

RESPON STRUKTUR PORTAL BIDANG DUA TINGKAT BERPEREDAM EKSTERNAL TERHADAP BEBAN IMPACT

Rahman Satrio Prasojo¹⁾ dan Amrinsyah Nasution²⁾

¹⁾ Alumni Program Magister (S2) Rekayasa Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung

²⁾ Kelompok Keahlian Rekayasa Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung,

Email : ¹⁾rahman.prasojo@yahoo.co.id, ²⁾amrinsyah@si.itb.ac.id

ABSTRACT

Energy absorption due to the dynamic loads on the moment resisting frame structures often cause damage to elements of the structure. In this study, to minimize the damage that occurs in the moment resisting frame structures, than do the protection of structure such as the addition of additional mass as a external damper expected to give a better response to dynamic load, such as period of vibration shorter, and smaller displacement of structure. In this study conducted experimental studies and analytical portal structure without external damper and the external form of additional mass damper. In the laboratory experiment, the model given impact load. This simulation gives the output in the form of natural frequency, displacement, and the value of the damping ratio of the structure. The results of the study indicate that the external damping in the form of additional mass is not good enough to contribute to the change in natural frequency (f_n), but quite effectively provide value changes damping ratio (ξ), the period of vibration (T), and the maximum displacement (δ_{max}) of the structure.

Keyword : external damper, additional mass, damping ratio.

ABSTRAK

Penyerapan energi akibat beban dinamik pada sistem struktur rangka pemikul momen (moment resisting frame) kerap menimbulkan kerusakan pada elemen-elemen strukturnya. Dalam penelitian ini, untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada sistem struktur rangka pemikul momen, maka dilakukan perlindungan terhadap struktur berupa penambahan massa tambahan sebagai peredam eksternal (external dumper) yang diharapkan memberikan tanggap struktur terhadap beban dinamik yang lebih baik, berupa periode getar yang lebih singkat, serta perpindahan (displacement) struktur yang lebih kecil.

Dalam Penelitian ini dilakukan kajian eksperimental dan analitik struktur portal tanpa peredam eksternal dan dengan peredam eksternal berupa massa tambahan (additional mass). Pada bagian percobaan di laboratoriuin, model diberikan beban kejut (beban impact). Simulasi ini memberikan output berupa frekuensi natural struktur, perpindahan (displacement) struktur, serta nilai damping ratio pada struktur. Hasil dari penelitian mengindikasikan bahwa redaman eksternal berupa massa tambahan (additional mass) tidak memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap perubahan frekuensi natural (f_n), namun cukup efektif memberikan perubahan nilai rasio redaman (ξ), periode getar (T), serta perpindahan maksimum (δ_{maks}) struktur.

Kata Kunci : peredam eksternal, massa tambahan, rasio redaman.

PENDAHULUAN

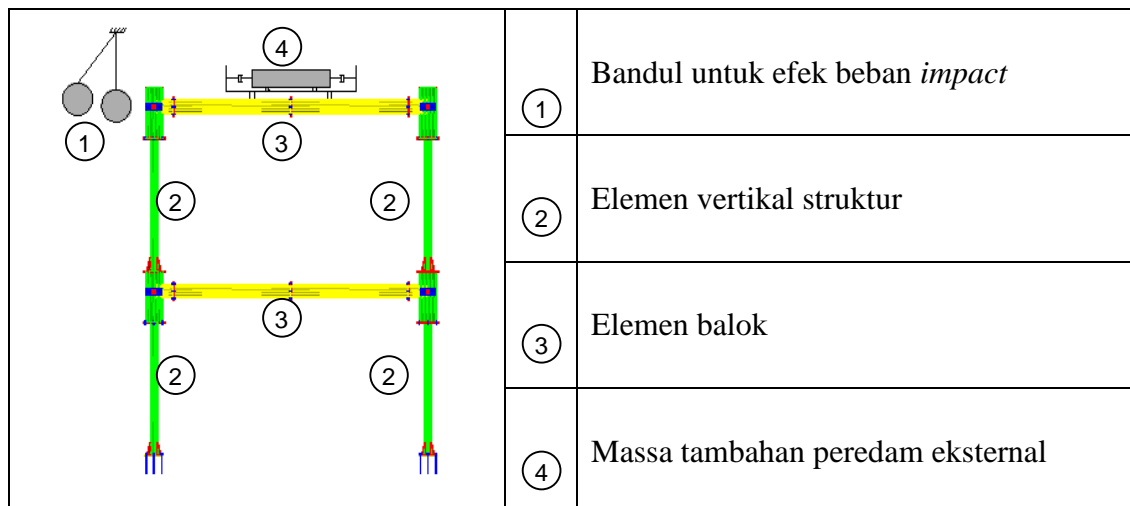
Pada konstruksi konvensional *moment-resisting frame*, energi yang ditimbulkan oleh beban dinamik diterima dan disalurkan oleh komponen struktur pemikul beban gravitasi. Penyerapan energi akibat beban dinamik ini kerap menimbulkan kerusakan pada elemen struktur pemikul momen. Untuk menjamin kelangsungan fungsi bangunan sesuai dengan rencana, perlu dilakukan perlindungan struktur bangunan terhadap beban dinamik. Konsep perlindungan struktur terhadap beban dinamik salah satunya dapat dilakukan dengan penambahan peredam getaran eksternal berupa penambahan massa tambahan pada struktur bangunan. Penambahan peredam getaran pada struktur didasarkan pada asumsi bahwa energi yang masuk ke struktur akan diserap, tidak hanya oleh struktur itu sendiri, tetapi juga oleh elemen peredam getaran berupa massa tambahan (*additional mass*). Dengan demikian dengan adanya penambahan massa tambahan sebagai peredam getaran struktur, respon struktur dapat menjadi lebih baik.

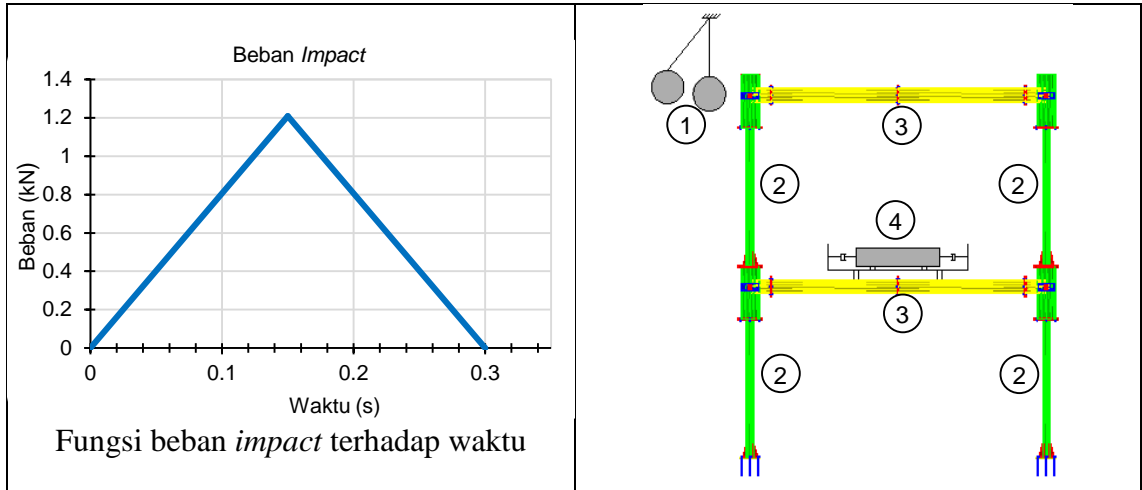
Penambahan massa tambahan (*additional mass*) pada struktur bangunan berpengaruh pada perilaku struktur dalam merespon beban dinamik yang bekerja pada struktur tersebut. Dalam makalah ini akan diuraikan hasil kajian eksperimental dan analitik tentang pengaruh penggunaan peredam eksternal berupa penambahan massa tambahan pada struktur yang dikenai beban dinamik berupa beban kejut (*impact load*) dilihat dari parameter frekuensi natural struktur, perpindahan (*displacement*) struktur yang dihasilkan, serta nilai *damping ratio* yang pada struktur dengan peredam massa tambahan, dan struktur tanpa peredam massa tambahan.

METODA PENELITIAN

Model sistem struktur portal bidang 2 (dua) tingkat dengan panjang bentang 3.5 m dan tinggi per tingkat 2.1 m. Beban dinamik yang diberikan pada struktur berupa beban *impact*.

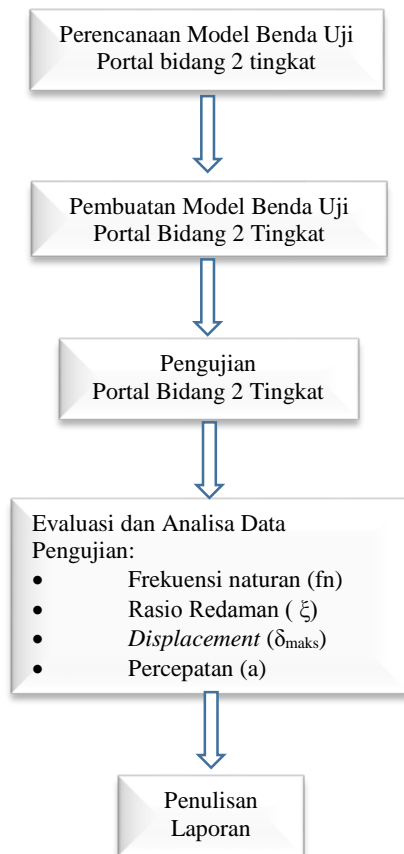
Skematik model uji eksperimen struktur dengan peredam eksternal berupa massa tambahan (*additional mass*) dengan beban *impact* adalah sebagai berikut :





Gambar.1 Skematik Model Uji Struktur Portal Bidang

Flow chart penelitian :



Gambar.2 Flow chart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN Tanggap Struktur MDOF Tereadam Dengan Beban Dinamik

Persamaan gerak dinamik Newton II : $F = ma$,

$$\{F(t)\} - [C]\{\dot{u}\} - [K]\{u\} = [M]\{\ddot{u}\} \quad [\text{Pers.1}]$$

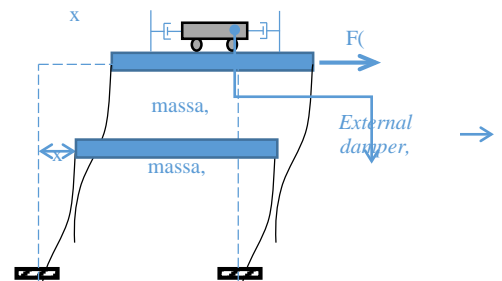
Pers.1 dirubah bentuk, sehingga :

$$\{F(t)\} = [M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\}$$

Dengan memperhitungkan percepatan tanah pondasi dan gaya redaman, maka persamaan dinamik menjadi :

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = -[M]\{\ddot{u}_{ground}\} + \{F_{ext.damper}\} \quad [\text{Pers.2}]$$

Gambar.3 adalah sistem struktur dengan derajat kebebasan lebih dari satu (MDOF) berperedam eksternal dengan beban harmonik $F(t)$



Gambar.3 Struktur MDOF Berperedam Eksternal

Tanggap Struktur MDOF Tak Tereadam Dengan Beban Dinamik

$$\{F(t)\} - [K]\{u\} = [M]\{\ddot{u}\} \quad \text{[Pers.3]}$$

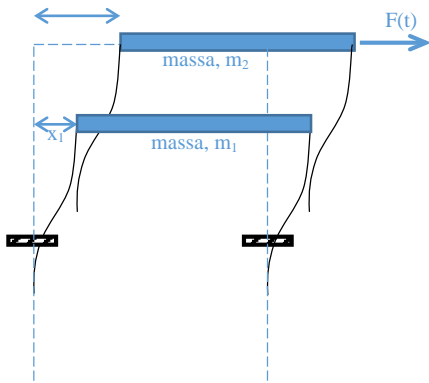
Pers.1 dirubah bentuk, sehingga :

$$\{F(t)\} = [M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\}$$

Dengan memperhitungkan percepatan tanah pondasi dan gaya redaman, maka persamaan dinamik menjadi :

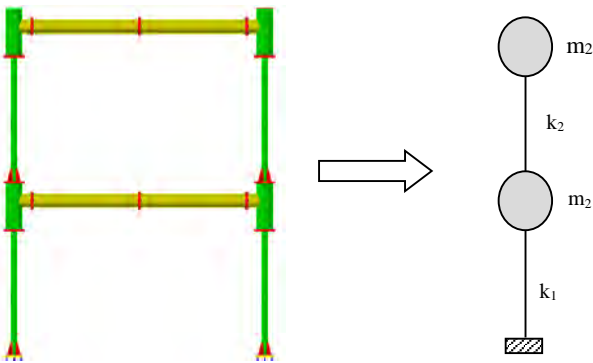
$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = -[M]\{\ddot{u}_{ground}\} \quad \text{[Pers.4]}$$

Gambar.4 adalah sistem struktur dengan derajat kebebasan lebih dari satu (MDOF) berperedam eksternal dengan beban harmonik F(t)



Gambar.4 Struktur MDOF Tak Tereadam

Analisa Modal Struktur MDOF Tanpa Peredam Massa Tambahan



Gambar.5 Model Lump Mass Pada Struktur MDOF

$$\begin{Bmatrix} m_1 \ddot{x}_1 \\ m_2 \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} (k_1 + k_2) & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \text{[Pers.5]}$$

$$x_r = a_r \sin(\omega_n t + \alpha) \quad \text{[Pers.6]}$$

$$\ddot{x}_r = -a_r^2 \omega_n^2 \sin(\omega_n t + \alpha)$$

[Pers.7]

Dengan menerapkan Pers.6 dan Pers.7 pada Pers.5, diperoleh :

$$\begin{bmatrix} (-m_1 \omega_n^2 + k_1 + k_2) & -k_2 \\ -k_2 & (-m_2 \omega_n^2 + k_2) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

[Pers.8]

Pada Pers.8, determinan koefisien a

$$\begin{vmatrix} (-m_1 \omega_n^2 + k_1 + k_2) & -k_2 \\ -k_2 & (-m_2 \omega_n^2 + k_2) \end{vmatrix} = 0$$

haruslah = 0

[Pers.9]

Pers.9 akan memberikan solusi nilai frekuensi natural dengan mensubstitusikan nilai massa dan kekakuan.

Eigen value dan eigen factor diperoleh dengan mensubstitusikan kembali nilai frekuensi natural sebagai solusi dari Pers.9 ke dalam Pers.8.

Metode Superposisi Modal

$$[M]\{\ddot{y}\} + [K]\{y\} = \{F\}$$

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k \\ -k_2 & k_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \end{Bmatrix}$$

$$m_1 \ddot{y}_1 + (k_1 + k_2) y_1 - k_2 y_2 = F_{1(t)} \quad \text{[Pers.10]}$$

$$m_2 \ddot{y}_2 - k_2 y_1 + k_2 y_2 = F_{2(t)} \quad \text{[Pers.11]}$$

$$y_{1(t)} = a_{11} \sin \omega_1 t + a_{11} \cos \omega_1 t + a_{12} \sin \omega_2 t + a_{12} \cos \omega_2 t$$

$$y_{2(t)} = a_{21} \sin \omega_1 t + a_{21} \cos \omega_1 t + a_{22} \sin \omega_2 t + a_{22} \cos \omega_2 t$$

$$y_{1(0)} = y_{01} \Rightarrow \dot{y}_{1(0)} = \dot{y}_{02}$$

$$y_{2(0)} = y_{02} \Rightarrow \dot{y}_{2(0)} = \dot{y}_{02}$$

$$t = 0, \text{ maka } y_{1(0)} = y_{01} = a_{11} + a_{12}$$

$$y_{2(0)} = y_{02} = a_{21} + a_{22}$$

Besaran pola normal dikalikan suatu faktor yang menyatakan pengaruh dari tiap pola. Untuk getaran bebas, maka faktor pengali berupa fungsi sinusoidal, sehingga menjadi :

$$y_1(t) = a_{11} \sin \omega_1 t + a_{12} \sin \omega_1 t \quad \text{[Pers.12]}$$

$$y_2(t) = a_{21} \sin \omega_2 t + a_{22} \cos \omega_2 t \quad \text{[Pers.13]}$$

Untuk getaran paksa, fungsi waktu yang ditetapkan sebagai berikut $z_i(t)$, sehingga persamaan menjadi :

$$y_1(t) = a_{11}z_1(t) + a_{12}z_2(t) \quad \text{[Pers.14]}$$

$$y_2(t) = a_{21}z_1(t) + a_{22}z_2(t) \quad \text{[Pers.15]}$$

Persamaan *couple*

$$m_1 a_{11} \ddot{z}_1 + (k_1 + k_2) a_{11} z_1 - k_4 a_{21} z_1 + m_1 a_{12} \ddot{z}_2 + (k_1 + k_2) a_{12} z_2 - k_4 a_{21} z_2 = F_1(t) \quad \text{[Pers.16]}$$

$$m_2 a_{21} \ddot{z}_1 - k_2 a_{11} z_1 + k_2 a_{21} z_1 + m_2 a_{22} \ddot{z}_2 - k_2 a_{12} z_2 + k_2 a_{22} z_2 = F_2(t) \quad \text{[Pers.17]}$$

Substitusi $k\{\phi_1\} = -\omega^2 [m]\{\phi_1\}$ diperoleh

persamaan *uncouple*.

$$(m_1 a_{11}^2 + m_2 a_{21}^2) \ddot{z}_1 + \omega^2 (m_1 a_{11}^2 + m_2 a_{21}^2) z_1 = a_{11} F_1(t) + a_{21} F_2(t) \quad \text{[Pers.18]}$$

$$(m_1 a_{12}^2 + m_2 a_{22}^2) \ddot{z}_2 + \omega^2 (m_1 a_{12}^2 + m_2 a_{22}^2) z_2 = a_{12} F_1(t) + a_{22} F_2(t) \quad \text{[Pers.19]}$$

dengan $M_1 = m_1 a_{11}^2 + m_2 a_{21}^2, K_1 = \omega^2 M_1$

$$M_2 = m_1 a_{12}^2 + m_2 a_{22}^2, K_2 = \omega^2 M_2$$

$$P_1(t) = a_{11} F_1(t) + a_{21} F_2(t)$$

$$P_2(t) = a_{12} F_1(t) + a_{22} F_2(t)$$

sehingga persamaan dapat ditulis sebagai

$$M_1 \ddot{z}_1 + k_1 z_1 = P_1(t)$$

$$M_2 \ddot{z}_2 + k_2 z_2 = P_2(t)$$

lalu disederhanakan menjadi :

$$\ddot{z}_1 + \omega_1^2 z_1 = P_1(t)$$

$$\ddot{z}_2 + \omega_2^2 z_2 = P_2(t)$$

Solusi untuk nilai perpindahan struktur diperoleh dengan metode Integrasi Duhamel

$$x(t) = \int_0^t \frac{Q(\tau) e^{-\zeta \omega_k (t-\tau)}}{M_k \omega_k \sqrt{1-\zeta^2}} * \sin \left\{ \omega_k (t-\tau) \sqrt{1-\zeta^2} \right\} d\tau$$

[Pers.20]

Metode Half Power (Bandwidth)

Gambar.6 memperlihatkan metode penentuan rasio redaman dengan metode *half power*. Dengan menggunakan f_n sebagai frekuensi natural, maka rasio redaman :

$$\zeta_n = \frac{\delta f}{2f_n}$$

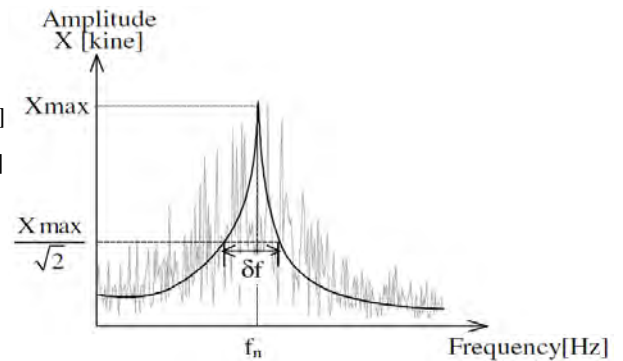
[Pers.21]

dimana,

δf = lebar spektrum pada domain frekuensi pada amplitudo,

$$A = \frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$$

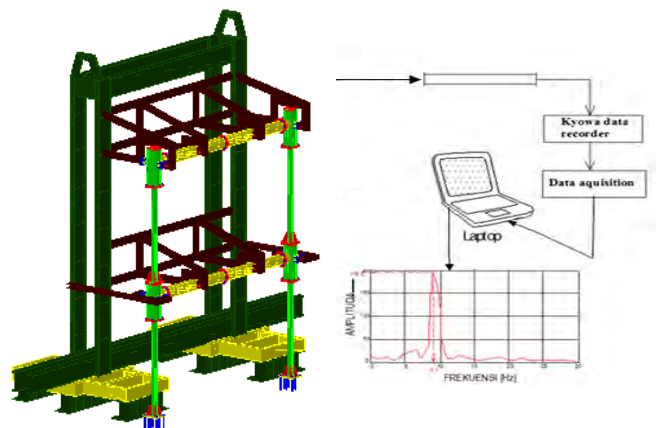
X_{\max} = amplitudo dari frekuensi natural pada spektrum amplitude



Gambar.6 Metode Half Power

Kegiatan Eksperimental

Konfigurasi sistem struktur portal bidang baja 2 (dua) tingkat seperti pada Gambar.3 mempunyai dimensi penampang balok *pipe* *16.5*0.6 dan kolom *pipe**9*0.3. Bentang 350 cm dan tinggi tiap tingkat 210 cm. Dilakukan analisis dengan memasukan nilai rasio redaman tambahan untuk membandingkan *mode-shape* dan perpindahan (*displacement*) dengan system struktur tanpa peredam eksternal.



Gambar.7 Model Struktur Uji

Eksperimental Tahap 1 : Pengujian struktur tanpa redaman Struktur dimodelkan dengan hanya mengalami perpindahan arah horisontal (searah sumbu memanjang struktur).

Sensor percepatan (*accelerometer*) dipasang pada elemen balok, kemudian struktur dikenakan beban *impact*. Sensor merekam percepatan getaran struktur dalam arah horisontal. Data percepatan yang direkam oleh sensor kemudian dianalisa dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan diperoleh frekuensi natural struktur (f), serta rasio redaman struktur (ξ).

Eksperimental Tahap 2 : Pengujian struktur dengan peredaman berupa massa tambahan (*additional mass*)

Struktur dimodelkan dengan hanya mengalami perpindahan arah horisontal (searah sumbu memanjang struktur). Sensor percepatan (*accelerometer*) dipasang pada elemen balok, massa tambahan diletakkan pada elemen balok secara bergantian pada belok tingkat 1 dan tingkat 2. Penempatan massa tambahan dikondisikan sedemikian sehingga massa tambahan hanya dapat bergerak satu arah (horisontal) berlawanan dengan arah pergerakan struktur ketika dikenai beban *impact*. Kemudian struktur dikenakan beban *impact*. Sensor merekam percepatan getaran struktur dalam arah horisontal. Data percepatan yang direkam oleh sensor kemudian dianalisa dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan diperoleh frekuensi natural struktur (f), serta rasio redaman struktur (ξ).

Hasil dan Analisa Data Eksperimental

Beban dinamik yang dikenakan pada struktur adalah beban *impact* (kejut) dari tumbukan massa bandul dengan spesifikasi bandul sebagai berikut :

- Berat bandul (W) = 40 kg
- Tinggi jatuh bandul (h) = 100 cm
- Kecepatan bandul saat menyentuh struktur (v)
 $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 4.43 \text{ m/s}$
- Interval waktu (t) bandul menyentuh struktur = 0.15 detik (dari pengukuran sensor).

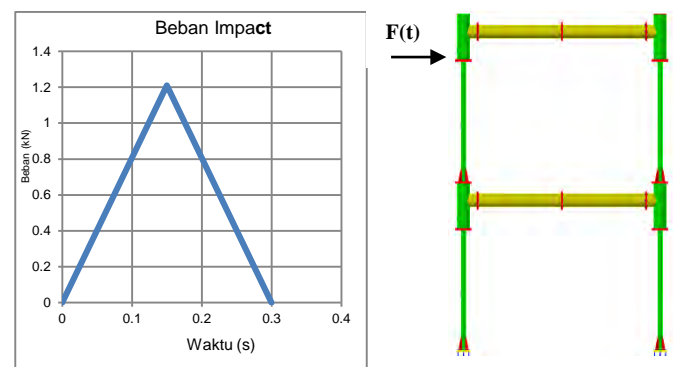
Lama bandul menyentuh struktur ditentukan dari interval waktu saat terjadi perubahan percepatan untuk siklus

pertama $\Delta t = 0.05$ detik. Besar gaya *impact* pada struktur :

$$F(t) = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 \cdot 4.43}{9.80 \cdot 0.15} = 120.54 \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 120.54 \text{ kg} = 1.21 \text{ kN}.$$

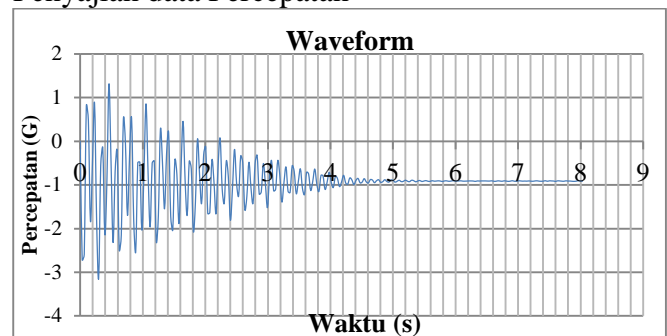
Struktur Tanpa Peredam Massa Tambahan

Pembebanan *impact* diambil simetris dengan percepatan saat bandul/hammer menyentuh struktur seperti terekam sensor seperti pada Gambar.8 berikut :



Gambar 8 Struktur Tanpa Peredam Eksternal

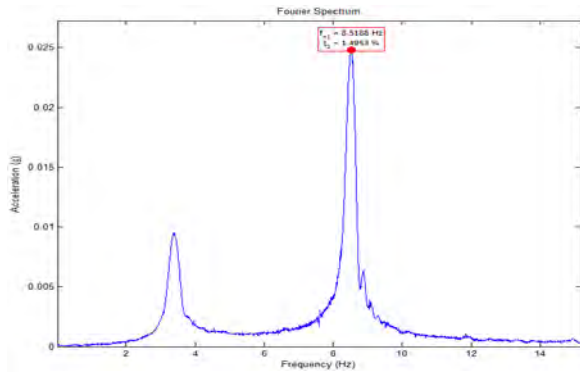
Penyajian data Percepatan



Gambar 9 Grafik Percepatan Terhadap Waktu pada Interval $0 < t < 8$ detik

Grafik percepatan menunjukkan bahwa struktur mengalami getaran selama 5 detik sampai kemudian struktur benar-benar berhenti bergetar dengan percepatan maksimum sebesar 3G

Analisa frekuensi natural (f_n) dan rasio redaman (ξ)

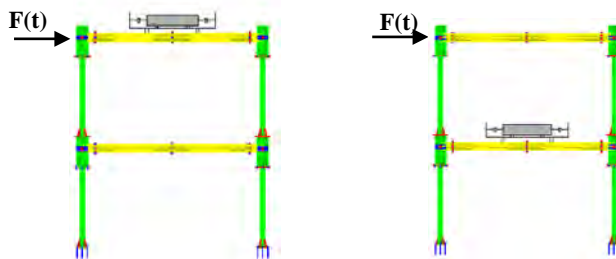


Gambar 10 Grafik Nilai frekuensi natural (f_n) dan rasio redaman (ξ)

Dari analisis FFT frekuensi natural struktur gerak arah sumbu-x adalah $f = 8.5158$ Hz, dan rasio redaman $\xi = 1.4953$ %.

Struktur Dengan Peredam Massa Tambahan

Massa tambahan (*additional mass*) yang diberikan pada struktur berupa kubus beton, dengan variasi berat 20 kg, 30 kg, 40 kg dan 50 kg, dengan penempatan massa tambahan pada balok tingkat 1 dan 2 secara bergantian. Seperti pada Gambar.11 berikut :



Gambar 11 Posisi Penempatan Peredam Massa Tambahan,
a) Posisi massa tambahan pada balok tingkat 2
b) Posisi massa tambahan pada balok tingkat 1

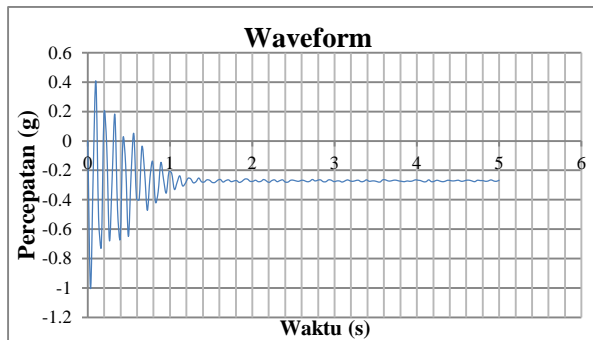
Grafik percepatan menunjukkan bahwa struktur mengalami getaran selama 1.4 detik sampai kemudian struktur benar-benar berhenti bergetar dengan percepatan maksimum sebesar 1G

Analisa frekuensi natural (f_n) dan rasio redaman (ξ)

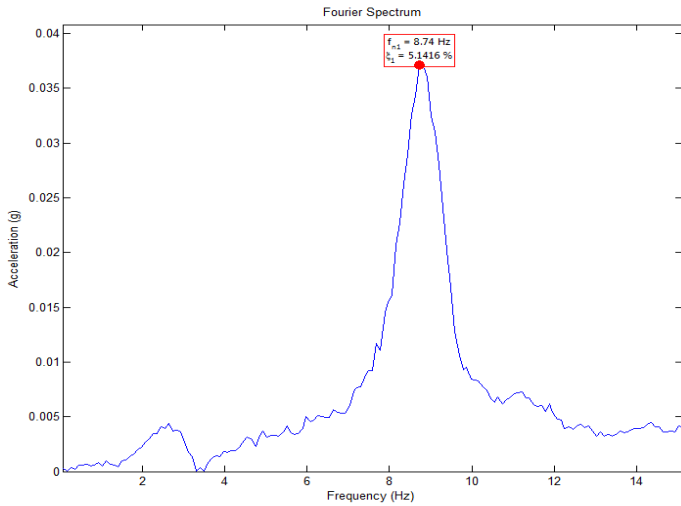
Tabel.1 Frekuensi natural (f_n), Simpangan maksimum (δ_{maks}) dan rasio redaman (ξ) struktur

Portal Uji	Analisa Modal		Hasil Eksperimen	
	Frekuensi (f) Hz	Simpangan Maks (δ_{maks}) mm	Frekuensi (f) Hz	Damping ratio (ξ) %
Tanpa Peredam	8.894	8.54157	8.5188	1.4953
Posisi Pada Balok Atas				
Peredam Atas 20kg	8.894	8.53059	8.6863	3.6851
Peredam Atas 30kg	8.894	8.52838	8.7589	4.1226
Peredam Atas 40kg	8.894	8.52326	8.8081	5.1416
Peredam Atas 50kg	8.894	8.52066	8.6448	5.6660
Posisi Pada Balok Bawah				
Peredam Tengah 20kg	8.894	8.530294	8.6884	3.7409
Peredam Tengah 30kg	8.894	8.527884	8.5532	4.2256
Peredam Tengah 40kg	8.894	8.523319	8.6108	5.1367
Peredam Tengah 50kg	8.894	8.521413	8.6351	5.5124

Penyajian data Percepatan



Gambar 12 Grafik Percepatan Terhadap Waktu pada Interval $0 < t < 6$ detik



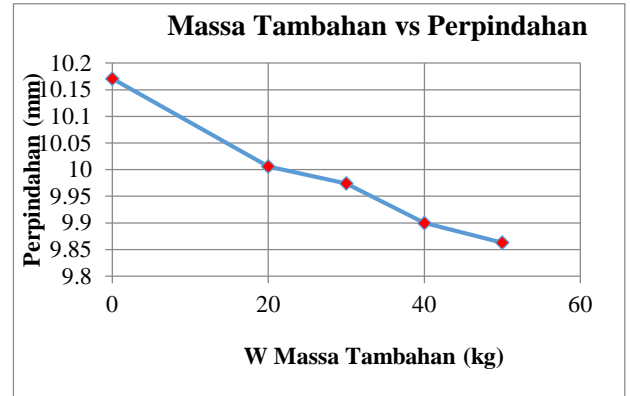
Gambar 13 Grafik Nilai frekuensi natural (f_n) dan

Dari analisis FFT frekuensi natural struktur gerak arah sumbu-x adalah $f = 8.74 \text{ Hz}$, dan rasio redaman $\xi = 5.1416\%$.

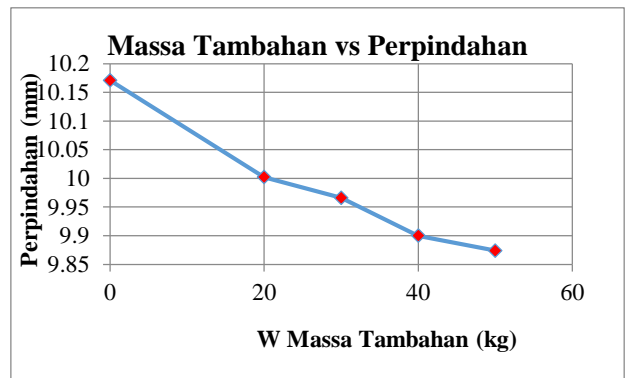
Berikut disajikan tabulasi hasil dan analisa eksperimental dengan konfigurasi massa peredam, jumlah tumbukan serta posisi penempatan peredam massa tambahan.

Tabel.2 Simpangan maksimum (δ_{maks}) dan rasio redaman (ξ) struktur

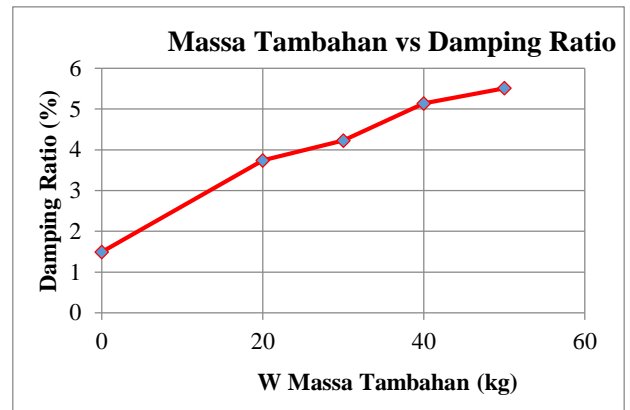
Portal Uji	1 Tumbukan		2 Tumbukan	
	Simpangan Maks mm	Damping ratio %	Simpangan Maks mm	Damping ratio %
Tanpa Peredam	10.171	1.4953	10.207	1.0292
Beban Atas Peredam Atas 20kg	10.006	3.6851	10.189	1.2559
Peredam Atas 30kg	9.974	4.1226	10.171	1.4962
Peredam Atas 40kg	9.900	5.1416	10.169	1.5222
Peredam Atas 50kg	9.863	5.6660	10.159	1.6539
Beban Tengah Peredam Tengah 20kg	10.002	3.7409	10.178	1.4132
Peredam Tengah 30kg	9.966	4.2256	10.634	1.5794
Peredam Tengah 40kg	9.900	5.1367	10.158	1.6612
Peredam Tengah 50kg	9.874	5.5124	10.148	1.7953



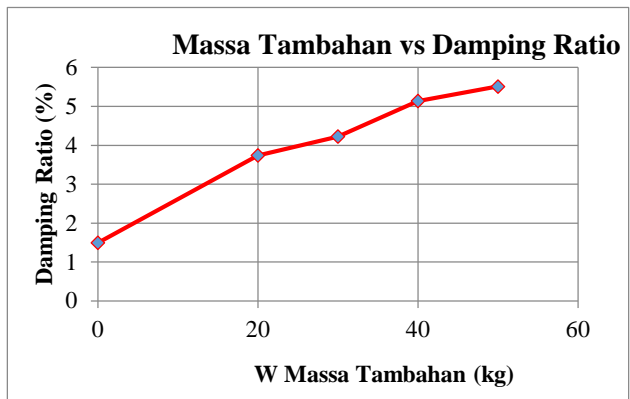
Gambar.14 Grafik massa tambahan vs perpindahan dengan penempatan massa tambahan pada tingkat 2



Gambar.15 Grafik massa tambahan vs perpindahan dengan penempatan massa tambahan pada tingkat 1



Gambar.16 Grafik massa tambahan vs rasio redaman dengan penempatan massa tambahan pada tingkat 2



Gambar.17 Grafik massa tambahan vs rasio redaman dengan penempatan massa tambahan pada tingkat 1

KESIMPULAN

Penambahan massa tambahan (*additional mass*) pada struktur yang diuji tidak memberikan perubahan yang signifikan pada frekuensi natural struktur (f_n), namun demikian cukup efektif memberikan perubahan pada nilai rasio redaman (ξ), periode getar (T), serta perpindahan maksimum (δ_{maks}) struktur.

Nilai rasio redaman (*damping ratio*) sifatnya cenderung linear dengan besaran massa tambahan yang diberikan terhadap struktur.

Simpangan maksimum (δ_{maks}) struktur dari kajian numerik berbanding terbalik dengan nilai *damping ratio* (ξ) yang diperoleh dari hasil uji coba. Dimana, semakin besar nilai *damping ratio* (ξ) struktur, maka simpangan maksimum (δ_{maks}) yang dihasilkan semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chopra, A.K. 1995. “*Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*”, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Paz, Mario., Leigh, W. 2004. “*Structural Dynamic Theory and Computation*”, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [3] Biggs, John M, “*Introduction to Structural Dynamics*”, McGraw-Hill Book Company.
- [4] Clough, Ray W, Penzien, J, “*Dinamika Struktur*”, Penerbit Erlangga.
- [5] Thomson, William T, “*Teori Getaran Dengan Penerapan*”, Penerbit Erlangga.
- [6] Nasution, A. 2010. “*Metode Elemen Hingga*”, Penerbit ITB.
- [7] Nasution, A. 2001. “*Metode Numerik Dalam Ilmu Rekayasa Sipil*”, Penerbit ITB.

