

ANALISIS DEFORMASI LATERAL KOLOM BETON BERTULANG, KOLOM BAJA, DAN KOLOM KOMPOSIT

Maria Kurniaty Lete¹, Firnimus Konstantinus Bhara², Anastasia Merdeka Noralita Soludale³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Nusa Nipa

e-mail: atilet71@gmail.com¹, ferrybhara@gmail.com²

ABSTRAK

Di Indonesia banyak peristiwa bencana alam maupun bencana yang dibuat oleh manusia sendiri, seperti kegagalan pada bangunan selama umur rencana bangunan. Dalam merencanakan bangunan gedung diperlukan sebuah struktur bangunan yang stabil dan awet (tidak mudah terguling dan tergeser) selama umur rencana bangunan dan tidak membutuhkan biaya pemeliharaan yang berlebihan. Hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan bangunan gedung adalah merencanakan kolom. Apabila kolom mengalami kegagalan, dapat mengakibatkan keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan. Hal tersebut merupakan suatu permasalahan yang dialami konsultan perencanaan bangunan gedung dalam merencanakan bangunan gedung. Diharapkan penelitian ini dapat menganalisa permasalahan dalam merencanakan bangunan gedung.

Rencana pengambilan data bertujuan untuk mengetahui optimalisasi kolom dilihat dari deformasi yang terjadi dengan cara merencanakan kolom dengan menggunakan 3 material yang berbeda yaitu kolom beton bertulang menggunakan SNI 2847:2013 persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasannya, kolom baja, dan kolom komposit menggunakan SNI 1729:2002 persyaratan untuk perencanaan material baja dan komposit, sebagai perbandingan. Pedoman perhitungan pembebanan struktur kolom bangunan gedung menggunakan pedoman SNI 1727:13, PPUG (peraturan pembebanan untuk gedung 1983) untuk perhitungan beban hidup, sedang perhitungan beban gempa menggunakan pedoman SNI 03-1726-2003 tatacara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung. Pengumpulan data berupa studi pustaka dan software computer CSI SAP 2000 V14.2.

Hasil penelitian deformasi lateral untuk material beton bertulang sebesar 0,05565, deformasi lateral untuk material baja sebesar 0,08819, deformasi lateral material komposit sebesar 0,07981.

Kata Kunci: optimalisasi, deformasi, lateral

1. PENDAHULUAN

Pembangunan sangat dibutuhkan dalam perkembangan sebuah negara berkembang seperti di Indonesia. Begitu banyak perkembangan pembangunan fisik yang signifikan di berbagai daerah seperti jembatan, rumah, pusat perbelanjaan, penginapan, fasilitas publik, dan gedung-gedung pencakar langit lainnya yang mengalami kemajuan dalam pembangunan. Bangunan gedung tidak hanya berfungsi sebagai tempat untuk berlindung tetapi bangunan tersebut memberikan rasa aman dari segala macam bencana. Pada struktur bangunan gedung tingkat tinggi tidak hanya dilihat dari ketinggian tetapi juga dari kekuatan bangunan. Bangunan harus mampu menahan gaya-gaya vertikal (beban gravitasi) maupun gaya-gaya horisontal (beban gempa) sehingga dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi akibat bencana yang datang.

Di Indonesia banyak peristiwa bencana alam maupun bencana yang dibuat oleh manusia sendiri, seperti kegagalan pada bangunan selama umur rencana bangunan, gempa, banjir, kebakaran yang mengakibatkan kerusakan pada setiap bangunan. Peristiwa ini menjadi pekerjaan rumah bagi para konsultan perencanaan bangunan.

Dalam merencanakan bangunan gedung diperlukan sebuah struktur bangunan yang stabil dan awet (tidak mudah terguling dan tergeser) selama umur rencana bangunan dan tidak membutuhkan biaya pemeliharaan yang berlebihan. Hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan bangunan gedung adalah merencanakan kolom. Kolom merupakan struktur yang mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur, kolom memikul lebih banyak bagian struktur dibandingkan balok. Apabila kolom mengalami kegagalan, dapat mengakibatkan keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan. Hal tersebut merupakan suatu permasalahan yang dialami konsultan perencanaan bangunan gedung dalam merencanakan bangunan gedung.

Rumusan masalah yang dikaji adalah penulis ingin mengetahui optimalisasi deformasi lateral kolom dengan menggunakan 3 jenis material yang berbeda antara lain kolom beton bertulang, kolom baja, kolom komposit sebagai pembanding. Pada hasil penelitian sebelumnya, dengan judul : Analisis desain kolom komposit baja-beton dengan menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design*, menyatakan bahwa :

- a. Kolom komposit dapat dijadikan pilihan yang optimal karena dengan harga yang cenderung murah dibandingkan kolom baja, namun memiliki keuntungan struktur yang cenderung menyerupai kolom baja

yang mahal, dan juga memiliki keuntungan tambahan akibat penyelimutan beton terhadap profil baja, yakni ketahanan terhadap bahaya bakar.

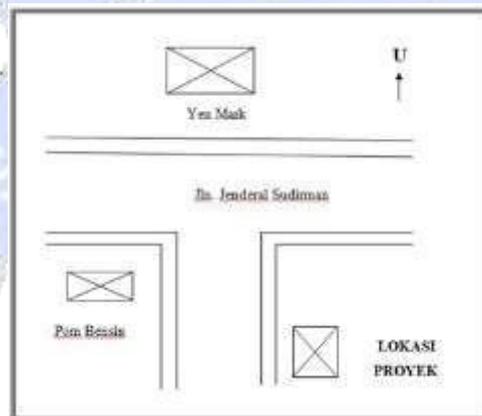
- b. Peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dan lebih mendalam mengenai perbandingan antara tiga struktur (kolom beton bertulang, kolom baja, kolom komposit beton) mengingat tulisan penulis sebelumnya hanya meninjau kolom saja dengan material komposit. (Alfin Rico Simanjuntak & Johannes Tarigan, 2005)

Hasil dari karya ilmiah ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi konsultan perencana bangunan dalam mengambil keputusan dalam merencanakan material kolom agar dapat mampu menahan gaya-gaya vertikal (beban gravitasi) maupun gaya-gaya horizontal (beban gempa) sehingga dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat bencana alam.

2. METODE PENELITIAN

1. Lokasi penelitian

Lokasi perencanaan yang digunakan adalah Bangunan gedung TK MARIA FERARRI; Lokasi Lorong Angkasa, Waioti – Maumere; Lokasi perencanaan ini dapat dilihat pada gambar 1.



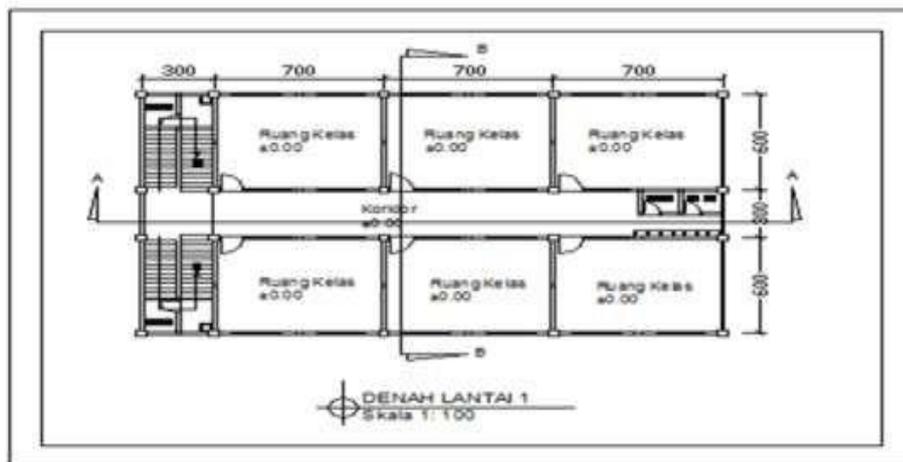
Gambar 1 Lokasi penelitian

2. Alat dan bahan

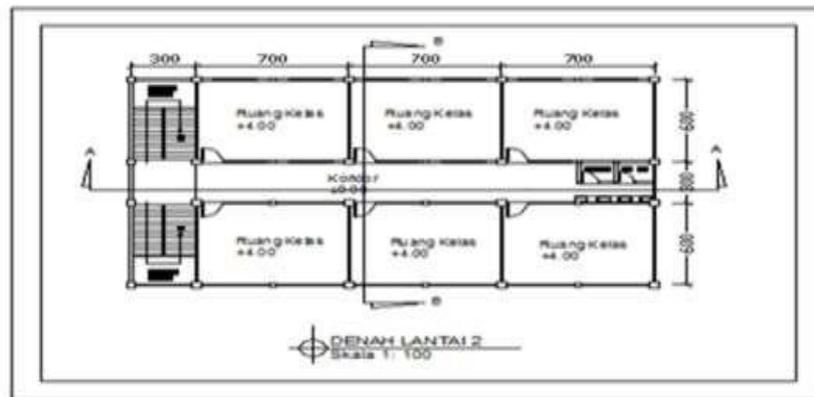
Dalam melakukan penelitian ini diperlukan beberapa data-data penelitian yang menunjang keberhasilan penelitian ini; data-data penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Data gambar denah lantai I dan lantai II

Data gambar denah lantai I dan lantai II dapat dilihat pada gambar 2 dan 3, dibawah ini.



Gambar 2 Denah lantai I

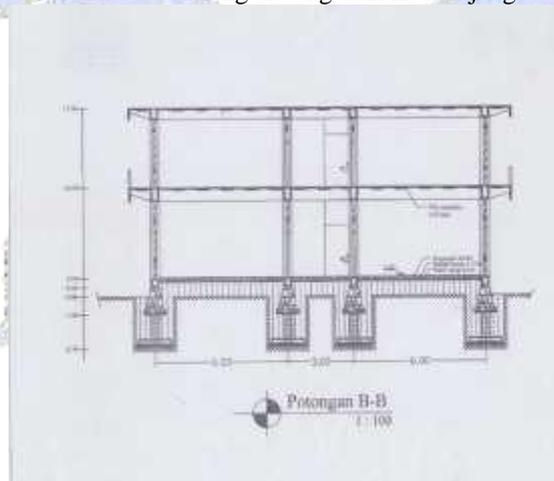


Gambar 3 Denah lantai II

- 2) Potongan bangunan memanjang dan melintang
Data gambar potongan bangunan memanjang dan melintang dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5, dibawah ini :



Gambar 4 Potongan bangunan memanjang



Gambar 5 Potongan bangunan melintang

3. Tahapan-tahapan penelitian :
Adapun tahapan- tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Dilakukan perencanaan bangunan 2 lantai, tinggi tiap bangunan 4 m (untuk lantai 1) dan 3,5 m (untuk lantai 2), dengan luas bangunan 720 m²
- 2) Perhitungan dengan menggunakan *software* CSI SAP 2000 V14.2 untuk merencanakan kolom dengan menggunakan material beton bertulang, material struktur baja, dan komposit.
- 3) Building code yang digunakan untuk perhitungan struktur beton bertulang adalah SNI 2847-2013 sedangkan untuk struktur baja serta komposit adalah SNI 1729-2002
- 4) Perhitungan pembebanan mati menggunakan pedoman SNI 1727-2013, perhitungan pembebanan hidup menggunakan pedoman PPUG (Peraturan Pembebanan Untuk Gedung 1983), sedangkan untuk perhitungan pembebanan gempa menggunakan pedoman SNI 03-1726-2003 dan buku teknik gempa.
- 5) Bangunan direncanakan di wilayah 5 dengan jenis tanah keras

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa pembebanan

Analisa pembebanan terdiri dari perhitungan analisa beban mati pada lantai II dan plat atap, analisa beban hidup pelat lantai dan pelat atap, dan analisa beban gempa pada material beton bertulang dan material baja, adapun tahapan-tahapan perhitungannya sebagai berikut :

- 1) Analisa beban mati
 - a. Beban mati lantai II Tebal pelat = 0.12 m
Beban sendiri = 288 kg/m² Beban penutup lantai = 50 kg/m² Beban spesi 2 cm = 42 kg/m² Berat ducting = 25 kg/m²
Berat plafon = 25 kg/m² Total beban mati = 430 kg/m²
 - b. beban mati plat atap Tebal Pelat = 0.10 m Berat sendiri = 240 kg/m²
Berat *Finishing Water Proofing* = 22 kg/m² Berat Spesi 2 cm = 42 kg/m²
Berat *Duncing* = 25 kg/m² Berat Plafon = 25 kg/m² Total beban mati = 354 kg/m²
- 2) Analisa beban hidup
 - a. Beban hidup pada pelat lantai II= 250 kg/m²
 - b. Beban hidup pada pelat atap 100 kg/m²
- 3) Analisa beban gempa

1) Analisa beban gempa pada material beton bertulang

Perencanaan beban gempa pada material beton bertulang terdiri dari 2 tahapan yaitu perhitungan analisa beban gempa profil memanjang dan perhitungan analisa beban gempa profil melintang menggunakan metode statik ekuivalen. Sebelum menganalisa kedua perhitungan tersebut terlebih dahulu menganalisa data-data perencanaan gempa. Adapun analisa data-data perencanaan gempa dan tahapan perhitungan beban gempa pada material beton bertulang sebagai berikut:

a) Analisa data-data perencanaan gempa untuk analisa beban gempa

profil memanjang: Waktu getar alami gedung, T

$$T = 0,060 \times H^{3/4} \dots 1)$$

$$= 0.060 \times 7.5^4$$

$$= 0.27 \text{ detik}$$

$$T < \zeta H^{3/4} \dots 2)$$

$$T < 0.102 \times 7.5^4$$

$$0.27 < 0.46 \dots OK$$

Faktor respon gempa, C

$$C = \frac{0,35}{T} \dots\dots 3)$$

$$C = \frac{0,35}{0,27} = 1,29$$

Faktor keutamaan, I

I = 1,0 (kategori gedung umum) Faktor reduksi gempa, R

R = 3.5 (data SNI)

Berat total gedung, W_t

Berat total gedung, W_t diperoleh dengan menjumlahkan diperoleh dengan menjumlahkan berat lantai atau pelat setiap bangunan. Langkah-langkah menganalisa berat lantai atau pelat setiap gedung adalah sebagai berikut:

Berat lantai – I, W_{I1}

Pelat lantai = $tebal \times luas \times BJ\ bahan = 103680\ kgm$ Dinding = $tebal \times tinggi \times panjang \times BJ\ bahan + 50 =$

kgm Plafon = $luas \times BJ\ bahan = 6480\ kgm$

Berat mati (DL) = $126470\ kgm$

Beban Hidup (LL) = $koefisien \times luas\ lantai \times LL = 198000\ kgm$

Total berat lantai ke-I, $W_{I1} = 324470\ kg$

Berat pelat atap, W_{atap}

Pelat atap = $tebal \times luas \times BJ\ bahan = 86400\ kgm$

Plafon = $luas \times BJ\ bahan = 6480\ kgm$ Berat mati (DL) = $92880\ kgm$

Beban Hidup (LL) = $koefisien \times luas\ lantai \times LL = 79200\ kgm$

Total berat lantai ke-II, $W_{atap} = 172080\ kgm$

$W_t = 324470 + 172080 = 496550\ kgm$

Beban gempa dasar, V

$$V = \frac{C}{R} \times W_t \dots\dots 4)$$

$$V = \frac{1,29 \times 1,0}{3,5} \times 496550 = 183014,14\ kgm$$

b) Perencanaan beban gempa profil memanjang

$$F_i = \frac{W_i}{\sum W_i} \times V \dots\dots 5)$$

$$F_i - 1 = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \times V = \frac{324470 \times 4}{324470 \times 4} \times 183014,14 = 125005,469\ kgm$$

$$F_i - atap = \frac{1900190080 \times 3,5}{1900160} \times 183014,14 = 58008,670\ kgm$$

c) Analisa data-data perencanaan gempa untuk analisa beban gempa profil melintang

Analisa data-data perencanaan waktu getar alami gedung, T, Faktor respon gempa, C; Faktor keutamaan, I; Faktor reduksi gempa, R, nilainya sama seperti data-data perencanaan gempa untuk analisa gempa profil memanjang.

Berat total gedung, W_t Berat lantai – I, W_{I1}

Pelat lantai = $tebal \times luas \times BJ\ bahan = 103680\ kgm$

Dinding = $tebal \times tinggi \times panjang \times BJ\ bahan$

+ 50 = $350\ kgm$ Kolom = $luas \times jumlah \times$

tinggi $\times BJ\ bahan = 6144\ kgm$ Balok induk = $luas \times panjang \times BJ\ bahan = 54$

Berat mati (DL) = $122054\ kgm$

Beban Hidup (LL) = $koefisien \times luas\ lantai \times LL = 198000\ kgm$

Total berat lantai ke-I, $W_{I1} = 320054\ kgm$

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat atap, } W_{\text{atap}} &= 86400 \text{ kgm} \\ \text{Pelat atap} &= \text{tebal} \times \text{luas} \times \text{BJ bahan} \\ \text{Plafon} &= \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 6480 \text{ kgm} \\ \text{Berat mati (DL)} &= 92880 \text{ kgm} \\ \text{Beban Hidup (LL)} &= \text{koefisien} \times \text{luas lantai} \times \text{LL} = 7 \\ \text{Total berat lantai ke-II, } W_{\text{atap}} &= 172080 \text{ kgm} \\ W_t &= 320054 + 172080 = 492134 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban gempa dasar, } V &= \frac{1.29 \times 1.0}{3.5} \times 492134 = 181386.53 \text{ kgm} \end{aligned}$$

d) Perencanaan beban gempa profil melintang

$$\begin{aligned} F &= \frac{W_i \times Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \times V \dots 7) \\ F - 1 &= \frac{320054 \times 4}{1882496} \times 181386.53 = 123354.279 \text{ kgm} \\ F - \text{atap} &= \frac{1882496 \times 3.5}{1882496} \times 181386.53 = 58032.250 \text{ kgm} \end{aligned}$$

2. Analisa beban gempa pada material baja .

Analisa beban gempa pada material baja menggunakan Kolom WF 400 X 400, perhitungan beban gempa pada material baja ini terdiri dari 2 tahapan yaitu perhitungan analisa beban gempa profil memanjang dan profil melintang menggunakan metode statik ekuivalen. Sebelum menganalisa kedua perhitungan tersebut terlebih dahulu menganalisa data-data perencanaan gempa. Adapun analisa data-data perencanaan gempa dan tahapan perhitungan beban gempa pada material baja sebagai berikut:

1) Analisa data-data perencanaan gempa untuk analisa beban gempa profil memanjang : Waktu getar alami gedung, T

$$\begin{aligned} T &= 0.085 \times H^{\frac{1}{3}} \\ &= 0.085 \times 7.5^{\frac{1}{3}} \\ &= 0.38 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &< \zeta H^{\frac{1}{3}} \\ T &< 0.119 \times 7.5^{\frac{1}{3}} \\ 0.38 &< 0.53 \dots OK \end{aligned}$$

Faktor respon gempa, C

$$\begin{aligned} C &= \frac{0.35}{T} \\ C &= \frac{0.35}{0.38} = 0.92 \end{aligned}$$

Faktor keutamaan, I

I=1,0 (kategori gedung umum) Faktor reduksi gempa, R R=4.5 (material baja)

Berat lantai – I, W_i

$$\begin{aligned} \text{Pelat lantai} &= \text{tebal} \times \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 103680 \text{ kgm} \\ \text{Dinding} &= \text{tebal} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \times \text{BJ bahan} + 50 \\ \text{bahan} &= 6480 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\text{Berat mati (DL)} = 133810.5 \text{ kgm}$$

$$\text{Beban Hidup (LL)} = \text{koefisien} \times \text{luas lantai} \times \text{LL} = 198000 \text{ kgm}$$

$$\text{Total berat lantai ke-I, } W_i = 331810.5 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat atap, } W_{\text{atap}} &= \\ \text{Pelat atap} &= \text{tebal} \times \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 282600 \text{ kgm} \\ \text{Plafon} &= \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 6480 \text{ kgm} \\ \text{Berat mati (DL)} &= 289080 \\ \text{kgm} & \\ \text{Beban Hidup (LL)} &= \text{koefisien} \times \text{luas lantai} \times \\ \text{LL} &= 79200 \text{ kgm} \\ \text{Total berat lantai ke-II, } W_{\text{atap}} &= 368280 \text{ kgm} \\ W_t &= 331810.5 + 172080 = 700090.5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban gempa dasar, } V &= \frac{W_t}{4.5} \times W \\ V &= \frac{0.92 \times 1.0}{4.5} \times 700090.5 = 143129.6 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- 2) Perencanaan beban gempa profil memanjang

$$\begin{aligned} F_i &= \frac{W_i \times Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \times V \\ F_i - 1 &= \frac{331810.5 \times 4}{331810.5 \times 4} \times 143129.6 = 72611.428 \text{ kgm} \\ F_i - \text{atap} &= \frac{2616222 \times 3.5}{2616222} \times 143129.6 = 70518.171 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- 3) Analisa data-data perencanaan gempa untuk analisa beban gempa profil melintang
Analisa data-data perencanaan waktu getar alami gedung, T, Faktor respon gempa, C;
Faktor keutamaan, I; Faktor reduksi gempa, R, nilainya sama seperti data-data
perencanaan gempa untuk analisa gempa profil memanjang.

$$\begin{aligned} \text{Berat total gedung, } W_t &= \\ \text{Berat lantai - I, } W_i &= \\ \text{Pelat lantai} &= \text{tebal} \times \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 103680 \text{ kgm} \\ \text{Berat mati (DL)} &= 123213 \text{ kgm} \\ \text{Beban Hidup (LL)} &= \text{koefisien} \times \text{luas lantai} \times \text{LL} = 198000 \text{ kgm} \\ \text{Total berat lantai ke-I, } W_i &= \\ = &= 321213 \text{ kgm} \\ \text{Pelat atap} &= \text{tebal} \times \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 282600 \text{ kgm} \\ \text{Plafon} &= \text{luas} \times \text{BJ bahan} = 6480 \text{ kgm} \\ \text{Berat mati (DL)} &= 289080 \text{ kgm} \\ \text{Beban Hidup (LL)} &= \text{koefisien} \times \text{luas} \\ \text{lantai} \times \text{LL} &= 79200 \text{ kgm} \\ \text{Total berat lantai ke-II, } W_{\text{atap}} &= 368280 \text{ kgm} \\ W_t &= 321213 + 368280 = 689493 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban gempa dasar, } V &= \frac{W_t}{4.5} \times W \\ V &= \frac{0.92 \times 1.0}{4.5} \times 689493 = 140963.0 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- 4) Perencanaan beban gempa profil melintang

$$\begin{aligned} F_i &= \frac{W_i \times Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times Z_i} \times V \\ F_i - 1 &= \frac{321213 \times 4}{321213 \times 4} \times 140963.0 = 70368.459 \text{ kgm} \\ F_i - \text{atap} &= \frac{2573832 \times 3.5}{2573832} \times 140963.0 = 70594.540 \text{ kgm} \end{aligned}$$

3. Deformasi lateral kolom menggunakan material beton bertulang, baja, komposit
Data deformasi lateral kolom menggunakan material beton bertulang, baja, dan komposit diperoleh dari
software SAP V.14 dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Deformasi lateral kolom beton bertulang, baja, komposit

FRAME	NOMINAL DEFORMASI LATERAL MATERIAL BETON BERTULANG	NOMINAL DEFORMASI LATERAL MATERIAL BAJA	NOMINAL DEFORMASI LATERAL MATERIAL KOMPOSIT
1	0.057662	0.08872	0.08029
2	0.05646	0.08844	0.08004
3	0.05606	0.08833	0.07994
4	0.05565	0.08819	0.07981
5	0.07878	0.18847	0.17056
6	0.07810	0.18807	0.17020
7	0.07790	0.18796	0.17010
8	0.07778	0.18790	0.17004

Sumber : Hasil analisa

4. KESIMPULAN

Nilai deformasi lateral kolom untuk material beton bertulang sebesar 0.05565, baja sebesar 0.08819, komposit sebesar 0.07981. dapat disimpulkan deformasi lateral kolom yang optimal pada material beton bertulang sebesar 0.05565

5. SARAN

1. Bagi calon peneliti melakukan penelitian mendalam mengenai perbandingan deformasi lateral kolom material beton bertulang, baja, dan komposit mengingat karya ilmiah ini tidak menambahkan perhitungan rencana anggaran biaya.
2. Diperlukan penelitian lanjutan menggunakan pedoman SNI terbaru

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan limpah terimakasih kepada tim rekan dosen fakultas teknik prodi sipil untuk dukungan morilnya, sehingga penulisan jurnal ini berjalan dengan lancar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asroni, A, 2010, *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] BSN, 2013, *Persyaratan beton bertulang untuk bangunan gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [3] BSN, 2002, *Tatacara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] BSN, 2013, *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] BSN, 2003, *Tatacara Perencanaan Gempa Untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung. DPMB, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 11983, Offset, Bandung.*
- [6] Gunawan, R, 1988, *Tabel profil konstruksi baja*, Kanisius, Yogyakarta.
- [7] Salmon, J. J, 1991, *Struktur Baja Desain Dan Perilaku Edisi Kedua Diterjemahkan Oleh Ir. Wira M.S.CE*, Erlangga, Jakarta.
- [8] Simanjuntak, T. A, 2006, *Jurnal Penelitian "Analisis Desain Kolom Komposit Baja-Beton Dengan Menggunakan Metode Load And Resistance Factor Design"*, USU, Medan.
- [9] Tjokrodinuljo, K, 1990, *Buku ajar teknik gempa*, Perpustakaan UAGY, Yogyakarta.
- [10] Wahana, K, 2010, *Analisis Strukur Bangunan Dan Gedung Dengan SAP 2000 Versi 14*, Andi, Semarang.
- [11] Yurisman, 2003, *Jurnal Penelitian "Analisa Perbandingan Antara Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBI) Dengan Konsep LOAD AND RESISTENCE FACTOR DESIGN (LRFD) Untuk Desain Portal Sederhana"*, POLITEKNIK, Padang.