

EFEKTIFITAS GAYA DALAM STRUKTUR BANGUNAN AKIBAT VALUE ENGINEERING PADA BANGUNAN HOTEL 7 LANTAI DI WONOSARI GUNUNGKIDUL

Rizaldi Patria¹⁾, Fery Setiawan²⁾ & Azizah Fatin Hasanah³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gunung Kidul, Gunungkidul.

Email korespondensi : rizaldi.patria@ugk.ac.id

ABSTRAK

Perubahan desain konstruksi sering terjadi saat pelaksanaan proyek. Perubahan desain ini disebabkan oleh desain awal kurang efektif, susah dikerjakan, bahan yang tidak tersedia, bahkan keinginan pemilik bangunan sendiri. Objek penelitian ini, sebelumnya didesain menggunakan dinding geser (*shear wall*), namun saat mulainya konstruksi dilakukan *value engineering* struktur. Hasil dari *value engineering* struktur yang dilakukan oleh kontraktor merubah struktur bangunan tersebut tanpa menggunakan dinding geser. Peneliti mencoba menganalisis ulang bangunan tersebut, baik bangunan dengan desain dinding geser maupun bangunan yang tidak menggunakan desain dinding geser. Tujuan penelitian ini dilakukan sebagai dasar perencanaan untuk melakukan pemilihan komponen struktur lebih efisiensi. Tujuan yang lain yaitu untuk mengetahui efek dari struktur bangunan yang menggunakan dinding geser maupun tanpa dinding geser pada bangunan lebih dari 7 lantai. Dasar teori menggunakan aturan SNI 1726-2019 dan teori *demand capacity ratio* (DCR). Analisis data dengan bantuan program *software* ETAB'S dan program *software* Excel. Hasil dari analisis dari 2 desain menunjukkan bahwa gaya dalam yang terjadi pada bangunan yang tidak menggunakan dinding geser lebih efisien seperti gaya geser, gaya aksial dan momen. Bangunan dengan jumlah 7 lantai belum efektif jika desain elemen struktur menggunakan elemen *shear wall*. Hal tersebut dapat ditunjukkan dari gambar grafik gaya dalam tiap elemen yang nilai analisa hitungan masih jauh dibawah nilai analisa lapangan. Efek elemen struktur tidak menggunakan dinding *shear wall* yaitu bertambahnya penulangan gaya geser kolom dan bertambah besarnya dimensi kolom. Analisa terpenting yaitu perencanaan harus mengetahui efek atau dampak dari penggunaan elemen struktur sehingga struktur bangunan bisa lebih efektif.

Kata kunci : Efisiensi, Gaya Dalam Struktur, Value Engineering

ABSTRACT

Design modifications frequently arise during the construction process, and numerous factors prompt considerations for such alterations. One crucial factor driving changes in construction design is the imperative of maintaining budgetary efficiency. Reasons for modifying construction designs encompass issues like such as the inadequacy of the initial design, logistical difficulties, unavailability of materials, and even the preferences of the building owner. However, during construction, there was a desire for structural value engineering, resulting in a deviation from the original design by excluding shear walls. The research objective involved a comparative analysis between buildings with shear walls design and those without shear walls design. This analysis aimed to serve as a foundation for planners to opt for structurally efficient components. Additionally, the study sought to evaluate the impact of utilizing shear walls versus not using them in structures exceeding seven floors. The theoretical basis uses SNI 1726-2019 rules and demand capacity ratio (DCR) theory. Data analysis with the help of ETAB'S software program and Excel software program. The results of the analysis of the 2 designs show that the internal forces that occur in buildings that do not use shear walls are more efficient, such as shear forces, axial forces and

moments. A building with 7 floors is not effective if the structural element design uses shear wall elements. This can be shown from the force graph in each element where the calculated analysis value is still far below the field analysis value. The effect of structural elements not using shear walls is an increase in column shear reinforcement and an increase in column dimensions. The most important analysis is that the designer must know the effect or impact of using structural elements so that the building structure can be more effective

Keywords : Efficiency, Internal Force, Value Engineering

1. PENDAHULUAN

Seorang perencana dituntut dapat mendesain struktur bangunan yang seefisien mungkin dengan aturan-aturan yang berlaku. Perencana juga harus memahami setiap detail efek dari keputusan-keputusan yang diambilnya. Keputusan tersebut akan menjadikan struktur mempunyai perilaku yang berbeda-beda. Perilaku struktur sangat berpengaruh jika struktur tersebut menerima beban tambahan yang cukup besar, salah satu beban tambahan yaitu struktur menerima beban tambah beban gempa (beban tambahan lateral). Jika struktur tidak didesain sedemikian rupa maka akan terjadi kerusakan-kerusakan sesuai tingkatan kerusakan pada aturan ATC-40 bahkan sampai terjadi keruntuhan (*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1*, 1996).

Peraturan bangunan yang mengatur bangunan dengan sistem tahan gempa sudah dimulai sejak tahun 1987 (Sosrodarsono, 1987). Saat ini peraturan kegempaan terus dilakukan pembaharuan sesuai dengan kondisi dan ilmu pengetahuan terbaru. Peraturan tentang bangunan tahan gempa saat ini diatur dengan SNI kegempaan yaitu SNI 1726-2019 tentang Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung tahun 2019 (Bambang Praseyta, 2019). Peraturan-peraturan yang berlaku tersebut adalah acuan atau panduan dalam mendesain atau sebagai dasar menghitung struktur bangunan.

Dinding geser (*shear wall*) merupakan pelat benton bertulang yang penempatannya berada posisi posisi vertikal terhadap struktur bangunan. Dinding geser berguna untuk menahan kombinasi gaya geser (*shear force*) maupun momen (*bending*). Selain itu dinding geser juga dapat ditetapkan juga sebagai penahan gaya lateral atau gaya gempa sehingga dapat menambah kekakuan struktur bangunan yang digunakan. Dinding geser harus ditempatkan pada lokasi-lokasi yang tepat dan tidak mengganggu estetika keindahan bangunan. Ketidaktepatan penempatan dinding geser berakibat pada tidak ekonomisnya struktur bangunan (Andalas, 2016).

Dengan uraian latar belakang masalah diatas, penelitian menganalisis tentang efek perubahan struktur akibat adanya *value engineering* struktur. Penelitian ini mengambil objek pada struktur yang mempunyai jumlah lantai sebanyak tujuh lantai yang berada di daerah Wonosari, Gunungkidul. Objek penelitian tersebut yang sebelumnya strukturnya menggunakan adanya dinding geser (*sheer wall*), namun dalam perjalanan waktu terjadi *value engineering* yang merubah struktur tersebut tanpa dinding geser (*sheer wall*). Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, pertanyaan peneliti yang hendak dijawab yaitu :

1. Bagaimana efek struktur dengan adanya *value engineering* struktur yang merubah dari adanya dinding geser ke tidak adanya dinding geser pada bangunan bertingkat tujuh lantai yang berada di Wonosari, Gunungkidul?
2. Efisienkah hasil kekuatan *value engineering* struktur yang sudah dilakukan oleh perencanan?

Peneliti juga merumuskan tujuan khusus penelitian yaitu:

1. Mengetahui efek dari dampak *value engineering* struktur yang terjadi pada perubahan struktur yang awal mulanya dengan dinding geser ke tanpa dinding geser pada bangunan tersebut.
2. Menganalisis efisiensi kekuatan pada struktur dalam mendesain dari dampak *value engineering* struktur pada bangunan 7 lantai.

Adapun urgensi penelitian adalah:

1. Perencana harus mengetahui efek atau dampak perubahan struktur jika adanya *value engineering* struktur sehingga dapat mengetahui efektifitas struktur yang didesainnya.
2. Pemilihan struktur yang tepat bagi perencanaan sehingga menjadikan struktur bangunan yang lebih efektif.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Pengaruh *Shear Wall* Terhadap Simpangan Struktur

Bangunan yang rentan terhadap gaya gempa yaitu bangunan yang mempunyai jumlah lantai yang cukup banyak. Gaya gempa dianalisis menggunakan gaya lateral dengan analisis gempa statis dan gempa dinamis. Gempa dinamis digunakan pada bangunan yang mempunyai konfigurasi bangunan yang tidak beraturan. Objek yang digunakan dalam penelitian menggunakan struktur *shear wall* dan tidak menggunakan struktur *shear wall* namun gedung yang digunakan mempunyai fungsi dan lokasi sama. Fungsi utama struktur *shear wall* adalah untuk menahan gaya lateral akibat gaya gempa. *Shear wall* dapat meningkatkan nilai kekakuan dari struktur bangunan tersebut sehingga gaya lateral tidak sepenuhnya ditahan oleh struktur rangka utamanya. Gedung dengan adanya *shear wall* dapat meningkatkan nilai kekakuan struktur dibandingkan dengan gedung yang tidak direncanakan dengan *shear wall*. Simpangan layan pada arah X tereduksi sebesar 41,52 % dan arah sebaliknya (Y) berkurang sebesar 10,36 %.(Al Hanif & Buwono, 2014)

2.2 Penempatan *Shear Wall* pada Struktur Beton

Penempatan dinding geser (*shear wall*) sangat mempengaruhi hasil simpangan yang akan terjadi pada struktur bangunan tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Mareta meneliti tentang studi penempatan *shear wall* untuk struktur bangunan Gedung Pasca Sarjana Hukum di Universitas Jember. Analisis perhitungan yang digunakan penelitian ini menggunakan program ETABS v 9.0. Hasil analisis yang didapat pada studi 1 dengan menggunakan ketebalan *shear wall* 400 mm mendapatkan besarnya simpangan arah X dari lantai 1 sampai dengan lantai 5 berturut-turut sebagai berikut $\Delta S1 = 0,0367$ mm, $\Delta S2 = 0,0649$ mm, $\Delta S3 = 0,0783$ mm, $\Delta S4 = 0,0819$ mm, $\Delta S5 = 0,0522$ mm dan simpangan Arah Y dari lantai 1 sampai dengan lantai 5 berturut-turut sebagai berikut $\Delta S1 = 0,0934$ mm, $\Delta S2 = 0,283$ mm, $\Delta S3 = 0,238$ mm, $\Delta S4 = 0,256$ mm, $\Delta S5 = 0,1725$ mm. Pemasangan dinding geser pada struktur Gedung Pasca Sarjana Hukum Universitas Jember dengan ketebalan 400 mm dapat mengurangi simpangan bangunan pada bangunan tersebut secara signifikan. Hal ini dapat dikatakan dinding geser mampu meningkatkan kekuatan, kestabilan, dan kekakuan pada struktur.(Mareta, 2016)

2.3 Pengaruh Dinding Geser Terhadap Struktur Beton Bertulang

Penambahan dinding geser pada struktur bangunan merupakan cara untuk meningkatkan kuliatas kinerja struktur pada bangunan bertingkat dalam mengatasi simpangan horizontal dan perioda waktu getar. Bentuk bentuk *shear wall* sangan beragam, diantaranya ada bentuk dinding geser *L-Shape*, *T-Shape*, *I-Shape* dan *IWF-Shape* yang dapat di sesuaikan dengan kondisi desain ruangan. Pemodelan 4 tipe dinding geser tersebut kemudian berikan gaya luar yang arah dan besarnya sama dan spesifikasi material sama, dengan bantuan program *software S-Concrete* versi 7.02 maka, disimpulkan bahwa rasio gaya aksial-momen terhadap kapasitas yang dihasilkan pada dinding geser *I-Shape* sebesar 0,71 kemudian *IWF-Shape* 0,86 dan *L-Shape* dan *T-Shape* keduanya menghasilkan rasio sebesar 0,91 dan 0,98. Hasil yang diperoleh tersebut disimpulkan bentuk yang paling ekonomis adalah dinding geser *I-Shape*.(Wiryadi & Sudarsana, 2019).

2.4 Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Rumah Sakit

Sarana dan prasarana suatu daerah selalu dibutuhkan oleh masyarakat dan merupakan fasilitas umum untuk masyarakat. Salah satu fasilitas masyarakat yaitu rumah sakit umum. Propinsi Sumatera Selatan membangun fasilitas umum yaitu Proyek Pembangunan Rumah Sakit

Umum Propinsi Palembang. Perlunya pengendalian dalam pembangunan dan pengawasan biaya untuk pekerjaan konstruksi tersebut. Karena pentingnya pengawasan dan pengendalian biaya konstruksi maka perlu adanya *value engineering* anggaran biaya dengan tujuan anggaran yang dikeluarkan pemerintah dapat terkendali dan lebih efisien. Penelitian ini difokuskan pengendalian biaya pada kerjaan struktur terutama pekerjaan balok dan kolom. Tahapan analisis *value engineering* dimulai dari membuat *breakdown* pekerjaan yang dihubungkan dengan penerapan hukum *pareto* serta membuat analisis fungsi dan *fast diagraming*. Hasil yang didapat dari pengendalian anggaran pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Propinsi Palembang dengan penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) pada pekerjaan kolom dan balok didapat sebesar Rp. 3.737.843.286,00 atau sebesar 7,02%. (Firda & Saputra, 2018)

3. METODOLOGI

Langkah penelitian dimulai dari pengambilan data berupa gambar lapangan. Gambar terdiri dari 2 versi yaitu gambar yang belum dilakukan perubahan atau adanya *value engineering* dan gambar yang sudah dilakukan perubahan atau sudah adanya *value engineering*. Gambar tersebut sebagai data utama untuk menganalisis perhitungan struktur yang dilakukan. Gambar berisi tentang bentuk struktur bangunan, dimensi, jumlah tulangan, posisi penempatan dan lain sebagainya. Selain data gambar yang dibutuhkan yaitu data mutu bahan yang sesuai lapangan. Data pengujian ini berupa data kuat tekan beton dan data tarik baja tulangan. Data tersebut didapat dari lapangan, dan jika data tersebut belum memenuhi kebutuhan penelitian maka, dapat dilakukan pengujian mandiri di laboratorium.

A. Objek Penelitian

Objek penelitian menggunakan bangunan Hotel sesuai dengan yang ada di lapangan. Proses pembangunan dilakukan pada bulan Maret 2021 sampai dengan Maret 2022. Bangunan ini terletak di Kabupaten Gunungkidul Provinsi D.I. Yogyakarta dengan jumlah lantai yaitu 7 lantai atas dan 1 lantai *semi basement*. Luasan keseluruhan bangunan yang akan diteliti yaitu seluas kurang lebih 9000 m².

B. Analisis Data

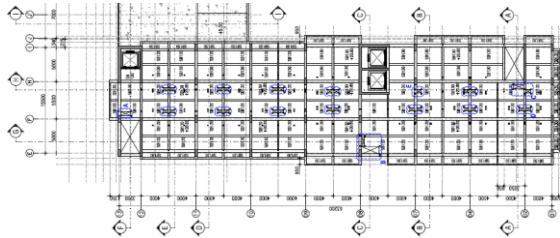
Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan program yaitu program ETAB's versi 19 dan menggunakan program Excel. Data tersebut dimodelkan di program ETAB's sesuai bentuk, posisi, jumlah, ukuran dan mutu di lapangan. Program tersebut akan menganalisis sendiri sehingga keluar hasil *output* yang diinginkan. Hasil *output* tersebut berupa gaya dalam seperti gaya normal (*aksial force*), gaya geser (*shear force*) dan momen (*bending*). Hasil *output* kemudian diolah kembali dengan menggunakan program excel. Hasil *output* terdiri dari 2 analisa yaitu analisa struktur sebelum dilakukan *value engineering* dan analisa struktur setelah dilakukan *value engineering* (VE). Dua hasil analisis data yang dilakukan menggunakan program dibandingkan dengan hasil yang sudah direncanakan oleh perencana baik yang sebelum dilakukan VE dan setelah dilakukan VE. Perbandingan hasil tersebut nantinya dapat diketahui apakah hasil *value engineering* di lapangan sudah efisien diterapkan atau belum. Komponen struktur yang ditinjau dalam penelitian ini adalah komponen balok dan kolom. Dari setiap komponen tersebut ditinjau gaya-gaya dalam baik dari gaya aksial, gaya geser dan momen. Besaran gaya-gaya dalam tersebut nantinya dapat mengetahui efektifitas kekuatan dalam *value engineering* bangunan tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

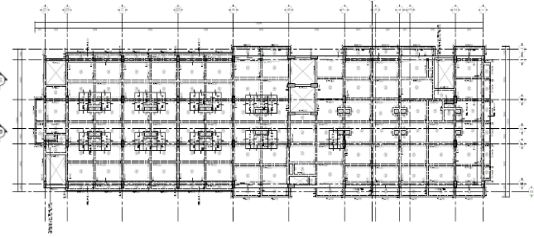
Data setelah diperoleh dari lapangan kemudian di cek kembali kelengkapan datanya. Data benar-benar lengkap maka langsung dapat dilakukan analisis. Tahapan analisis adalah sebagai berikut ini:

A. Pembebanan

Pembebanan struktur dapat dilakukan dengan memetakan fungsi ruangan. Menggunakan gambar kerja dapat kita lakukan pemetaan ruangan berdasarkan fungsinya. Gambar 1 dan Gambar 2 berikut merupakan denah ruang yang menjadi objek penelitian.



Gambar 1. Denah struktur bangunan sebelum dilakukan *value engineering*



Gambar 2. Denah struktur bangunan setelah dilakukan *value engineering*

Melihat denah ruang tersebut, maka dapat menentukan tipe pembebanan struktur untuk analisis perhitungan struktur. Tipe pembebanan struktur adalah sebagai berikut:

- **Beban Mati**

Pasir	= 0,05 m x 1,80 t/m ³	= 0,090 t/m ²
Adukan	= 0,03 m x 2,10 t/m ³	= 0,063 t/m ²
Penggantung		= 0,020 t/m ²
Plafon		= 0,020 t/m ²
Duckting AC		= 0,011 t/m ²
Keramik	= 0,01 m x 2,40 t/m ³	= 0,024 t/m ²
total <i>qd</i>		= 0,288 t/m ²

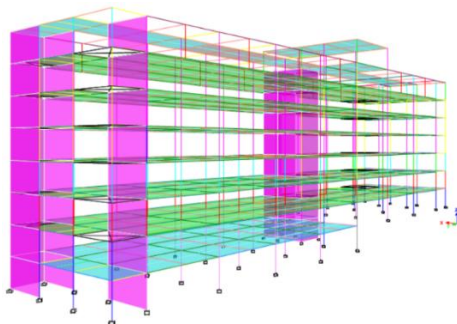
- **Beban Hidup**

Beban hidup yang digunakan dalam penelitian mengacu pada tabel 4.3-1 SNI Beban Minimum 1727-2020 (1727, 2020).

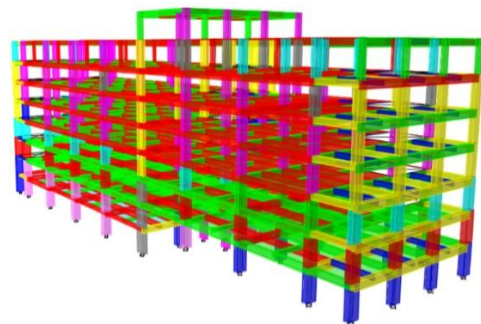
- Ruang pertemuan = 0,488 t/m²
- Ruang makan dan restoran = 0,488 t/m²
- Ruang kamar hotel = 0,196 t/m²
- Atap kontruksi lainnya = 0,098 t/m²

B. Pemodelan Struktur Bangunan

Langkah selanjutnya sebelum ketahap perhitungan beban gempa yaitu melakukan pemodelan struktur bangunan menggunakan program ETAB's versi 19. Pemodelan awal ini dilakukan untuk menentukan nilai berat bangunan baik bangunan yang sebelum dilakukan VE dan sesudah dilakukan VE. Nilai dari berat bangunan tersebut untuk mengitung besaran gaya lateral gempa. Pemodelan bangunan dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Pemodelan struktur bangunan dengan *shear wall*

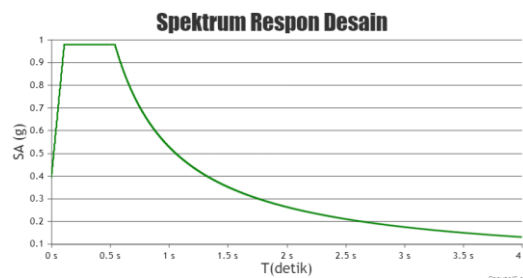


Gambar 4. Pemodelan struktur bangunan tanpa *shear wall*

C. Beban Gempa Rencana

Analisis beban gempa mengacu pada standar SNI 1726-2019 tentang perencanaan kegempaan. Langkah awal analisis beban gempa rencana yaitu:

1. Kategori Resiko
Sesuai dengan fungsi peruntukan bangunan yaitu Hotel, maka kategori resiko yang didapat yaitu kategori II.
2. Faktor Keutamaan Gempa (I)
Dengan melihat kategori resiko bangunan maka faktor keutamaan gempa bernilai $I = 1,0$.
3. Klasifikasi Situs
Dikarenakan lokasi bangunan di wilayah Gunungkidul yang memiliki ciri tanah keras dan bebatuan lunak maka termasuk situs SC.
4. Respon Spektrum
 $S_s = 1,2272$ $F_a = 1,2$
 $S_1 = 0,544$ $F_v = 1,446$
 didapat nilai :
 $T_o = 0,11$ detik $S_{ds} = 0,98$
 $T_s = 0,54$ detik $S_{d1} = 0,53$



Gambar 5. Grafik respon desain
(Sumber: rsa.ciptakarya.pu.go.id)

5. Periode Fundamental Bangunan
Tinggi bangunan hotel yaitu 35,55 m, sehingga didapat nilai periode fundamental bangunan sebesar :
 $T_a = 0,0466 \cdot 35,5^{0,9} = 1,159$ detik

sedangkan periode fundamental dari analisis struktur didapat sebagai berikut :

$$T_{(\text{menggunakan shear wall})} = 0,839 \text{ detik}$$

$$T_{(\text{tanpa shear wall})} = 1,213 \text{ detik}$$

Terlihat jelas bahwa nilai periode getar pemodelan bangunan yang menggunakan *shear wall* (sebelum adanya *value engineering*) dibawah nilai periode fundamental pendekatan (T_a) = 1,159 detik.

$$T_a = C_t h_n^x \quad (1)$$

Hal ini mengakibatkan gaya geser dasar bangunan bernilai besar dan nilai gaya dalam juga akan berakibat besar pula.

Periode getar pada pemodelan bangunan tanpa menggunakan *shear wall* (sesudah adanya *value engineering*) masih masuk dalam rentang yang di syaratkan (diantara T_a dan $C_u T_a$). Nilai $C_u T_a$ yaitu:

$$C_u T_a = 1,159 \cdot 1,4 = 1,623 \text{ detik}$$

Jika nilai periode fundamental masuk diantara rentang tersebut maka struktur bangunan tersebut bisa dikatakan efektif.

Pemasangan dinding geser pada struktur gedung yang tidak sesuai dan tidak simetris penempatan maka akan menghasilkan nilai gaya dalam yang besar. Selain itu ketidaksesuaian penempatan akan berakibat tidak stabilnya struktur bangunan untuk digunakan (Effendi et al., 2017).

6. Koefisien Respons Seismik (C_s)

Nilai koefisien respons seismik didapatkan dengan menggunakan persamaan (2) berikut ini:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2)$$

Dari persamaan tersebut maka akan didapatkan nilai koefisien respon seismik sebagai berikut ini:

$$C_s = 0,078 \text{ (} k:1,1695 \text{)} \quad (\text{menggunakan } shear \text{ wall})$$

$$C_s = 0,054 \text{ (} k:1,3565 \text{)} \quad (\text{tanpa } shear \text{ wall})$$

7. Kombinasi Beban

Sesuai dengan persyaratan SNI 1726-2019 yang digunakan dalam penelitian maka, kombinasi beban yang digunakan yaitu :

$$\text{Comb 1} : 1,4D \quad (3)$$

$$\text{Comb 2} : 1,2D + 1,6L \quad (4)$$

$$\text{Comb 3} : 1,2D + L \quad (5)$$

$$\text{Comb 4} : 0,9 D \quad (6)$$

$$\text{Comb 5} : 1,2D + E_v + E_h + L \quad (7)$$

$$\text{Comb 6} : 0,9D - E_v + E_h \quad (8)$$

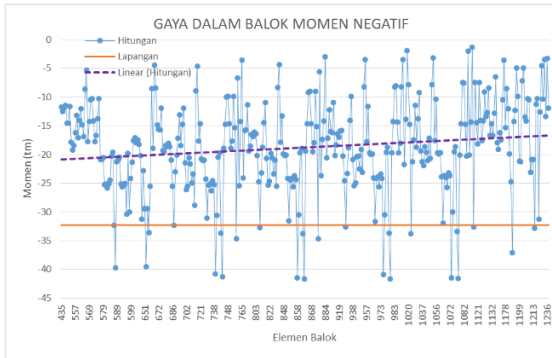
D. Analisis Gaya Dalam

Hasil analisis perhitungan beban gempa rencana dimasukkan kedalam permodelan bangunan yang menggunakan program ETAB's. Hasil gaya dalam dari analisis struktur menggunakan program ETAB's dibandingkan dengan hasil analisis perhitungan gaya dalam yang sesuai dengan lapangan. Perbandingan hasil tersebut meliputi perbandingan struktur yang menggunakan *shear wall* (sebelum adanya *value engineering*) dan struktur tanpa *shear wall* (sesudah adanya *value engineering*). Komponen elemen yang ditinjau yaitu komponen elemen struktur balok dan komponen elemen struktur kolom sedangkan gaya dalam yang ditinjau adalah gaya geser (*shear force*), gaya aksial (*normal force*) dan momen (*bending*).

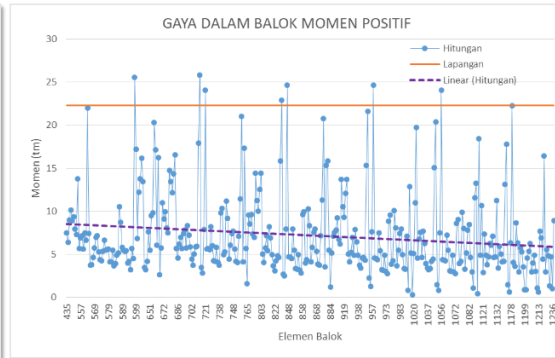
1. Momen Balok

Gambar dibawah ini merupakan hasil analisa struktur ETAB's dengan hasil analisa hitungan dari lapangan atau aktual. Gambar 5 dan Gambar 6 adalah hasil analisa gaya dalam momen negatif dan momen positif pada balok B4-38. Hasil analisa tersebut pada struktur yang menggunakan dinding geser (*shear wall*) yang belum dilakukan *value engineering* struktur.

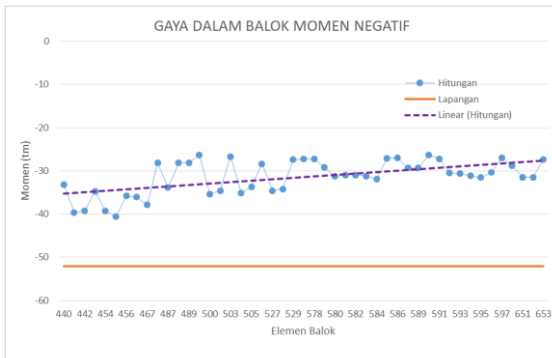
Terlihat hasil yang diperoleh adalah penyebaran titik yang dilakukan secara hitungan ulang dengan ETAB's cukup mendekati dengan dengan hasil yang ada sebelumnya (lapangan). Selisih gaya dalam momen rerata sekitar 20 ton meter. Namun terdapat beberapa titik penyebaran yang selisihnya sedikit sekali dan bahkan melebihi batas yang sudah ada sebelumnya (lapangan). Hal ini diakibatkan oleh penentuan tipe balok yang relatif sama karena tidak dibedakan berdasarkan besar rendahnya nilai momen atau berdasarkan pengelompokan interval momen secara detail. Selain itu, untuk memudahkan perhitungan perencanaan struktur sehingga penentuan tipe balok dilakukan setiap satu lantai bahkan sampai setiap dua lantai untuk 1 jenis tipe balok. Selisih gaya dalam rerata sebesar 20 ton meter pada balok ini dapat dikatakan cukup efektif karena sebagian besar nilai penyebaran mendekati dengan garis yang sesuai yang ada sebelumnya.



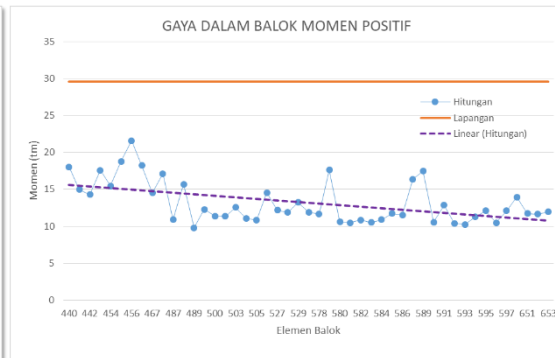
Gambar 5. Hasil analisa gaya dalam momen negatif balok B4-38 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 6. Hasil analisa gaya dalam momen positif balok B4-38 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 7. Hasil analisa gaya dalam momen negatif balok G34-456A pada bangunan tanpa *shear wall*

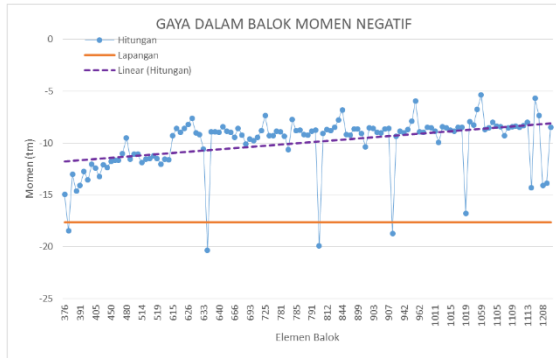


Gambar 8. Hasil analisa gaya dalam momen positif balok G34-456A pada bangunan tanpa *shear wall*

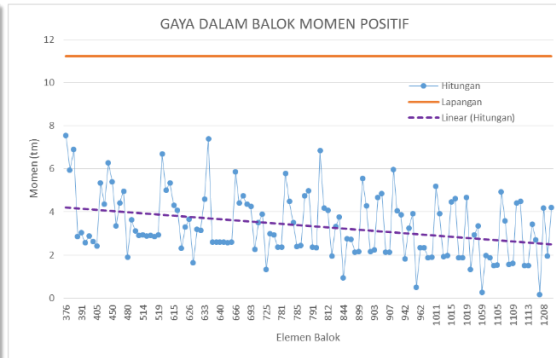
Gambar 7 sampai dengan Gambar 10 merupakan gambar hasil yang dilakukan pada struktur bangunan tanpa menggunakan *shear wall* atau sesudah dilakukan evaluasi *value engineering*. Gambar 7 dan Gambar 8 adalah hasil perhitungan pada balok tipe G34-456A dan Gambar 9 dan Gambar 10 adalah hasil perhitungan pada balok tipe B256-12A.

Hasil gaya dalam pada kedua balok yaitu balok G34-456A dan balok B256-12A pada struktur bangunan tanpa *shear wall* atau setelah dilakukan adanya *value engineering* dapat dikatakan hasilnya sangat baik. Penyebaran titik sangat seragam dan hanya ada 7 titik pada yang keluar jauh dari rerata seperti pada Gambar 9. Gaya dalam pada struktur tanpa *shear wall* ini dikelompokkan sesuai interval momen analisisnya. Dapat dibandingkan hasil penyebaran analisis elemen yang dikelompokkan dengan yang tidak di kelompokkan. Hasil yang tidak dikelompokkan secara detail maka akan terjadi penyebaran data secara acak. Keuntungan gaya dalam dikelompokkan sesuai nilainya yaitu stuktur bangunan tidak boros karena kebutuhan gaya (*demand*) di rencanakan sesuai kebutuhannya (*capacity*).

Kelayakan stuktur dapat dilakukan dengan mencari nilai *demand capacity ratio* (DCR) pada komponen elemen struktur. Cara kerja analisis DCR dengan membandikan hasil analisis linier pada suatu elemen struktur dengan kapasitas yang mampu ditahan oleh elemen tersebut (Patria, 2017).



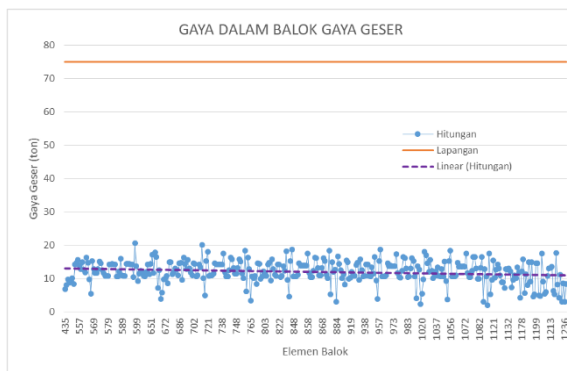
Gambar 9. Hasil analisa gaya dalam momen negatif balok B256-12A pada bangunan tanpa *shear wall*



Gambar 10. Hasil analisa gaya dalam momen positif balok B256-12A pada bangunan tanpa *shear wall*

2. Geser Balok

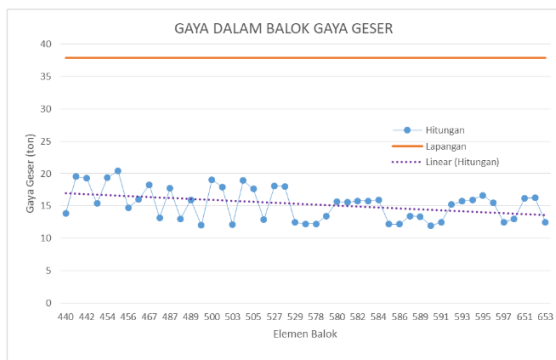
Terpaut jauh nilai gaya geser yang ada dilapangan dengan nilai gaya geser secara hitungan. Menggunakan struktur dinding geser (*shear wall*) dapat memberikan dampak pada elemen yang lainnya salah satunya pada gaya geser balok. Gambar 11 merupakan hasil adanya dinding geser yang berakibat nilai gaya geser balok di lapangan sangat jauh dari pada nilai gaya geser sesuai perhitungan lapangan.



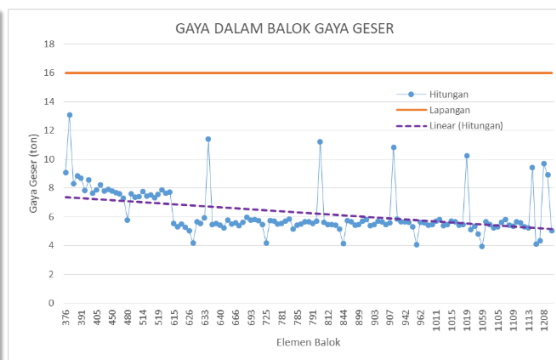
Gambar 11. Hasil analisa gaya dalam geser balok B4-38 pada bangunan dengan *shear wall*

Tumpuan	Lapangan
6D19	4D19
4D13	4D13
4D19	4D19
1.5D12-100mm	1.5D12-150mm

Gambar 12. Detail penulangan balok B4-38 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 13. Hasil analisa gaya dalam geser balok G34-456A pada bangunan tanpa *shear wall*



Gambar 14. Hasil analisa gaya dalam geser balok B256-12A pada bangunan tanpa *shear wall*

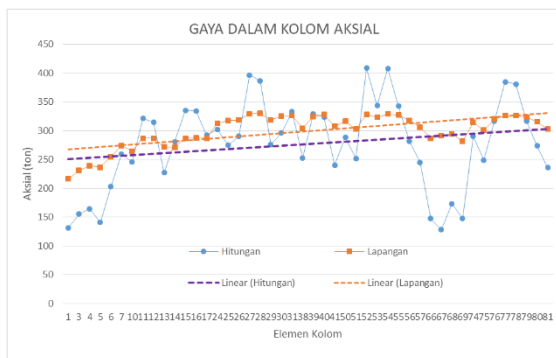
Gambar 12 terlihat jelas penggunaan besi tulangan geser pada balok B4-38. Tulangan menggunakan 3 kali dengan diameter tulangan ulir 12 dan jarak antar tulangan 100 milimeter. Penulangan seperti Gambar 12 mengakibatkan terpaut jauh nilai gaya geser secara hitungan. Menggunakan penulangan 2 kaki D10-100 bisa memungkinkan menjadi lebih efektif.

Berbeda jelas perbandingan penyebaran dan selisih rentang analisa hitungan dengan analisa lapangan pada Gambar 11 dengan Gambar 13 dan Gambar 14. Bangunan tanpa menggunakan dinding geser tetap lebih efektif daripada menggunakan dinding geser. Pernyataan ini berlaku pada studi kasus ini, namun bisa dimungkinkan pada kasus bangunan yang lainnya.

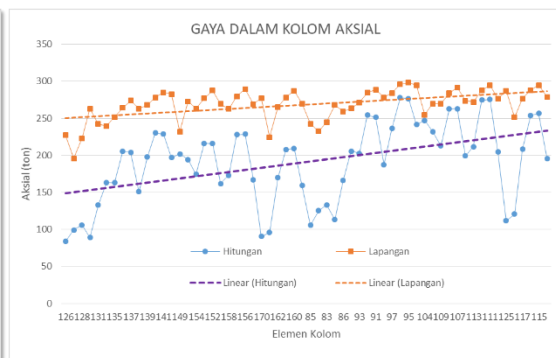
3. Aksial Kolom

Gaya-gaya dalam kolom K1 pada bangunan dengan dinding geser sangat efektif sekali karena garis linier antara analisis hitungan dengan analisis lapangan hampir berimpit. Kondisi ini terjadi pada kolom lantai semi basement dan lantai 1. Gaya-gaya dalam pada kolom K3 dan K4 agak kurang efektif dikarenakan posisi kedua garis linier menjauh. Kolom K4 tersebut berada di lantai 4, lantai 5 dan lantai 6.

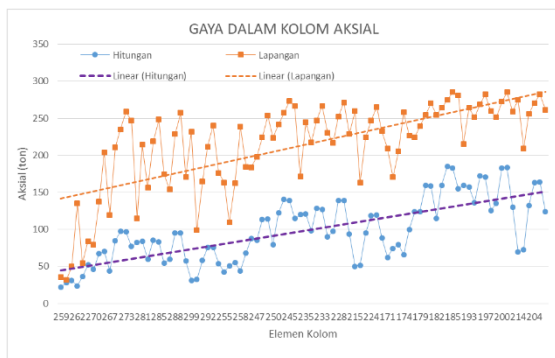
Aksial kolom pada struktur bangunan tanpa dinding geser dapat dikatakan efektif karena selisih nilai analisa hitungan dengan analisa lapangan kurang lebih bernilai 40 Ton. Pengelompokkan interval gaya dalam kolom dilakukan pada bangunan tanpa dinding geser. Hal itu berdampak positif untuk efektifitas gaya dalam sehingga mendesain stuktur alangkah baiknya disesuaikan dengan kebutuhan gaya yang terjadi.



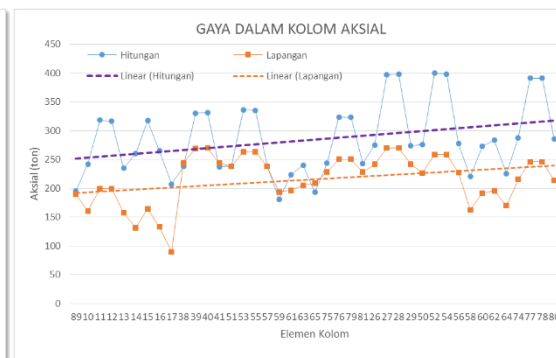
Gambar 15. Hasil analisa gaya dalam aksial kolom K1 pada bangunan dengan *shear wall*



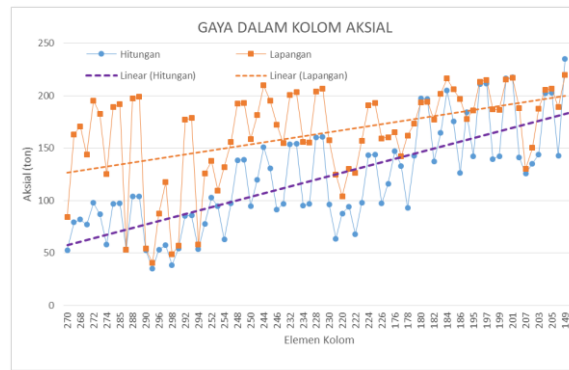
Gambar 16. Hasil analisa gaya dalam aksial kolom K3 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 17. Hasil analisa gaya dalam aksial kolom K4 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 18. Hasil analisa gaya dalam aksial kolom K51 pada bangunan tanpa *shear wall*

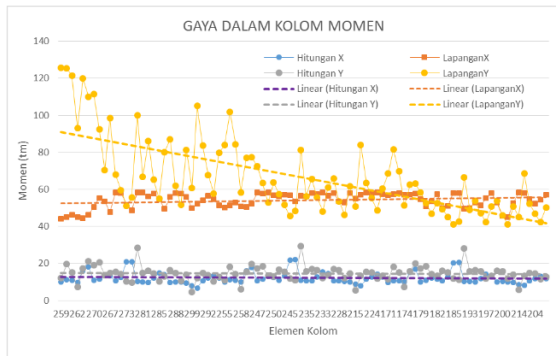


Gambar 19. Hasil analisa gaya dalam aksial kolom K485 pada bangunan tanpa *shear wall*

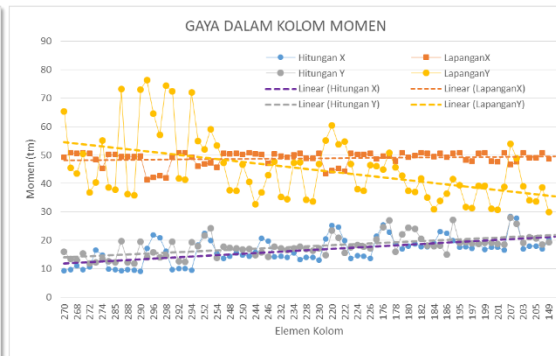
4. Momen Kolom

Gaya dalam momen kolom juga lebih efektif pada bangunan 7 lantai tanpa *shear wall*. Penyebaran data analisa gaya dalam terlihat seragam pada bangunan tanpa *shear wall*. Penentuan dimensi elemen struktur berpengaruh penting terhadap efektifitas gaya dalam.

Pada lokasi dan lantai yang sama elemen kolom berkode K12 untuk struktur bangunan dengan *shear wall* dan kolom berkode K51-1 untuk struktur bangunan tanpa *shear wall*. Kedua kolom tersebut memiliki dimensi sama yaitu 500x1000 mm namun jumlah tulangan longitudinal berbeda sangat jauh. Kolom K12 memiliki detail penulangan longitudinal 28D22 sedangkan kolom K51-1 memiliki detail penulangan longitudinal 22D22. Kedua kolom tersebut memiliki selisih tulangan longitudinal sebanyak 6 buah tulangan.

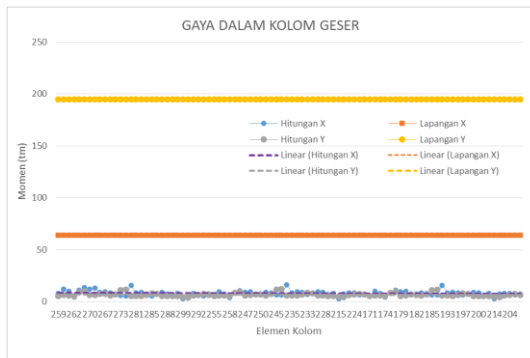


Gambar 20. Hasil analisa gaya dalam momen kolom K4 pada bangunan dengan *shear wall*

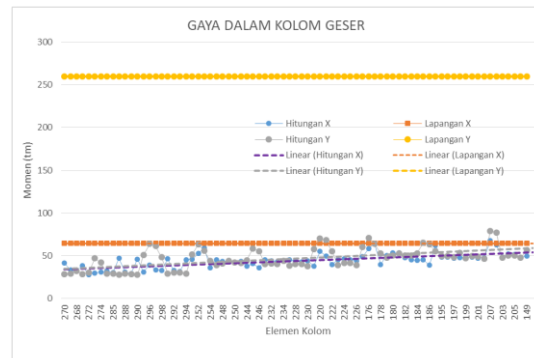


Gambar 21. Hasil analisa gaya dalam momen kolom K485 pada bangunan tanpa *shear wall*

5. Geser Kolom



Gambar 22. Hasil analisa gaya dalam geser kolom K4 pada bangunan dengan *shear wall*



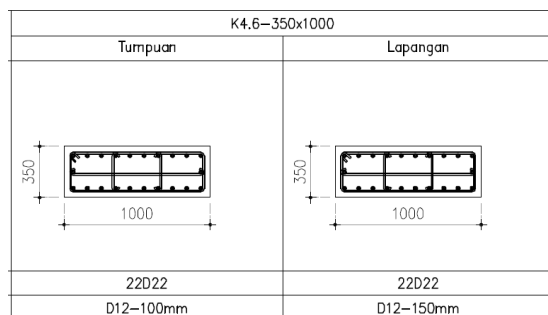
Gambar 23. Hasil analisa gaya dalam geser kolom K485 pada bangunan tanpa *shear wall*

Kasus gaya dalam pada geser kolom ini sangat unik dikarenakan hasil dari keseluruhan gaya geser terpantau jauh antara nilai dari analisa lapangan maupun dari analisa hitungan. Kasus tersebut khusus pada gaya geser kolom arah Y saja, baik pada bangunan struktur dengan dinding geser maupun tanpa dinding geser. Sedangkan gaya geser arah X pada struktur bangunan tanpa dinding geser hasilnya mendekati antara analisa hitungan dengan analisa lapangan, dan sebaliknya gaya geser arah X pada struktur bangunan dengan dinding geser masih terpaut jauh dengan hasil analisa lapangan. Untuk memperjelas hasil analisa gaya geser yang didapat peneliti menyajikan grafik hasil perhitungan seperti pada Gambar 22 dan Gambar 23.

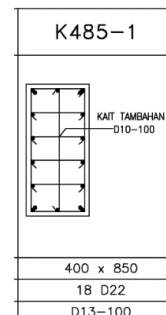
Perbedaan hasil yang signifikan antara arah X dan arah Y diakibatkan antara lain:

- Dimensi kolom berbentuk persegi panjang dengan ukuran 35x100 cm, 40x85 cm. Hal tersebut mengakibatkan perbedaan nilai analisa lapangan antara arah X dan arah Y.
- Kondisi struktur lapangan terdapat jumlah kaki begel/senggang yang cukup banyak. Banyaknya kaki tersebut berdampak tingginya nilai analisa lapangan.
- Diameter sengkang yang digunakan terlalu besar yaitu *deform* 10 mm, *deform* 12 mm dan *deform* 13 mm.
- Jarak antar tulangan sengkang/begel yang terlalu berdekatan.

Penempatan jarak antar tulangan begel dapat mempengaruhi nilai gaya geser yang signifikan. Kerapian pemasangan begel juga berpengaruh penting terhadap hasilnya. Konsistensi dan ketepatan pemasangan perlu diawasi secara tepat sehingga menghasilkan nilai gaya geser yang baik (Patria et al., 2023). Banyaknya kaki sengkang/begel kolom pada kondisi dilapangan dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 24. Penulangan geser kolom K4 pada bangunan dengan *shear wall*



Gambar 25. Penulangan geser kolom K485 pada bangunan tanpa *shear wall*

E. Efek Struktur

Efek yang ditimbulkan akibat perubahan struktur atau akibat adanya *value engineering* pada kasus bangunan hotel di Wonosari antara lain :

- Periode getar rencana pada bangunan tanpa menggunakan dinding geser lebih besar karena kekakuan struktur lebih elastis.
- Dimensi kolom dapat diperkecil karena dengan dimensi yang lebih kecil masih mampu menah gaya dalam yang dihasilkan.
- Gaya geser kolom pada struktur bangunan tanpa dinding geser lebih besar dari pada struktur bangunan dengan dinding geser.
- Pengelompokkan nilai gaya dalam diperlukan diperlukan sesuai kebutuhan analisa strukturnya karenan sangat penting untuk menjadikan struktur bangunan yang efektif. Dampak negatif dari pengelompokkan atau disesuaikan dengan rentang nilai analisa adalah menjadikan tipe elemen struktur yang lebih banyak sehingga membutuhkan tenaga ekstra untuk menghitung secara detail.

Pada elemen balok, gaya dalam baik momen dan gaya geser lebih efektif pada struktur bangunan tanpa menggunakan dinding geser. Efektifnya gaya dalam tersebut berdampak mengecilnya dimensi balok dan penulangan pada balok baik tulangan longitudinal maupun tulangan geser.

5. KESIMPULAN

Dari penjelasan hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwasanya :

1. Bangunan yang tidak cukup tinggi atau bangunan yang tidak memiliki banyak lantai tidak perlu menggunakan dinding geser (*shear wall*) pada komponen elemen strukturnya. Penggunaan elemen struktur *shear wall* pada bangunan rendah mengakibatkan tidak efektifnya struktur *shear wall* pada bangunan tersebut.
2. Merencanakan struktur merupakan hasil karya seni seorang perencana. Bentuk dan lokasi bangunan sama belum tentu hasilnya sama jika direncanakan oleh beberapa perencana. Oleh karena itu sebaiknya setiap perencana atau seorang *engineer* harus memiliki pemahaman dan memiliki ilmu penentuan estimasi yang tepat terhadap struktur bangunan. Hal tersebut dibutuhkan untuk mempermudah dalam analisis dan akan menghasilkan struktur bangunan yang efisien.
3. Setiap penentuan pemilihan dimensi dan pemilihan penggunaan elemen struktur akan mempunyai efek terhadap hasil analisis strukturnya. Pemilihan tersebut harus berlandaskan terhadap efisiensi dan keamanan struktur bangunan.

PENGHARGAAN

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Gunung Kidul melalui skema penelitian yang dianggarkan pada tahun 2023. Peneliti tidak lupa mengucapkan banyak terimakasih atas dukungan keluarga sehingga peneliti ini bisa terselesaikan. Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Gunung Kidul Bapak Dr. Septiono Eko Bawono, ST., M.Sc., M.Eng atas dukungan, support dan selalu mengarahkan kepada peneliti. Universitas Tantri Abeng yang sudah memberikan fasilitas Seminar Nasional SnarsTek, dan memberikan kepada peneliti sebagai penghargaan Artikel Terbaik.

REFERENSI

- 1727, S. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain SNI 1727-2020. *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.
- Al Hanif, B., & Buwono, H. K. (2014). Analisis Pengaruh Shear Wall Terhadap Simpangan Struktur Gedung Akibat Gempa Dinamis. *Konstruksia*, 5(2).
- Andalas, G. (2016). *Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung*.
- Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1, 346 (1996). <https://www.atcouncil.org/pdfs/atc40toc.pdf>
- Bambang Praseyta. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Effendi, F., Wesli, W., Chandra, Y., & Akbar, S. J. (2017). Studi penempatan dinding geser terhadap waktu getar alami fundamental struktur gedung. *TERAS JURNAL: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 274–283.

- Firda, A., & Saputra, S. (2018). Penerapan Value Engineering Pada Pekerjaan Konstruksi Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Provinsi Sumatera Selatan. *Forum Mekanika*, 7(2), 78–86.
- Mareta, D. (2016). *Study Penempatan Shearwall untuk Struktur Beton Tahan Gempa pada Gedung Pasca Sarjana Hukum Universitas Jember*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Patria, R. (2017). *Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Studi Kasus Pada Hotel Inna Garuda Extention Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia.
- Patria, R., Bawono, S. E., & Pristyawati, T. (2023). Nilai Faktor Reduksi Pada Bangunan Bertingkat di Gunungkidul Yogyakarta. *Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, 5(1), 6–13.
- Sosrodarsono, S. (1987). *Gedung, Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Wiryadi, I. G. G., & Sudarsana, I. K. (2019). Analisis Pengaruh Bentuk Dinding Geser Beton Bertulang Terhadap Kapasitas dan Luas Tulangan. *Jurnal Spektran*, 7(2), 187–194.