



R B T S

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

Evaluasi Halte Mobile Trans Jogja Terhadap Potensi Naik Turun Penumpang
(Danu Fidiántoro, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)

Tinjauan Validitas Persamaan Gelombang Airy Pada Model Fisik Underwater Sill
(Reja Putra Jaya, Tania Edna Bhakty, Edy Sriyono)

Faktor Utama Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung
(Sahadi)

Analisis Pola Tanam Dan Efisiensi Saluran Primer Di Daerah Irigasi Kalibawang
(Jakkon Matua Simanullang, Agatha Padma Laksitaningtyas)

Analisis Mini Moveable Tower Crane Terhadap Biaya Dan Waktu Pekerjaan Precast Façade
(Bing Santosa, Buddewi Sukindrawati, Priyantono)

Peningkatan Frekuensi Alami Struktur Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser
(Margeritha Agustina Morib)

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief) : Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.
- Penyunting (Editor) : 1. Dr. Suwartanti, S.T., M.Sc, Universitas Janabadra
2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra
3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra
4. Sarju, ST., Universitas Janabadra
- Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231
Telp./Fax: (0274) 543676
Email: tania@janabadra.ac.id
Website: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit : 2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

DAFTAR ISI

1. Evaluasi Halte Mobile Trans Jogja Terhadap Potensi Naik Turun Penumpang (Danu Fidiantoro, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)	1-9
2. Tinjauan Validitas Persamaan Gelombang Airy Pada Model Fisik Underwater Sill (Reja Putra Jaya, Tania Edna Bhakty, Edy Sriyono)	10-13
3. Faktor Utama Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (Sahadi)	14-18
4. Analisis Pola Tanam Dan Efisiensi Saluran Primer Di Daerah Irigasi Kalibawang (Jakkon Matua Simanullang, Agatha Padma Laksitaningtyas)	19-28
5. Analisis Mini Moveable Tower Crane Terhadap Biaya Dan Waktu Pekerjaan Precast Façade (Bing Santosa, Buddewi Sukindrawati, Priyantono)	29-43
6. Peningkatan Frekuensi Alami Struktur Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser (Margeritha Agustina Morib)	44-50

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 2, Nomor 1, Edisi April 2018. Jurnal ini menampilkan tujuh artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersajidapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

Peningkatan Frekuensi Alami Struktur Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser

Margeritha Agustina Morib, ST,M.Eng

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta, Jl. Solo Km. 11,1, PO.BOX IV YKAP, Yogyakarta
Email: margerithaagustina@ukrimuniversity.ac.id

Abstract

Natural frequency of structure is a representation of the flexibility of structure which is a function of stiffness and mass. Natural frequency can be increase by increasing the stiffness or reducing the mass. In this study, the evaluation of natural frequency used three type of reinforced concrete frame structure that is special moment resisting frame, dual system special moment resisting frame combine with core wall and dual system special moment resisting frame combine with frame wall (wall integrated into moment resisting frame). Based on SNI 1726-2012, the 15th story of apartment fictive building is located at 7046"24' SL and 110027"7' EL are classified as Seismic Used Group II, assign an Occupancy Importance Factor (I) of 1.0 and Seismic Design Category D. The response modification coefficients for special moment resisting frame $R = 8.0$ and for dual system $R = 7$, the system overstrength factor for special moment resisting frame $\Omega_0=3$ and for dual system $\Omega_0=2.5$, and the deflection amplification factor $C_d = 5.5$ for all type of structure. The Structural Analysis Program (SAP 2000) used to evaluated natural frequency, displacement, drift story, axial force and moment of column. Result of this study proved that using shear wall as core wall or frame wall increased the natural frequency and stiffness of structure. The placement of shear wall with the same mass as core wall and frame wall give significant influence on natural frequency. The most effective type of structure to increase natural frequency is dual system special moment resisting frame combine with frame wall because wall surface area is larger than core wall.

Keywords: natural frequency, moment resisting frame, core wall, frame wall, story drift

1. Pendahuluan

Bangunan tinggi lebih bersifat fleksibel atau tidak kaku, oleh karena itu getaran pada struktur perlu diperhitungkan. Getaran sangat berhubungan erat dengan frekuensi alami struktur. Frekuensi alami struktur adalah representasi dari fleksibilitas struktur yang merupakan fungsi kekakuan dan massa, sehingga frekuensi alami dapat ditingkatkan dengan memperbesar kekakuan struktur atau mengurangi massanya (Sila, 2014).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kekakuan struktur adalah dengan memakai dinding geser yang berfungsi untuk menahan gaya lateral dan gaya geser yang terjadi pada bangunan. Meskipun penambahan dinding geser juga menambah massa bangunan tetapi diharapkan peningkatan kekakuan struktur lebih dominan terjadi dibandingkan penambahan massanya. Posisi dinding geser pada struktur memberi dampak pada peningkatan kekakuan struktur, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan variasi penempatan dinding geser pada bangunan beraturan (*reguler building*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penempatan dinding geser dengan massa yang sama dalam meningkatkan frekuensi alami struktur.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penempatan dinding geser di tengah struktur (*core wall*) dan dinding geser di sekeliling struktur (*frame wall*) pada frekuensi alami,

story drift dan kekakuan lantai. Mengetahui posisi terbaik dari dinding geser untuk meningkatkan frekuensi alami dan pengaruh dinding geser terhadap gaya aksial dan momen kolom.

3. Batasan Masalah

Gedung yang direncanakan adalah struktur gedung beton bertulang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan *dual system* kombinasi SRPMK dan dinding geser *core wall* dan *frame wall*. Struktur gedung 15 lantai direncanakan untuk bangunan apartemen termasuk dalam kategori beraturan (*reguler building*) dan diafragma bangunan diasumsikan sebagai diafragma kaku. Ditinjau struktur atas dan tumpuan dimodelkan jepit sempurna.

4. Tinjauan Pustaka

Akibat gempa bumi, tanah dasar yang merupakan pijakan pondasi struktur akan bergetar dalam arah tiga dimensi, yang dapat diwakili oleh komponen arah utara-selatan (*north-south*), arah timur-barat (*east-west*), dan komponen arah vertikal secara tidak beraturan dalam waktu 20-60 detik. Percepatan getaran tanah akibat gempa ini disebut sebagai *ground acceleration*. Getaran pondasi akan menjalar ke struktur di atasnya dan seolah-olah menimbulkan beban dinamik arah horisontal dan vertikal yang terkonsentrasi pada setiap lantai struktur bangunan (dan juga pada atap), karena memang pada level tersebut merupakan pusat-pusat massa baik akibat berat sendiri elemen struktur (sistem balok dan pelat

lantai) maupun akibat beban mati dan beban hidup yang berada di atasnya (Suhendro, 2000).

Secara umum analisis struktur terhadap beban gempa terdiri atas dua macam, yaitu :

- Analisis beban statik ekuivalen adalah suatu cara analisa struktur dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horisontal yang diperoleh dengan hanya memperhitungkan respon ragam getar yang pertama, dan biasanya distribusi gaya ini disederhanakan sebagai segitiga terbalik.
- Analisis dinamik adalah analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa di seluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik dibagi menjadi analisis ragam respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar dan analisis riwayat waktu (*time history analysis*) dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu (Purnomo, 2014).

5. Landasan teori

5.1. Frekuensi alami

Frekuensi adalah banyaknya getaran yang terjadi dalam satu detik sedangkan periode alami adalah waktu yang diperlukan oleh suatu benda untuk menempuh satu siklus getaran tanpa pengaruh gaya luar. Waktu getar struktur dinyatakan dalam detik dan menentukan besarnya respon gempa (c) struktur bangunan gedung. Hubungan antara waktu getar dan frekuensi alami adalah sebagai berikut :

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (detik)} \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \text{ (Hz)} \quad (2)$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

Dengan :

- T_n = Waktu getar alami struktur (detik)
- ω_n = frekuensi natural/alami (radians/detik)
- f = frekuensi getaran (Hz)
- k = kekakuan
- m = massa

5.2. Beban Gempa

Parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (4)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (5)$$

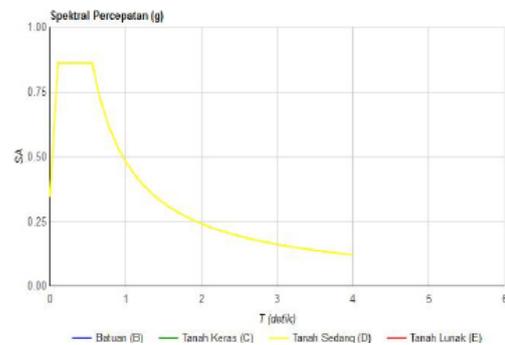
Sedangkan nilai S_s dan S_1 dapat diperoleh dari peta gempa Indonesia yang terdapat dalam SNI 1726-2012.

Parameter yang harus dihitung kemudian adalah parameter respon spektrum percepatan desain, yaitu S_{DS} dan S_{D1} yang dapat dilihat dari persamaan berikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (6)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (7)$$

Dari data di atas dapat digambar kurva respon spektrum yang menghubungkan percepatan maksimum (*spectral acceleration, SA*) dengan periode getar struktur (T) dalam detik. Gambar 1 menunjukkan kurva respon spektrum untuk jenis tanah sedang yang diambil dari aplikasi desain spektra Indonesia sesuai dengan lokasi bangunan yang direncanakan.



Gambar 1 Kurva respon spektrum (sumber: www.Puskim.go.id)

5.3. Analisis Gaya Lateral Ekuivalen

Analisis gaya lateral ekuivalen dihitung menggunakan respon ragam pertama. Gaya geser dasar (*base shear*) dihitung sebagai berikut :

$$V = C_s \cdot W \quad (8)$$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I} \right)} \quad (9)$$

$$\text{atau} \quad C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I} \right)} \quad (10)$$

Dengan :

- C_s = koefisien respon seismik
- W = berat seismik efektif
- S_{DS} = parameter percepatan spektrum respon desain dalam periode pendek
- S_{D1} = parameter percepatan spektrum respon desain dalam periode 1 detik
- T = waktu getar alami struktur
- R = koefisien modifikasi respon
- I = faktor keutamaan struktur

Gaya gempa lateral (F_x) (KN) yang terjadi di setiap tingkat harus dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad (11)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i^k} \quad (12)$$

Dengan :

F_x = gaya gempa lateral yang timbul (KN)

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)

k = eksponen yang terkait periode struktur

5.4. Waktu getar alami

Untuk struktur beton bertulang dan lainnya, waktu getar alami dibatasi sebagai berikut :

a. Jika T yang lebih akurat tidak dimiliki (dari analisa komputer) digunakan $T = T_n$

b. Jika T yang lebih akurat dari analisis komputer (T_c) dimiliki, maka :

Jika $T_c < C_u \cdot T_a$ digunakan $T = C_u \cdot T_a$

Jika $T_a < T_c < C_u \cdot T_a$ digunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$ digunakan $T = T_a$

dengan T_a = periode fundamental pendekatan

C_u = batas atas periode

T_c = Periode komputer

5.5. Simpangan

Simpangan antar lantai (*story drift*) dihitung dengan rumus :

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{se}}{I_e} \quad (13)$$

Sedangkan rasio simpangan dihitung dengan rumus :

$$\text{rasio_simpangan} = \frac{\delta_x}{h_i} \times 100\% \quad (14)$$

Dengan :

δ_x = perpindahan yang diperbesar

C_d = faktor pembesaran defleksi

δ_{se} = perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan

I = faktor keutamaan struktur

h_i = tinggi lantai yang ditinjau

5.6. Kekakuan lantai dan indeks stabilitas

Kekakuan lantai dihitung dengan rumus :

$$K = \frac{V_i}{\delta_i} \quad (15)$$

Dengan :

V_i = gaya geser lantai yang ditinjau

δ_i = perpindahan lantai yang ditinjau

Suatu tingkat pada struktur beton boleh dianggap tidak bergoyang bila indeks stabilitasnya $\leq 0,05$ (SNI 2847:2013). Indeks stabilitas dinyatakan dengan rumus :

$$Q = \frac{\sum P_u \cdot \Delta_0}{V_{us} \cdot l_c} \leq 0,05 \quad (16)$$

Dengan :

$\sum P_u$ = beban vertikal terfaktor total

Δ_0 = defleksi lateral relatif orde pertama

V_{us} = gaya geser tingkat horisontal pada tingkat yang ditinjau

l_c = tinggi kolom

5.7. Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-Delta dihitung dengan rumus :

$$\theta = \frac{P_x \cdot \delta_{le}}{V_x \cdot h_{xx} \cdot C_d} \quad (17)$$

Dengan :

P_x = beban desain vertikal total pada tingkat di atas x

Δ = simpangan antar lantai tingkat desain yang terjadi secara serentak dalam V_x

6. Metodologi Penelitian

6.1. Deskripsi gedung

Pada penelitian ini gedung yang dianalisis adalah gedung fiktif yang seolah-olah berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang terletak pada koordinat $7^{\circ}46'24''$ LS dan $110^{\circ}27'7''$ BT yang berfungsi sebagai apartemen. Adapun spesifikasi gedung tersebut adalah sebagai berikut :

a. Sistem struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dual sistem kombinasi SRPMK dan *core wall* serta dual sistem kombinasi SRPMK dan *frame wall*

b. Luas bangunan : 15221,25 m²

c. Jumlah lantai : 15 lantai

d. Tinggi antar lantai : 4 m

e. *Core wall* : dimensi arah x lebar 400 cm, dimensi arah y lebar 350 cm, tebal 50 cm

f. *Frame wall* : dimensi arah x lebar 400 cm dengan tebal 30 cm sedangkan dimensi arah y lebar 700 cm dengan tebal 45 cm

g. Dimensi kolom : 50 cm x 80 cm

h. Dimensi balok induk : 35 cm x 65 cm

i. Dimensi balok anak : 20 cm x 35 cm

j. Tebal plat lantai : 12 cm

k. Tebal plat dak atap : 10 cm

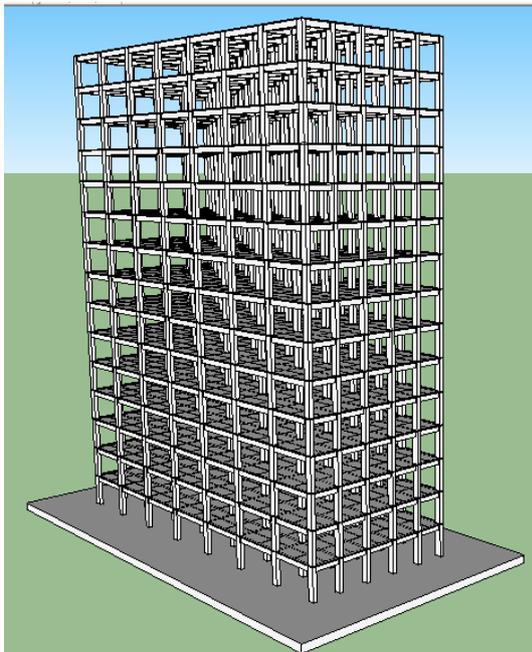
6.2 Data Teknis

Data teknis yang dibutuhkan untuk permodelan struktur adalah sebagai berikut :

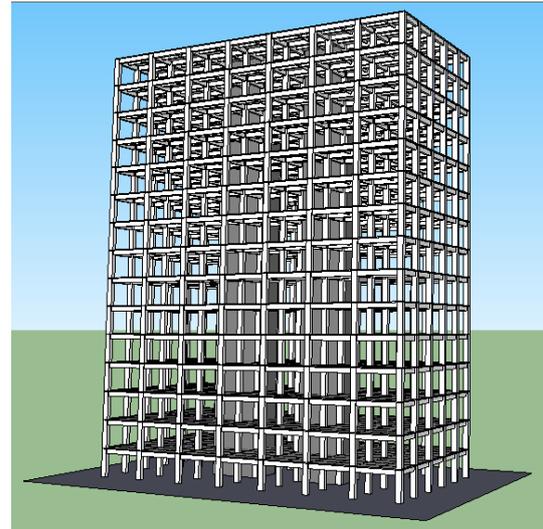
- a. Zona gempa yang direncanakan berada di DIY dengan kondisi tanah sedang
- b. Kuat tekan beton f'_c untuk kolom, balok, *core wall* dan *frame wall* adalah 30 MPa
- c. Modulus elastisitas beton normal $E_c = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{30} = 25742,960$ MPa
- d. Berat jenis beton bertulang $\gamma_c = 24$ KN/m³
- e. Tulangan beton yang digunakan BJTD 40, $f_y = 400$ MPa, $f_u = 570$ MPa
- f. Modulus elastisitas baja $E_s = 200000$ MPa
- g. Berat jenis baja, $\gamma_s = 76,982$ KN/m²

6.3 Sistem Struktur

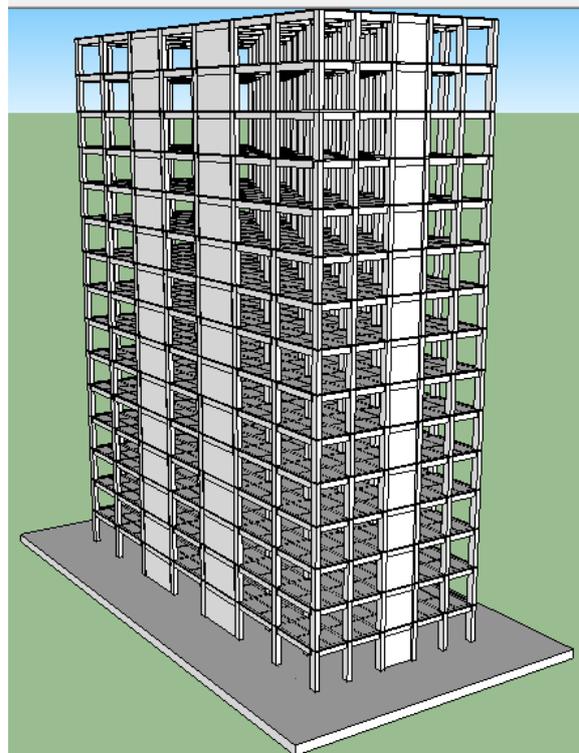
Sistem struktur yang digunakan pada penelitian ini adalah SRPMK, dual sistem kombinasi SRPMK dan *core wall* dan dual sistem kombinasi SRPMK dan *frame wall*. Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan sistem struktur yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

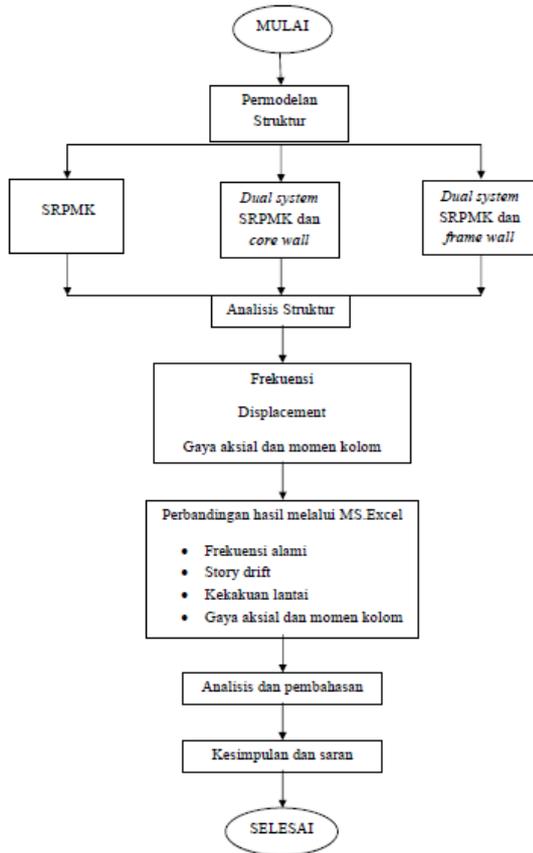


Gambar 3 Dual sistem SRPMK & *core wall*



Gambar 4 Dual sistem SRPMK dan *frame wall*

6.4 Alur Penelitian



Gambar 5 Bagan alir penelitian

6.4. Analisa Struktur

Analisa struktur dilakukan dengan bantuan *software Structural Analysis Program (SAP 2000)* versi 11 untuk mencari frekuensi alami struktur, *displacement*, gaya aksial dan momen kolom. Dari hasil analisa struktur dapat dihitung *story drift* dan kekakuan lantai.

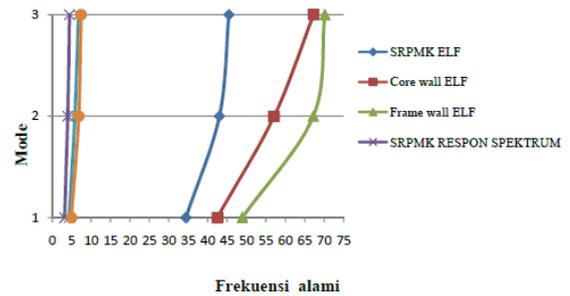
Permodelan struktur pada SAP 2000 dilakukan untuk memodelkan balok, kolom, plat lantai dan dinding geser. Permodelan balok dan kolom menggunakan *frame section (rectangular)* karena seluruh balok dan kolom berbentuk persegi. Dimensi kolom seluruhnya adalah 50 cm x 80 cm, dimensi balok induk 35 cm x 65 cm, dimensi balok anak 20 cm x 35 cm. Permodelan untuk plat lantai menggunakan tipe *shell-thin* dengan ketebalan 12 cm untuk plat lantai dan 10 cm untuk plat dak atap. Permodelan dinding geser menggunakan tipe *shell-thin* dengan ketebalan 50 cm untuk *core wall* dan 30 cm serta 45 cm untuk *frame wall*.

7. Hasil dan Pembahasan

7.1. Frekuensi alami

Frekuensi alami yang terjadi pada masing-masing sistem struktur diperhitungkan terhadap gaya lateral

statik ekuivalen yang terjadi pada arah X dan Y serta analisis ragam respon spektrum pada arah X dan Y. Perbandingan frekuensi alami pada masing-masing sistem struktur ditampilkan pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6 Frekuensi alami pada masing-masing sistem struktur

Dari grafik di atas tampak bahwa perhitungan frekuensi alami menggunakan analisis ragam respon spektrum jauh lebih tepat dan realistis dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode statik ekuivalen karena lebih mendekati frekuensi alami yang sebenarnya jika dilakukan pengujian langsung terhadap struktur bangunan gedung menggunakan *microtremor analysis*. Penggunaan *frame wall* memberikan frekuensi alami yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem struktur lainnya dan paling efektif dalam meningkatkan kekakuan struktur. Hal ini dikarenakan luas permukaan *frame wall* lebih besar dari pada *core wall*, meskipun menggunakan massa yang sama. Pengaruh luas permukaan *shear wall* lebih menentukan dalam hal peningkatan frekuensi alami struktur dibandingkan massa dan lokasi *shear wall*. Frekuensi alami yang terjadi pada *frame wall* menggunakan analisis ragam respon spektrum pada mode 1 sebesar 4,9356 Hz mengalami peningkatan 54,89% dibandingkan pada SRPMK sebesar 3,1865 Hz.

7.2. Story drift

Simpangan antar lantai (*story drift*) yang terjadi pada sistem struktur dievaluasi berdasarkan *displacement* masing-masing lantai hasil perhitungan SAP 2000. *Displacement* ditinjau menggunakan beban gravitasi (DL + LL), beban gempa statik ekuivalen arah X dan Y (EQX dan EQY) serta beban gempa menggunakan analisis ragam respon spektrum arah X dan Y (EQXRS dan EQYRS).

Dari hasil analisis SAP 2000 diperoleh *displacement* terbesar pada atap untuk masing-masing sistem struktur :

a. Untuk sistem struktur SRPMK

$$\begin{aligned} \Delta_G &= 1,32 \text{ mm} \\ \Delta_{EQX} &= 0,0062 \text{ mm} \\ \Delta_{EQY} &= 0,0094 \text{ mm} \\ \Delta_{EQXRS} &= 0,6446 \text{ mm} \\ \Delta_{EQYRS} &= 0,9904 \text{ mm} \end{aligned}$$

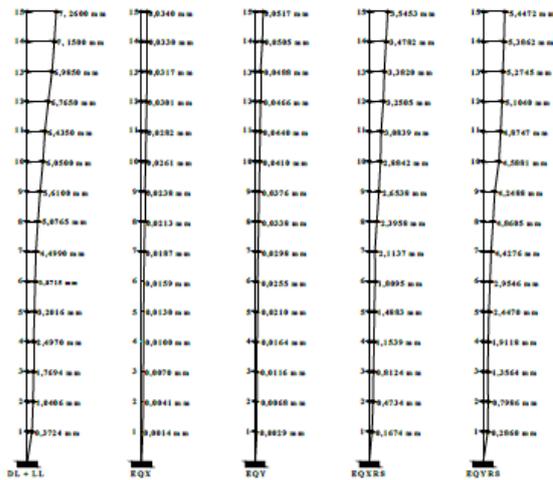
b. Untuk dual sistem SRPMK dan *core wall*

$$\begin{aligned} \Delta_G &= 1,37 \text{ mm} \\ \Delta_{EQX} &= 0,0042 \text{ mm} \\ \Delta_{EQY} &= 0,0079 \text{ mm} \\ \Delta_{EQXRS} &= 0,3534 \text{ mm} \\ \Delta_{EQYRS} &= 0,6271 \text{ mm} \end{aligned}$$

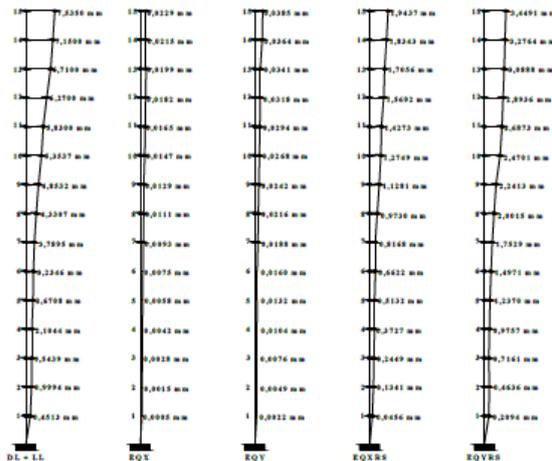
c. Untuk dual sistem SRPMK dan *frame wall*

$$\begin{aligned} \Delta_G &= 1,36 \text{ mm} \\ \Delta_{EQX} &= 0,0053 \text{ mm} \\ \Delta_{EQY} &= 0,0062 \text{ mm} \\ \Delta_{EQXRS} &= 0,4913 \text{ mm} \\ \Delta_{EQYRS} &= 0,2893 \text{ mm} \end{aligned}$$

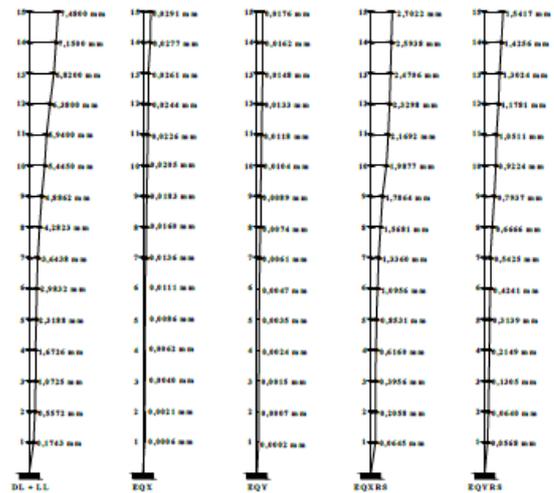
Dari data *displacemet* tersebut dihitung *story drift* untuk masing-masing lantai. Rekapitulasi *story drift* dari masing-masing sistem struktur tampak pada gambar 7, 8 dan 9 berikut.



Gambar 7 *Story drift* pada SRPMK



Gambar 8 *Story drift* pada dual sistem SRPMK dan *core wall*

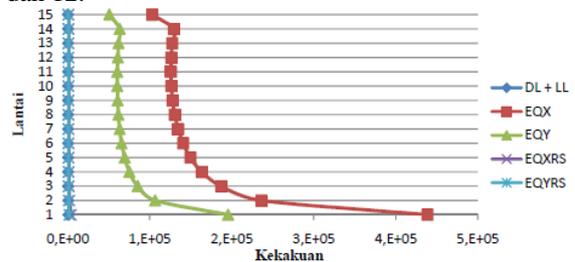


Gambar 9 *Story drift* pada dual sistem SRPMK dan *frame wall*

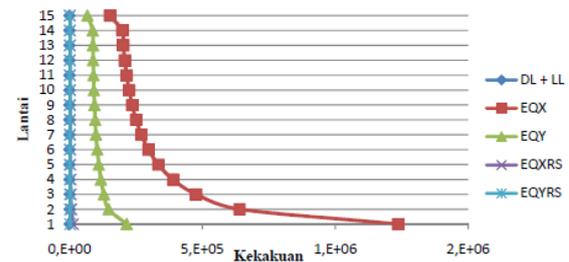
Penambahan dinding geser dengan massa yang sama menurunkan *story drift* yang terjadi akibat beban gravitasi dan menurunkan *story drift* akibat gempa statis dan dinamis. *Drift* yang terjadi pada seluruh sistem struktur tidak ada yang melampaui *drift* ijin.

7.3 Kekakuan lantai

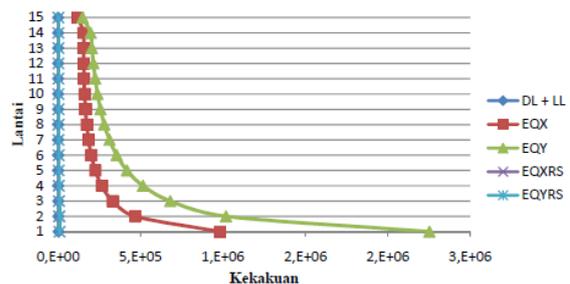
Hasil perhitungan kekakuan lantai untuk masing-masing sistem struktur disajikan pada gambar 10, 11 dan 12.



Gambar 10 Kekakuan lantai SRPMK



Gambar 11 Kekakuan lantai dual sistem SRPMK dan *core wall*



Gambar 12 Kekakuan lantai dual sistem SRPMK dan *frame wall*

Kekakuan merupakan perbandingan gaya lateral masing-masing lantai dengan simpangan antar lantai. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi lantai struktur semakin kecil kekakuannya. Perhitungan kekakuan menggunakan gaya lateral statik ekuivalen memberikan hasil terbesar dibandingkan metode pembebanan lainnya.

Kekakuan struktur erat kaitannya dengan indeks kestabilan struktur. Indeks kestabilan dihitung untuk mengetahui apakah kolom pada portal lantai tertentu termasuk dalam kategori bergoyang atau tidak bergoyang. Hasil perhitungan indeks kestabilan memberi kesimpulan bahwa kolom pada keseluruhan lantai termasuk dalam kategori bergoyang sehingga dalam perencanaan kolom perlu memperhitungkan rasio kelasingan kolom yang memenuhi persyaratan sebagai portal bergoyang.

7.4 Gaya aksial dan momen kolom

Gaya aksial dan momen kolom ditinjau pada lantai 5, 10 dan 15 pada kolom yang berada paling dekat dengan pusat massa struktur (K_{10}) dan kolom-kolom sudut yang menerima momen biaksial dari kedua arah sumbu struktur (K_3). Hasil perhitungan gaya aksial dan momen kolom akibat beban gravitasi disajikan pada tabel 1 dan Tabel 2.

Peninjauan gaya aksial kolom akibat penambahan *core wall* maupun *frame wall* memberikan pengaruh pada penurunan gaya aksial akibat beban gravitasi yang cukup signifikan. Pada kolom yang berada di dekat pusat massa penurunan gaya aksial lebih dominan terjadi akibat penambahan *core wall*, turun sebesar 40,22% pada lantai 5, 43,34% pada lantai 10 dan 56,47% pada lantai 15. Pada kolom-kolom sudut, penurunan gaya aksial lebih diakibatkan oleh penambahan *frame wall*, turun sebesar 6,45% pada lantai 5, 7,32% pada lantai 10 dan 6,89% pada lantai 15.

Tabel 1 Gaya aksial kolom akibat beban gravitasi

Kolom	SRPMK	Core wall	Frame Wall	%	
	P (ton)	P (ton)	P (ton)	Core wall	Frame Wall
K3/5	11655,185	11635,706	10903,064	-0,167	-6,453
K3/10	6392,983	6376,985	5925,08	-0,25	-7,319
K3/15	704,291	705,179	655,77	0,126	-6,889
K10/5	33135,173	19805,899	31455,017	-40,227	-5,071
K10/10	17296,673	9800,396	16260,916	-43,339	-5,988
K10/15	1647,017	716,948	1523,936	-56,47	-7,743

Tabel 2 Momen kolom akibat beban gravitasi

Kolom	SRPMK	Core wall	Frame wall	%	
	M (Ton-m)	M (Ton-m)	M (Ton-m)	Core wall	Frame Wall
K3/5	358,489	358,224	315,835	-0,074	-11,898
K3/10	445,453	448,228	373,808	0,623	-16,084
K3/15	659,757	657,684	530,59	-0,314	-19,578
K10/5	62,545	194,616	153,145	211,162	144,856
K10/10	113,991	316,227	276,968	177,414	142,974
K10/15	190,508	561,861	460,631	194,928	141,791

Peninjauan terhadap momen kolom menunjukkan bahwa kolom yang berada dekat pusat massa mengalami peningkatan momen yang sangat besar akibat penambahan *core wall* dan *frame wall*. Akibat penambahan *core wall*, momen kolom meningkat sebesar 211,16% pada lantai 5, 177,41% pada lantai 10 dan 194,98% pada lantai 15. Akibat penambahan *frame wall*, momen kolom meningkat sebesar 144,85% pada lantai 5, 142,97% pada lantai 10 dan 141,78% pada ;antai 15. Kolom-kolom sudut tidak mengalami perubahan momen yang cukup berarti.

7.5 Pengaruh P-Delta

Pada penelitian ini pengaruh P-Delta ditinjau terhadap gaya gravitasi, gempa statik ekuivalen maupun gempa dinamis menggunakan analisis ragam spektrum respon. Hasil perhitungan P-Delta untuk masing-masing sistem struktur pada seluruh lantai memberikan hasil yang sangat kecil $< 0,1$ sehingga pengaruh P-Delta pada struktur ini dapat diabaikan.

8. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini :

1. Penggunaan *frame wall* memberikan pengaruh yang lebih besar dalam meningkatkan frekuensi alami struktur, karena luas permukaan *frame wall* yang lebih besar. Frekuensi alami yang terjadi pada *frame wall* menggunakan analisis ragam respon spektrum pada mode 1 sebesar 4,9356 Hz mengalami peningkatan 54,89% dibandingkan pada SRPMK sebesar 3,1865 Hz.
2. Penambahan dinding geser dengan massa yang sama menurunkan *story drift* yang terjadi akibat beban gravitasi dan menurunkan *story drift* akibat gempa statis dan dinamis. *Drift* yang terjadi pada seluruh sistem struktur tidak ada yang melampaui *drift* ijin.
3. Semakin tinggi lantai struktur semakin kecil kekakuannya. Perhitungan kekakuan menggunakan gaya lateral statik ekuivalen memberikan hasil lebih besar dibandingkan metode pembebanan lainnya. Hasil perhitungan indeks kestabilan memberi

kesimpulan bahwa kolom pada keseluruhan lantai termasuk dalam kategori bergoyang.

4. Akibat penambahan *core wall* dan *frame wall* gaya aksial yang terjadi pada kolom mengalami penurunan, tetapi momen kolom mengalami peningkatan, Data ini dapat digunakan untuk mengevaluasi dimensi kolom setelah penambahan *core wall* dan *frame wall*.

5. Pengaruh P-delta dapat diabaikan

9. Daftar pustaka

- [1] A.A. Sila, 2014, *Peningkatan Frekuensi alami Struktur Dengan Teknik Initial Prestressing*, Tesis, Mahasiswa Program Pasca sarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [2] Badan Standarisasi Nasional, 2012, *SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk struktur Gedung dan Non Gedung*, Bandung
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 2013, *SNI 2847-2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Bandung
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta
- [5] Purnomo, Edi, 2014, *Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus Bangunan Hotel di Semarang)*, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Desember 2014, 569-576
- [6] Suhendro, Bambang, 2000, *Analisis Dinamik Struktur*, Yogyakarta
- [7] www.puskum.go.id