to produce axial forces, shear forces and moments. The results of the SAP output are then analyzed for reinforcement based on SNI 2847-2019. Furthermore, the results of the reinforcement analysis are compared with the existing reinforcement conditions. From the calculation results, the structural elements designed based on the existing SNI are declared safe because the design moment ( $M_n$ ), the design shear force ( $V_n$ ) and the design axial force ( $P_n$ ) is greater than the necessary moment, the necessary shear force ( $V_u$ ) and the necessary axial force ( $P_u$ ). Meanwhile, the amount of reinforcement and the spacing of the stirrups in the beams and columns have changed significantly even though the dimensions and diameters are the same.*

**Keywords :** structural analysis, upper structure, SNI 1726-2019, SNI 2847-2019

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebuah gedung bertingkat khususnya gedung kampus bertingkat, dalam perencanaannya harus memperhatikan beberapa kriteria yang matang dari unsur kekuatan, kenyamanan, serta aspek ekonomisnya. Kenyamanan yang diinginkan membutuhkan tingkat ketelitian dan keamanan yang tinggi dalam perhitungan konstruksinya. Faktor yang seringkali mempengaruhi kekuatan konstruksi adalah beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terbentang sangat luas, juga sebagai salah satu daerah rawan gempa. Kondisi ini memberikan pengaruh besar dalam proses perencanaan sebuah gedung di Indonesia. Yogyakarta merupakan salah satu propinsi di pulau Jawa yang dikenal sebagai kota pelajar. Hal ini tidak terlepas dari kualitas pendidikan yang ditawarkan oleh lembaga-lembaga pendidikan yang ada di kota Yogyakarta, baik itu negeri maupun swasta.

Gedung *Teaching Industry Learning Center* (TILC) Sekolah Vokasi UGM merupakan fasilitas untuk mengimplementasikan "Teaching Industry" dan perwujudan konsep "*Link & Match*". Gedung 9 lantai yang dibangun pada November 2019 ini masih menggunakan peraturan dan syarat pembangunan standar SNI 2847-2013, dalam hal ini perlu dianalisis struktur atas Gedung TILC UGM Yogyakarta berdasarkan peraturan dan syarat standar yang baru yaitu SNI 2847-2019. Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan struktur gedung TILC menggunakan SNI 2847-2019 dengan cara membandingkan struktur eksisting dengan struktur hasil analisis (Anonim, 2019).

### 1.2 Landasan Teori

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan struktur gedung TILC menggunakan SNI 2847-2019 dengan cara membandingkan struktur eksisting dengan struktur hasil analisis. Menganalisis ulang atau peninjauan ulang suatu struktur harus berpatokan pada pedoman atau peraturan yang berkaitan dengan perencanaan gedung yang berlaku di Indonesia. Oleh karena itu pada peninjauan ulang gedung digunakan peraturan sebagai berikut :

1. SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. PPIUG 1983 Tentang Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung.
4. SKBI - 1.3.53.1987 UDC: 624.042 Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### a. Kombinasi Pembebanan

Struktur komponen elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus didesain sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut (Anonim, 2019):

- |   |   |
|---|---|
| 1. $1,4D$   | 4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$ |
| 2. $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$                   | 5. $0,9D + 1,0W$                                |
| 3. $1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$ |   |

Apabila suatu struktur menerima pengaruh beban seismik, maka kombinasi-kombinasi beban berikut harus diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar di atas. Pengaruh beban seismik yang paling menentukan harus ditinjau, tetapi tidak perlu diperhitungkan secara bersamaan dengan beban angin (Departemen Pekerjaan Umum, 1983).

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. $1,2D + E_v + E_h + L$ | 4. $1,2D + E_v + E_{mh} + L$ |
| 2. $0,9D - E_v + E_h$     | 5. $0,9D - E_v + E_{mh}$     |
| 3. $E = f(E_v, E_h)$      | 6. $E_m = f(E_v, E_{mh})$    |

Keterangan:

- D = pengaruh beban mati  
L = pengaruh beban hidup  
W = pengaruh beban angin

E = pengaruh beban gempa  
 R = pengaruh beban hujan

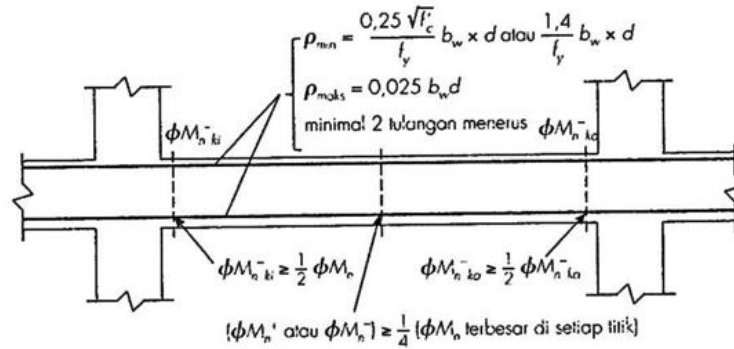
b. Perencanaan Balok

Dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), balok direncanakan sebagai komponen lentur yang mana berfungsi untuk menahan momen lentur dan gaya geser yang disebabkan oleh beban gravitasi dan lateral (Anonim, 2019). Momen dan gaya geser dapat diperoleh dari hasil analisis SAP. Berikut adalah ketentuan perencanaan balok:

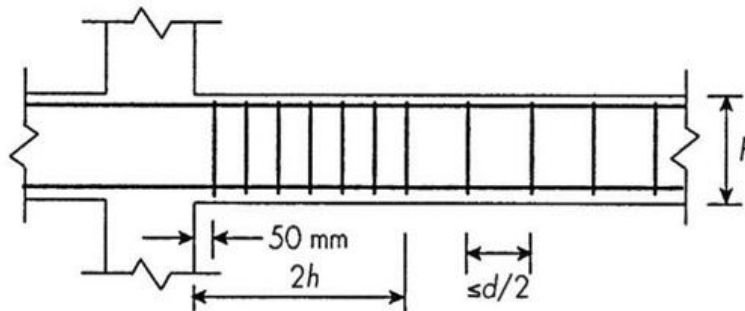
1. Merencanakan tulangan longitudinal berdasarkan SRPMK ( $\rho$ )

$$\rho_{maks} \leq 0,025 \times b_w \times d \tag{1}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d \text{ atau } \rho_{min} = \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y} \times b_w \times d \tag{2}$$



Gambar 1. Persyaratan tulangan longitudinal SRPMK



Gambar 2. Tulangan Sengkang pada Balok

$$V_u \leq \phi V_n \tag{3}$$

$$V_u \leq \phi (V_c + V_s) \tag{4}$$

Dengan:

$V_c$  = gaya geser yang disumbangkan untuk oleh beton, N

$V_s$  = gaya geser yang disumbangkan oleh tulangan, N

$V_u$  = gaya geser terfaktor pada penampang, N

$\phi$  = faktor reduksi kekuatan

Jarak antar sengkang ( $s$ ) adalah:

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} \tag{5}$$

Berdasarkan SRPMK tulangan transversal harus dipasang pada komponen struktur pada daerah-daerah dibawah ini:

- a. Sejarak  $2h$

$$S_1 \leq \frac{1}{4} d \quad (6)$$

$$S_1 \leq 6d_b \quad (7)$$

$$S_1 \leq 150 \text{ mm} \quad (8)$$

b. Sejarak 2h

$$S_2 \leq \frac{1}{2} d \quad (9)$$

Pada perencanaan kolom, pelat dan dinding geser juga digunakan atau didasarkan pada SRPMK (Anonim, 2019).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Uraian umum

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis. Analisis harus dilakukan secara sistematis yang jelas dan teratur sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Alur metodologi penelitian sebagai berikut:

- a. Tahap persiapan yaitu tahapan dalam mempersiapkan data-data yang akan dipergunakan dalam analisis.
- b. Tahap pliminari desain yaitu desain awal dan mengacu pada SNI 2847-2019.
- c. Tahap analisis pembebanan yang terdiri dari beban hidup, beban mati, dan beban gempa.
- d. Analisis struktur dengan menggunakan bantuan program SAP 2000 versi 14.0.0 dan diperoleh hasil analisis mekanika berupa gaya dalam yang di peroleh yaitu gaya aksial, gaya geser dan momen.
- e. Pada tahap ini dilakukan analisis penulangan dan kontrol kekuatan terhadap gaya aksial, gaya geser, dan moment. Hasil data analisis pembebanan dan analisis mekanika akan dievaluasi benar atau tidaknya analisis yang sudah diperoleh maupun aman atau tidaknya struktur sesuai dengan peraturan yang digunakan.
- f. Tahap membandingkan antara hasil analisis struktur dengan eksisting. Setelah semua tahapan dilakukan maka tahap selanjutnya adalah membandingkan antara hasil analisis struktur dengan eksisting.
- g. Tahap pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sehingga suatu kesimpulan sesuai dengan hasil analisis.

### 2.2 Analisa Perhitungan Struktur dengan Program SAP 2000

Dasar dari penggunaan SAP 2000 adalah berkenaan dengan prinsip dasar pemasukan data-data struktur, termasuk bentuk geometri, bahan, perletakan, beban dan lain-lain. Hal ini disebabkan karena SAP 2000 mempunyai banyak sekali cara pemasukan data yang spesifik (*input*). Penggunaan *software* ini hampir sama dengan program lain yang berbasis *windows* tetapi khusus pada persoalan teknik.

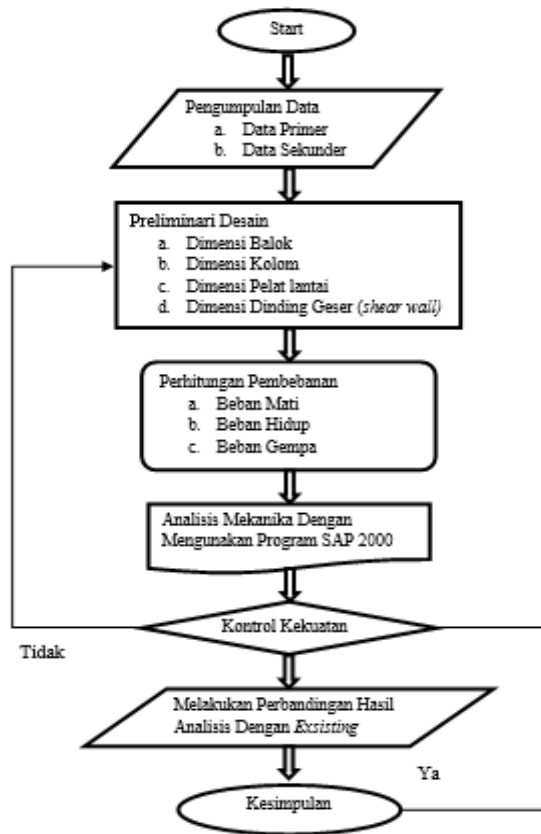
#### a. Proses Perhitungan dengan SAP 2000

Data-data yang diperlukan dimasukkan (*input*), dengan meng-klik menu *analyze, run* kemudian SAP 2000 akan memproses perhitungan sampai selesai, jika tidak ada masalah apa-apa, maka pesan yang dikeluarkan oleh SAP 2000 adalah *analysis complete*, tetapi jika pesan yang dikeluarkan SAP 2000 adalah *analysis incomplete*, maka banyak alternatif yang menyebabkan hal tersebut, seperti tidak stabilnya struktur.

#### b. Hasil Perhitungan SAP 2000

Setelah selesai melakukan proses perhitungan struktur, SAP 2000 menghasilkan tampilan keluaran (*output*) gaya dalam berupa momen, gaya lintang, gaya normal, torsi, dan reaksi peletakan. Dengan menggunakan SAP 2000 selain ditampilkan besarnya gaya yang terjadi, dapat juga dibuat diagram untuk setiap gaya-gaya dalam.

2.3 *Bagan Alir Perencanaan*



Gambar 3. Bagan Alir Perencanaan

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Berat total bangunan*

Tabel 1. Berat Total Bangunan

|              | Beban Mati (kg) | Beban Hidup (kg) | Berat Total (kg)   |
|--------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Atap         | 102540,12       | 0                | 102540,12          |
| Lantai 9     | 904516,64       | 33976,5          | 938493,14          |
| Lantai 8     | 717551,62       | 18443,5          | 735995,13          |
| Lantai 7     | 717215,56       | 18443,5          | 735659,06          |
| Lantai 6     | 1889752,16      | 68328,5          | 1958080,66         |
| Lantai 5     | 1856907,46      | 64913,5          | 1921820,96         |
| Lantai 4     | 1859522,52      | 64913,5          | 1924436,02         |
| Lantai 3     | 2602760,87      | 95338,5          | 2698099,37         |
| Lantai 2     | 3011321,06      | 118977,5         | 3130298,56         |
| Lantai 1     | 2942513,74      | 127700,05        | 3070213,79         |
| <b>Total</b> |                 |                  | <b>17216536,81</b> |

3.2 *Beban Gempa*

Analisis gempa yang akan dikenakan pada struktur gedung menggunakan analisis spektrum respons. Berdasarkan SNI 1726-2019, spektrum respons gempa rencana desain harus dibuat terlebih

dahulu. Tahap-tahap yang perlu dilakukan untuk membuat spektrum respons gempa rencana desain dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan  $S_s$  dan  $S_1$  dengan melihat peta respons spektra
2. Menghitung  $F_a$  dan  $F_v$  dengan melihat tabel 4 dan 5 koefisien situs

$$F_a = 1,05412 \text{ g}$$

$$F_v = 1,7964 \text{ g}$$

3. Menghitung  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  dengan menggunakan rumus :

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 1,1750 \text{ g}$$

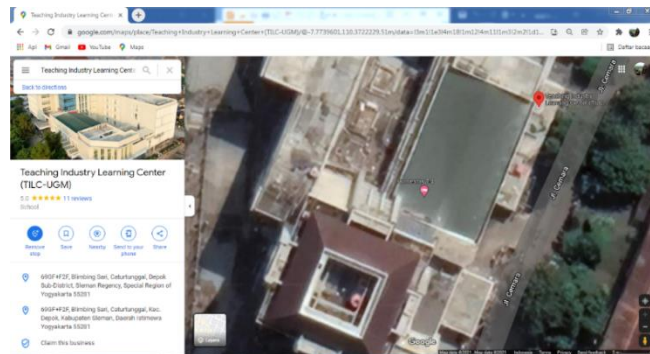
$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 0,9047 \text{ g}$$

4. Menghitung  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  dengan menggunakan rumus :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} = 0,79 \text{ g}$$

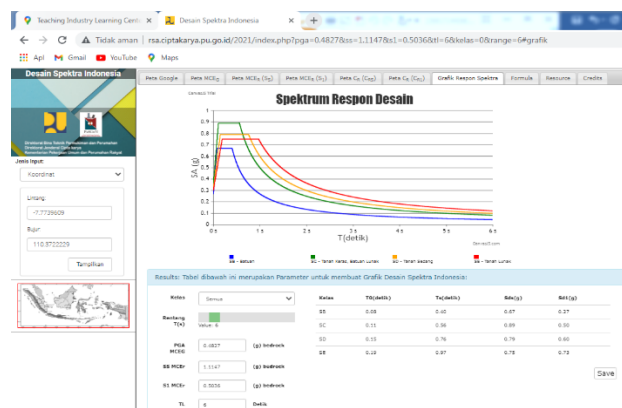
$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} = 0,60 \text{ g}$$

Ke-4 langkah diatas juga dapat diperoleh dengan menggunakan software desain spektra indonesia. Proses penentuan parameter percepatan gempa dilakukan menggunakan bantuan situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dengan tahapan pertama yaitu mengetahui atau mencari titik koordinat lokasi gedung TILC UGM menggunakan google maps (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2021).

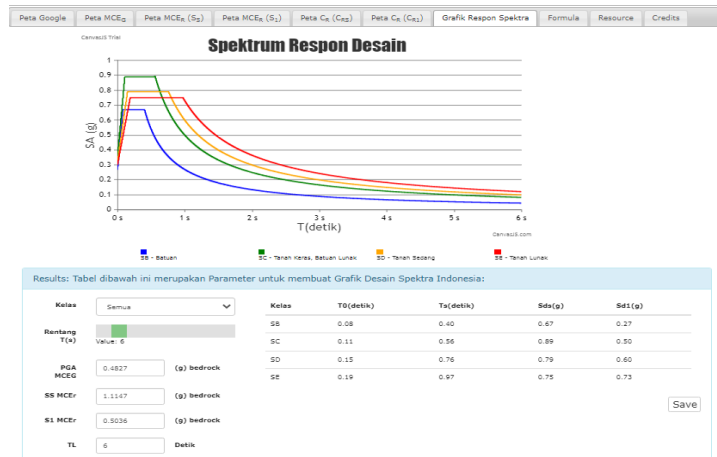


Gambar 4. Penentuan Koordinat Gedung TILC UGM Yogyakarta

Setelah titik koordinat lokasi gedung TILC UGM diketahui kemudian dilanjutkan dengan membuka situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dan memasukan koordinat sesuai dengan titik koordinat yang telah diketahui melalui google maps.



Gambar 5. Penginputan Koordinat Lokasi Gedung TILC UGM Yogyakarta



Gambar 6. Hasil Perhitungan Respons Spektrum

Tabel 2. Output Perhitungan

| Variabel   | Batuan (D) |
|------------|------------|
| PGA        | 0.4827     |
| Ss (g)     | 1,1147     |
| S1 (g)     | 0.5036     |
| SDS (g)    | 0,79       |
| SD1 (g)    | 0.60       |
| T0 (detik) | 0.08       |
| Ts (detik) | 0.40       |

Output perhitungan berdasarkan situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> menampilkan dalam 2 bentuk yaitu dalam bentuk grafik maupun dalam bentuk tabel.

Dari hasil output diatas diambil data-data tanah sedang karena lokasi gedung TILC UGM Yogyakarta terletak pada daerah tanah sedang dari hasil pemeriksaan tanah.

- a. Fungsi gedung = gedung perkuliahan
- b. Kategori resiko = IV
- c. faktor keutamaaan gempa (Ie) = 1,50.
- d. Kategori desain = D
- e. Sistem Rangka = SRPMK

Tabel 3. Distribusi Beban Vertikal

|                 | Wi (kN)   | hi     | K | Cvx     | V(kN)     | Ex(kN)    |
|-----------------|-----------|--------|---|---------|-----------|-----------|
| <b>Atap</b>     | 10055.82  | 43,225 | 2 | 0,05653 | 26169,671 | 1479,371  |
| <b>Lantai 9</b> | 9203,48   | 37,400 | 2 | 0,05174 | 26169,671 | 1354,019  |
| <b>Lantai 8</b> | 7217,65   | 33,900 | 2 | 0,04058 | 26169,671 | 1061,965  |
| <b>Lantai 7</b> | 7214,35   | 29,700 | 2 | 0,04056 | 26169,671 | 1061,442  |
| <b>Lantai 6</b> | 19202,22  | 25,500 | 2 | 0,10795 | 26169,671 | 2825,016  |
| <b>Lantai 5</b> | 18846,63  | 21,300 | 2 | 0,10595 | 26169,671 | 2772,677  |
| <b>Lantai 4</b> | 18872,27  | 17,100 | 2 | 0,10610 | 26169,671 | 2776,602  |
| <b>Lantai 3</b> | 26459,332 | 12,900 | 2 | 0,14873 | 26169,671 | 3892,215  |
| <b>Lantai 2</b> | 30697,75  | 8,700  | 2 | 0,17258 | 26169,671 | 4516,362  |
| <b>Lantai 1</b> | 30108,52  | 4,500  | 2 | 0,16926 | 26169,671 | 4429,476  |
|                 | 177878,01 |        |   | 1       | 26169,671 | 26169,671 |



### 3.3 Penulangan

Pada tahapan ini dilakukan analisis/perhitungan penulangan pelat, balok, kolom, dan shear wall dan kontrol kekuatan terhadap gaya aksial, gaya geser, dan moment dengan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.** Rekapitulasi Penulangan Plat Lantai

| No | Persamaan             | Penulangan Arah Panjang (Y) |          | Penulangan Arah Pendek (X) |          |
|----|-----------------------|-----------------------------|----------|----------------------------|----------|
|    |                       | Tumpuan                     | Lapangan | Tumpuan                    | Lapangan |
| 1  | Mu (kNm)              | 5,679                       | 2,775    | 10,019                     | 4,93     |
| 2  | Mn (kNm)              | 6,31                        | 3,083    | 11,132                     | 5,478    |
| 3  | Rn                    | 0,873                       | 0,427    | 1,233                      | 0,607    |
| 4  | $\rho_{min}$          | 0,0035                      | 0,0035   | 0,0035                     | 0,0035   |
| 4  | $\rho$                | 0,00222                     | 0,00107  | 0,00316                    | 0,00154  |
| 5  | $\rho_{max}$          | 0,0244                      | 0,0244   | 0,0244                     | 0,0244   |
| 6  | $\rho_{pakai}$        | 0,0035                      | 0,0035   | 0,0035                     | 0,0035   |
| 7  | As (mm <sup>2</sup> ) | 297,5                       | 297,5    | 332,5                      | 332,5    |
| 8  | S (mm)                | 263,87                      | 263,865  | 236,339                    | 236,09   |
| 9  | Smax (mm)             | 260                         | 260      | 260                        | 260      |
| 10 | Spasang (mm)          | 150                         | 150      | 150                        | 150      |
| 11 | Tulangan digunakan    | D10                         | D10      | D10                        | D10      |

**Tabel 5.** Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Balok

| Balok B1-1 (mm) | Mu (kN-m)   |              | $\rho_{min}$ | $\rho_{max}$ | $\rho_{perlu}$ |          | Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> ) |          | Jumlah Tulangan |          | Tulangan Torsi | Momen Nominal Aktual Mn (kN-m) |          | Momen Kapasitas $\Phi M_n$ (kN-m) |          |          |          |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------|----------|----------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                 | Tumpuan Mu- | Lapangan Mu+ |              |              | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                          | Lapangan | Tumpuan         | Lapangan |                | Tumpuan                        | Lapangan | Tumpuan                           | Lapangan | Tumpuan  | Lapangan |
|                 | 400 x 700   | 553,51       |              |              | 277,61         | 0,0035   | 0,025                            | 0,0109   | 0,0012          | 2703,2   |                | 1296                           | 8D25     | 4D25                              | 2D12     | 4291,500 | 492,540  |

| Balok B2-W (mm) | Mu (kN-m)   |              | $\rho_{min}$ | $\rho_{max}$ | $\rho_{perlu}$ |          | Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> ) |          | Jumlah Tulangan |          | Tulangan Torsi | Momen Nominal Aktual Mn (kN-m) |          | Momen Kapasitas $\Phi M_n$ (kN-m) |          |          |          |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------|----------|----------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                 | Tumpuan Mu- | Lapangan Mu+ |              |              | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                          | Lapangan | Tumpuan         | Lapangan |                | Tumpuan                        | Lapangan | Tumpuan                           | Lapangan | Tumpuan  | Lapangan |
|                 | 400 x 800   | 821,92       |              |              | 931,84         | 0,0035   | 0,025                            | 0,0122   | 0,0030          | 3513,6   |                | 3780                           | 10D25    | 8D25                              | 2D12     | 7525,384 | 1131,024 |

| Balok BA-W (mm) | Mu (kN-m)   |              | $\rho_{min}$ | $\rho_{max}$ | $\rho_{perlu}$ |          | Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> ) |          | Jumlah Tulangan |          | Tulangan Torsi | Momen Nominal Aktual Mn (kN-m) |          | Momen Kapasitas $\Phi M_n$ (kN-m) |          |          |          |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------|----------|----------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                 | Tumpuan Mu- | Lapangan Mu+ |              |              | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                          | Lapangan | Tumpuan         | Lapangan |                | Tumpuan                        | Lapangan | Tumpuan                           | Lapangan | Tumpuan  | Lapangan |
|                 | 400 x 500   | 597,02       |              |              | 425,43         | 0,0035   | 0,025                            | 0,0241   | 0,00424         | 4434,4   |                | 3052,8                         | 8D25     | 2D25                              | 2D12     | 2799,249 | 500,052  |

| Balok BA-2 (mm) | Mu (kN-m)   |              | $\rho_{min}$ | $\rho_{max}$ | $\rho_{perlu}$ |          | Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> ) |          | Jumlah Tulangan |          | Tulangan Torsi | Momen Nominal Aktual Mn (kN-m) |          | Momen Kapasitas $\Phi M_n$ (kN-m) |          |          |          |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------|----------|----------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
|                 | Tumpuan Mu- | Lapangan Mu+ |              |              | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                          | Lapangan | Tumpuan         | Lapangan |                | Tumpuan                        | Lapangan | Tumpuan                           | Lapangan | Tumpuan  | Lapangan |
|                 | 300 x 500   | 442,22       |              |              | 432,88         | 0,0035   | 0,025                            | 0,0237   | 0,00434         | 3270,6   |                | 3124,8                         | 6D25     | 3D25                              | 2D12     | 2099,437 | 500,052  |

**Tabel 6.** Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Geser Balok

| Nama Balok         | Gaya Geser | Kuat Geser Beton | Kuat Geser Baja Tul. | Luas Tulangan | Jarak Sengkang               |
|--------------------|------------|------------------|----------------------|---------------|------------------------------|
| B1-1               | Vu (kN)    | Vc (kN)          | Vs (kN)              | Kaki          | Av (mm <sup>2</sup> ) s (mm) |
| Sendi Plastik      | 421,941    | 232,782          | 329,809              | 2             | 157 D10-100                  |
| Luar Sendi Plastik | 302,230    | 232,782          | 170,191              | 2             | 157 D10-150                  |
| B2-W               | Vu (kN)    | Vc (kN)          | Vs (kN)              | Kaki          | Av (mm <sup>2</sup> ) s (mm) |
| Sendi Plastik      | 626,519    | 269,296          | 566,063              | 2             | 157 D10-100                  |
| Luar Sendi Plastik | 443,362    | 269,296          | 170,191              | 2             | 157 D10-150                  |
| BA-W               | Vu (kN)    | Vc (kN)          | Vs (kN)              | Kaki          | Av (mm <sup>2</sup> ) s (mm) |
| Sendi Plastik      | 313,741    | 159,752          | 258,569              | 2             | 157 D10-150                  |
| Luar Sendi Plastik | 230,594    | 159,752          | 140,707              | 2             | 157 D10-150                  |
| BA-2               | Vu (kN)    | Vc (kN)          | Vs (kN)              | Kaki          | Av (mm <sup>2</sup> ) s (mm) |
| Sendi Plastik      | 290,697    | 119,814          | 267,782              | 2             | 157 D10-150                  |
| Luar Sendi Plastik | 206,077    | 119,814          | 154,955              | 2             | 157 D10-150                  |



**Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Kolom**

| Pemulangan Kolom |           |         |       |                       |                                |       |                           |              |                             | Analisis Kapasitas Kolom |                |             |                       |           |               |           |              |          |
|------------------|-----------|---------|-------|-----------------------|--------------------------------|-------|---------------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|-------------|-----------------------|-----------|---------------|-----------|--------------|----------|
| Kolom (C1)(mm)   | Mu (kN-m) | Pu(kN)  | E(mm) | Agr(mm <sup>2</sup> ) | Atal 2.72 % (mm <sup>2</sup> ) | Ø tul | As, tul(mm <sup>2</sup> ) | Jml.Tul.(bb) | Kolom dalam keadaan seutris |                          |                |             | Tulangan Kolom        |           |               |           |              |          |
|                  |           |         |       |                       |                                |       |                           |              | Ø Pn (kN)                   | Ø Pn.maks (kN)           | Beton (e > eb) |             | Dalam keadaan balance |           | Baja (e < eb) |           | Lentur murni |          |
|                  |           |         |       |                       |                                |       |                           |              |                             |                          | Ø Mn (kN-m)    | Ø Mn.b (kN) | Ø Mn.b (kN-m)         | Ø Pn (kN) | Ø Mn (kN-m)   | Ø Pn (kN) | Ø Mn (kN-m)  |          |
| 800 x 800        | 549,50    | 3166,56 | 176,3 | 640000                | 17408                          | D25   | 490,625                   | 36           | 10773,494                   | 8618,795                 | 8552,516       | 3025,951    | 5182,745              | 1736,135  | 2191,445      | 1975,026  | 0            | 1884,658 |
| 400 x 700        | 337,52    | 1230,52 | 275   | 280000                | 7616                           | D22   | 379,94                    | 20           | 6490,737                    | 5192,590                 | 3196,506       | 773,366     | 2220,134              | 806,302   | 1157,112      | 729,882   | 0            | 865,762  |

**Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Geser Kolom**

| Kolom (C1) (mm) | Daerah    | Vu (kN) | Vc (kN) | Vs (kN) | b (mm) | d (mm) | s (mm)   |
|-----------------|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|----------|
| 800 x 800       | lo        | 210,54  | 592,583 | 205,106 | 800    | 737,5  | 4D13-100 |
|                 | Diluar lo | -       |         | -       | 800    | 737,5  | 4D13-130 |
| Kolom (C3) (mm) | Daerah    | Vu (kN) | Vc (kN) | Vs (kN) | b (mm) | d (mm) | s (mm)   |
| 400 x 700       | lo        | 138,27  | 256,588 | 234,407 | 400    | 639    | 4D13-100 |
|                 | Diluar lo | -       |         | -       | 700    | 639    | 2D13-130 |

**Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Shear Wall**

| Type Shear Wall | Ukuran shear wall |         |         | Hasil analisis SAP2000 |          |          | Output software SPColumn | Jumlah tulangan arah vertikal dan horizontal shear wall |
|-----------------|-------------------|---------|---------|------------------------|----------|----------|--------------------------|---|
|                 | tw (mm)           | Lw (mm) | Hw (mm) | Pu (kN)                | Vu (kN)  | Mu (kNm) | ØMu (kNm)                |   |
| W2              | 400               | 6400    | 17100   | 4033,667               | 1045,257 | 3490,06  | 5664,99                  | Dua layer D16-300                                       |

**4 KESIMPULAN**

Setelah membandingkan struktur eksisting dengan struktur hasil analisis menggunakan SNI 2847-2019 dapat disimpulkan bahwa kekuatan struktur gedung TILC UGM dinyatakan aman. Dari hasil perhitungan elemen-elemen struktur menggunakan standar peraturan yang baru yaitu SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 didapatkan momen rencana (Mn) lebih besar dari momen perlu, gaya geser rencana (Vn) lebih besar dari gaya geser perlu (Vu) dan gaya aksial rencana (Pn) lebih besar dari gaya aksial perlu (Pu). Sedangkan jumlah tulangan dan jarak sengkang pada balok dan kolom mengalami perubahan yang cukup signifikan meskipun dimensi dan diameternya sama.

**Tabel 10. Perbandingan Tulangan Balok**

| Type Balok      | Data Existing Bangunan |          |                |          | Data hasil Analisis Ulang |          |                |          |
|-----------------|------------------------|----------|----------------|----------|---------------------------|----------|----------------|----------|
| Balok B1-1 (mm) | Jumlah Tulangan        |          | Tulangan Geser |          | Jumlah Tulangan           |          | Tulangan Geser |          |
|                 | Tumpuan                | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                   | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan |
| 400 x 700       | 8D25                   | 4D25     | D10-75         | D10-150  | 8D25                      | 4D25     | D10-100        | D10-150  |
|                 | 4D25                   | 2D25     |                |          | 4D25                      | 2D25     |                |          |
| Balok B2-W (mm) | Jumlah Tulangan        |          | Tulangan Geser |          | Jumlah Tulangan           |          | Tulangan Geser |          |
|                 | Tumpuan                | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                   | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan |
| 400 x 800       | 10D25                  | 6D25     | D10-70         | D10-150  | 10D25                     | 8D25     | D10-100        | D10-150  |
|                 | 6D25                   | 2D25     |                |          | 6D25                      | 3D25     |                |          |
| Balok BA-W (mm) | Jumlah Tulangan        |          | Tulangan Geser |          | Jumlah Tulangan           |          | Tulangan Geser |          |
|                 | Tumpuan                | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                   | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan |
| 400 x 500       | 6D25                   | 3D16     | D10-75         | D10-150  | 8D25                      | 2D25     | D10-150        | D10-150  |
|                 | 3D16                   | 6D16     |                |          | 4D25                      | 6D25     |                |          |
| Balok BA-2 (mm) | Jumlah Tulangan        |          | Tulangan Geser |          | Jumlah Tulangan           |          | Tulangan Geser |          |
|                 | Tumpuan                | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan | Tumpuan                   | Lapangan | Tumpuan        | Lapangan |
| 300 x 500       | 4D25                   | 2D25     | D10-150        | D10-150  | 6D25                      | 3D25     | D10-150        | D10-150  |
|                 | 2D25                   | 4D25     |                |          | 3D25                      | 6D25     |                |          |

**Tabel 11.** Perbandingan Tulangan Kolom

| Tipe Kolom                 | Data Existing Bangunan |                   | Data hasil Analisis Ulang |                   |
|----------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|                            | Tulangan Pokok         | Tulangan Sengkang | Tulangan Pokok            | Tulangan Sengkang |
| Kolom C1 (mm)<br>800 × 800 | 36D25                  | 4D13-100          | 36D25                     | 4D13-100          |
|                            |                        | 3D13-150          |                           | 4D13-130          |
| Kolom C3 (mm)<br>400 × 700 | 20D22                  | 3D13-100          | 20D22                     | 4D13-100          |
|                            |                        | 2D13-100          |                           | 4D13-130          |

Dari tabel 8 dan 9 dapat disimpulkan bahwa ada beberapa perubahan data pada balok dan kolom dengan menggunakan peraturan SNI terbaru yaitu SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019:

- a. Pada balok B2-W, BA-W, dan BA-2 yang sudah dianalisis terjadi perubahan jumlah tulangan tumpuan dan lapangan yang tidak terlalu banyak, hanya beberapa penambahan saja karena pada perhitungan pembebanan (beban mati, beban hidup, berat total bangunan dan beban gempa) bebannya cukup besar sehingga hasil perhitungan tulangan juga bertambah.
- b. Pada jarak sengkang terjadi pergeseran jarak sengkang pada Balok B1-1, B2-W dan BA-W, sehingga ada perbedaan data dari proyek. Dari data diatas dan berdasarkan hasil analisis ulang dapat disimpulkan bahwa elemen struktur balok dinyatakan aman dan bisa dikatakan ekonomis. Pada kolom C1 dan C3 tidak terjadi penambahan jumlah tulangan tumpuan dan lapangan sehingga tidak mempengaruhi kekuatan kolom tersebut karena elemen struktur kolom dari hasil analisis maupun eksisting tetap kokoh atau kuat.
- c. Pada jarak sengkang kolom yang sudah dianalisis terjadi pergeseran jarak sengkang, sehingga ada perbedaan data dari proyek pada kolom C1 dan C3. Dari data diatas dan berdasarkan hasil analisis ulang dapat disimpulkan bahwa elemen struktur kolom dinyatakan aman, kuat dan kokoh dan bisa dikatakan ekonomis.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Peneliti sadari skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Lilis Zulaicha S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Andrea Sumarah Asih, S.T., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing II.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim, 2019. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2019*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2021. *Desain Spektra Indonesia*, <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>. Kementrian PUPR, Jakarta. Akses: 21 April 2021 Pukul 18.00 WIB