

Pengaruh Profil dan Dimensi Penampang Kolom terhadap Harga Frekuensi Pribadi dan Bentuk Modus Getar Struktur Bangunan Dua Lantai

Lovely Son^{1,*}, Mulyadi Bur¹ dan Meifal Rusli¹

¹Laboratorium Dinamika Struktur, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Korespondensi: lovelyson@ft.unand.ac.id

Abstrak. Parameter dinamik seperti frekuensi pribadi dan modus getar merupakan dua faktor utama yang sangat menentukan perancangan struktur yang mengalami pembebanan dinamik. Hal ini disebabkan karena struktur yang dieksitasi di dekat frekuensi pribadinya akan mengalami fenomena resonansi berupa getaran berlebih dengan amplitudo getaran yang sangat besar. Untuk struktur dengan redaman kecil, resonansi dapat menimbulkan kerusakan dan bahkan kegagalan pada struktur. Salah satu variabel yang berperan menentukan harga frekuensi pribadi dan bentuk modus getar struktur adalah profil dan dimensi penampang kolom pada struktur. Pada penelitian ini, dilakukan evaluasi numerik terhadap pengaruh profil dan dimensi penampang kolom terhadap harga frekuensi pribadi dan bentuk modus getar struktur bangunan dua lantai. Dalam hal ini, struktur bangunan dua lantai dimodelkan sebagai gabungan struktur rangka 3D dan struktur pelat. Sebuah program simulasi menggunakan metode elemen hingga dibuat untuk melihat pengaruh profil dan dimensi penampang kolom terhadap harga frekuensi pribadi dan modus getar struktur bangunan dua lantai. Hasil simulasi menunjukkan bahwa profil dan dimensi penampang kolom sangat menentukan harga parameter dinamik struktur bangunan dua lantai.

Kata kunci: dinamik, struktur, frekuensi, parameter, simulasi

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

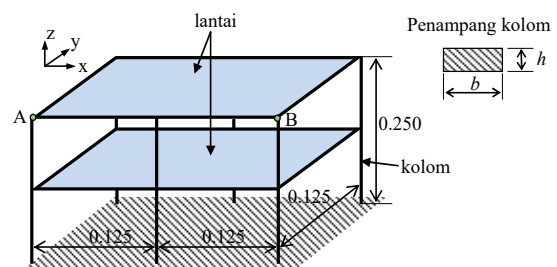
Frekuensi pribadi dan modus getar pada struktur banyak derajat kebebasan (MDOF) merupakan dua parameter dinamik yang mempunyai peranan sangat penting dalam menentukan respon struktur akibat gangguan luar [1]. Hal ini disebabkan karena struktur yang mengalami pembebanan dinamik dengan frekuensi gangguan yang berada di dekat frekuensi pribadinya akan mengalami fenomena resonansi [2]. Pada kondisi ini, struktur akan bergetar dengan amplitudo respon yang semakin lama semakin membesar.

Untuk menghindari terjadinya resonansi, frekuensi pribadi dari struktur harus berada cukup jauh dari frekuensi gangguan. Jika frekuensi gaya gangguan diketahui maka modifikasi frekuensi pribadi dan modus getar struktur dapat dilakukan untuk menghindari munculnya fenomena resonansi [3].

Salah satu cara sederhana yang dapat dilakukan untuk mengatur harga frekuensi pribadi dan bentuk modus getar dari struktur adalah dengan cara mengubah profil serta dimensi penampang kolom pada struktur. Pada penelitian ini dilakukan analisis tentang pengaruh bentuk profil dan dimensi penampang kolom pada model struktur bangunan dua lantai terhadap harga frekuensi pribadi dan bentuk modus getar dari struktur.

Metode Penelitian

Pada gambar 1 diperlihatkan model struktur dua lantai yang dianalisis. Model struktur dua lantai terdiri atas struktur kolom yang dimodelkan menggunakan pendekatan elemen rangka tiga dimensi (3D) dan struktur lantai yang dimodelkan sebagai elemen pelat [4].



Gambar 1. Model struktur

Untuk melihat pengaruh profil dan dimensi penampang kolom terhadap bentuk modus getar serta harga frekuensi pribadi dari struktur maka dimensi penampang dari kolom divariasikan seperti ditunjukkan pada tabel 1. Pada tabel 1 terlihat bahwa profil penampang kolom adalah persegi panjang dengan panjang dan lebar penampang dinyatakan oleh variabel b dan h . Dalam hal ini, penampang kolom divariasikan atas empat kondisi berdasarkan harga b dan h .

Material kolom dan lantai yang digunakan dalam simulasi berupa aluminium dan baja. Pada gambar 2 ditampilkan hasil simulasi frekuensi pribadi dan bentuk modus getar struktur untuk kondisi 1 dimana

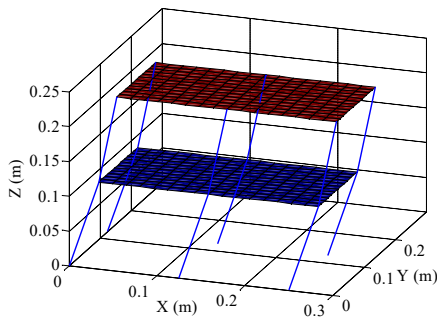
harga $b = 2 \times 10^{-3}$ m dan $h = 5 \times 10^{-3}$ m. Hasil modulus getar pada gambar 1 menunjukkan bahwa dua modulus getar pertama dari struktur berhubungan dengan modulus bending pertama pada bidang $x-z$ dan $y-z$.

Pengamatan lebih teliti pada Gambar 2(a) dan (b) menunjukkan bahwa frekuensi pribadi pada modulus bending pertama dalam bidang $y-z$ jauh lebih besar dibandingkan frekuensi pribadi pada modulus bending pertama dalam bidang $x-z$. Hasil ini menunjukkan bahwa kekakuan struktur pada bidang $y-z$ jauh lebih besar dibandingkan kekakuan struktur pada bidang $x-z$.

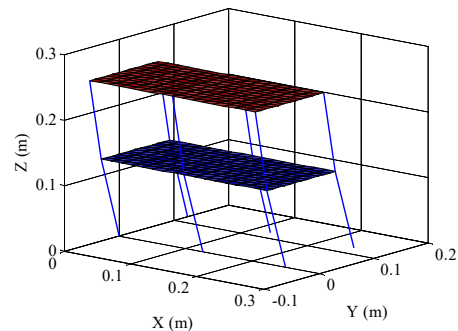
Modus getar ketiga dan keempat struktur pada kondisi 1 berhubungan dengan modulus bending kedua dalam bidang $x-z$ dan modulus puntir seperti diperlihatkan pada Gambar 2(c) dan (d).

Tabel 1. Variasi dimensi penampang kolom

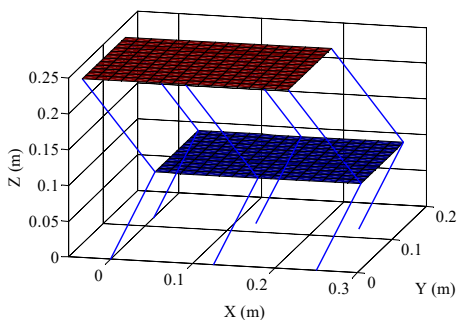
No	b (m)	h (m)
1	2×10^{-3}	5×10^{-3}
2	2×10^{-3}	3×10^{-3}
3	3×10^{-3}	2×10^{-3}
4	5×10^{-3}	2×10^{-3}



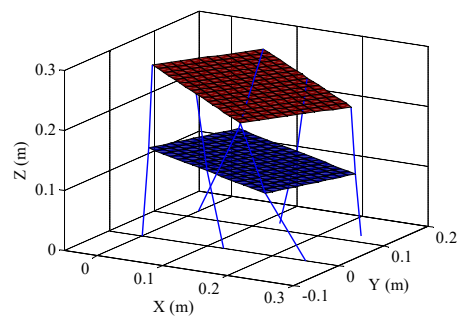
(a). $f_1 = 5.783$, modulus bending 1 bidang $x-z$



(b). $f_2 = 14.385$, modulus bending 1 bidang $y-z$



(c). $f_3 = 15.151$, modulus bending 2 bidang $x-z$



(d). $f_4 = 18.709$, modulus puntir

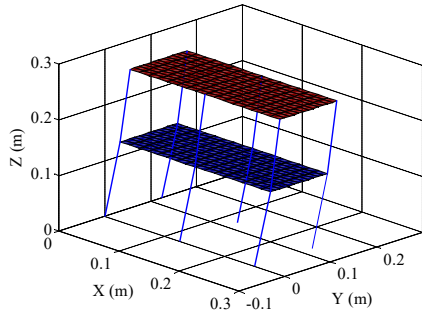
Gambar 2. Frekuensi pribadi dan modulus getar struktur untuk kondisi 1

Pada gambar 3 diperlihatkan harga frekuensi pribadi dan modulus getar struktur untuk kondisi 4 dimana harga $b = 5 \times 10^{-3}$ m dan $h = 2 \times 10^{-3}$ m. Seperti terlihat pada gambar 3, modulus getar pertama dan kedua berhubungan dengan modulus bending pertama dalam bidang $y-z$ dan modulus puntir. Modulus getar ketiga dan keempat merupakan modulus bending pertama dalam bidang $x-z$ dan modulus bending kedua dalam bidang $y-z$. Hasil yang diperoleh pada gambar 3 menunjukkan bahwa jika harga $b \gg h$ maka frekuensi pribadi struktur pada modulus puntir lebih kecil dibandingkan frekuensi pribadi pada modulus bending pertama pada bidang $x-z$.

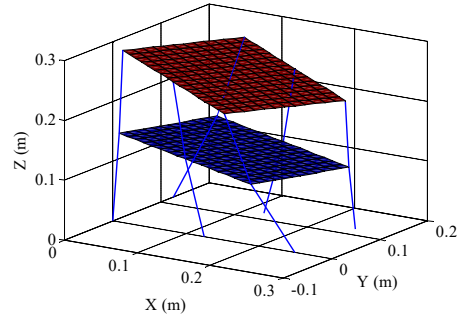
Pada tabel 2 ditampilkan harga frekuensi pribadi serta bentuk modulus getar struktur untuk empat kondisi penampang kolom. Seperti dapat dilihat

pada tabel 2, modulus bending pertama pada bidang $x-z$ dan $y-z$ adalah dua modulus terendah dari struktur kecuali untuk kondisi 4 dimana harga $b = 5 \times 10^{-3}$ m dan $h = 2 \times 10^{-3}$ m. Hasil ini menunjukkan bahwa modulus bending pertama merupakan modulus yang cukup dominan pada struktur.

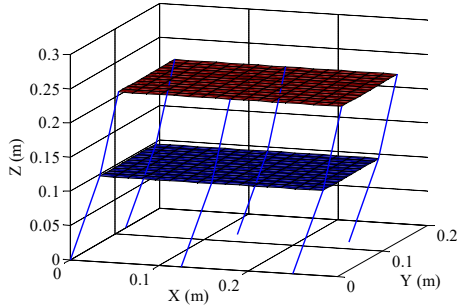
Fungsi respon frekuensi (FRF) struktur dihitung dengan mengasumsikan rasio redaman berharga 1% untuk setiap modulus getar struktur. Gambar 4 menampilkan grafik FRF struktur untuk kasus 1. Respon struktur dihitung pada titik B sedangkan eksitasi diberikan pada titik A. Gambar 4(a) merupakan FRF untuk eksitasi dan respon yang diukur dalam arah x sedangkan Gambar 4(b) adalah FRF untuk eksitasi dan respon yang diukur dalam arah y .



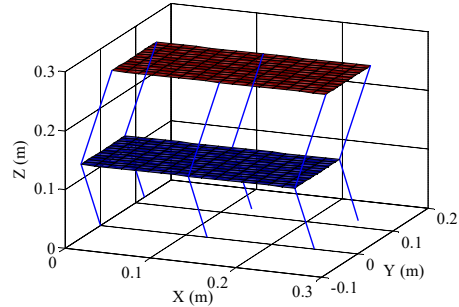
$f_1 = 5.782$, modus bending 1 bidang y-z



$f_2 = 13.314$, modus puntir



$f_3 = 14.407$, modus bending 1 bidang x-z



$f_4 = 15.148$, modus bending 2 bidang y-z

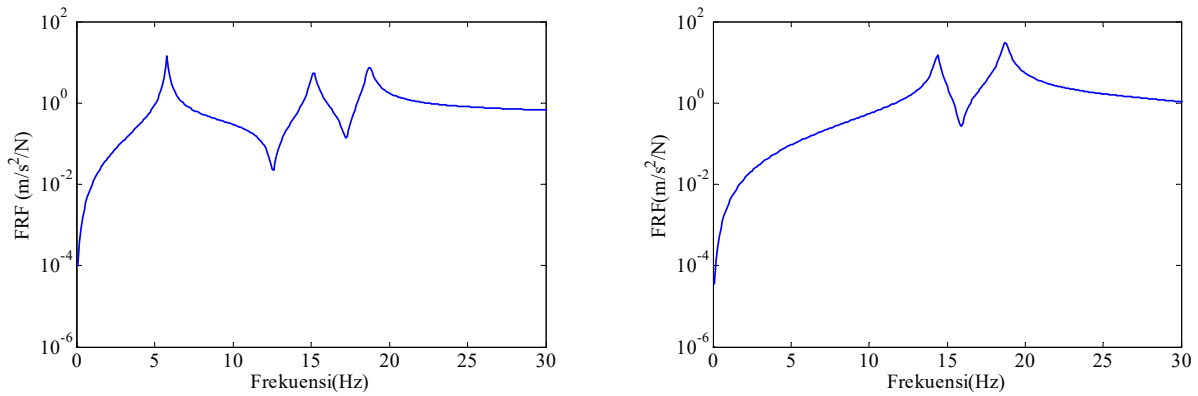
Gambar 3. Frekuensi pribadi dan modus getar struktur untuk kondisi 4

Tabel 2. Frekuensi pribadi dan modus getar untuk 4 kondisi kolom

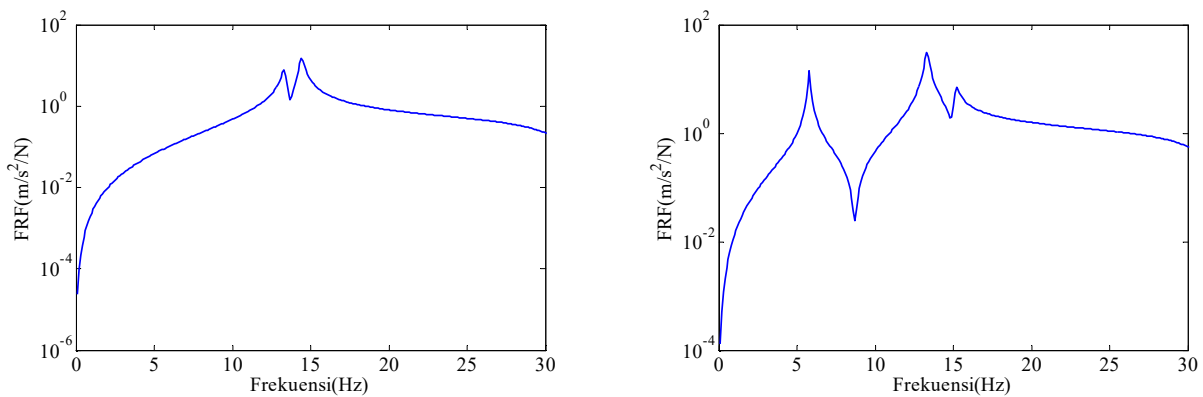
Kondisi	f_n (Hz)	Modus getar
Kondisi 1	$f_1 = 5.783$	modus bending 1 bidang x-z
	$f_2 = 14.385$	modus bending 1 bidang y-z
	$f_3 = 15.151$	modus bending 2 bidang x-z
	$f_4 = 18.709$	modus puntir
Kondisi 2	$f_1 = 4.485$	modus bending 1 bidang x-z
	$f_2 = 6.719$	modus bending 1 bidang y-z
	$f_3 = 9.172$	modus puntir
	$f_4 = 11.747$	modus bending 2 bidang x-z
Kondisi 3	$f_1 = 4.484$	modus bending 1 bidang y-z
	$f_2 = 6.723$	modus bending 1 bidang x-z
	$f_3 = 7.689$	modus puntir
	$f_4 = 11.745$	modus bending 2 bidang y-z
Kondisi 4	$f_1 = 5.782$	modus bending 1 bidang y-z
	$f_2 = 13.314$	modus puntir
	$f_3 = 14.407$	modus bending 1 bidang x-z
	$f_4 = 15.148$	modus bending 2 bidang y-z

Hasil pada gambar 4(a) menunjukkan bahwa FRF yang dihitung dalam arah x menghasilkan frekuensi pribadi pertama (5.783Hz), ketiga (15.151Hz) dan keempat (18.709 Hz). FRF yang dihitung dalam arah y seperti diperlihatkan pada gambar 4(b) menghasilkan frekuensi pribadi kedua (14.385 Hz) dan keempat (18.709 Hz).

Pada gambar 5 diperlihatkan FRF struktur untuk kondisi 4 dengan posisi titik eksitasi dan titik pengamatan respon adalah titik A dan B. Gambar 5(a) menunjukkan bahwa untuk gaya eksitasi dan pengamatan searah sumbu x dihasilkan FRF dengan puncak yang berhubungan dengan modus getar kedua (13.314 Hz) dan ketiga (14.407 Hz).



Gambar 4. FRF Struktur untuk kondisi 1 dengan eksitasi di titik A dan respon di titik B
(a).dalam arah x (b). dalam arah y



Gambar 5. FRF Struktur untuk kondisi 4 dengan eksitasi di titik A dan respon di titik B
(a).dalam arah x (b). dalam arah y

Pada gambar 5(b) terlihat bahwa puncak FRF pada frekuensi pribadi pertama (5.782 Hz), kedua (13. 314 Hz) dan keempat (15.148 Hz) muncul jika eksitasi dan pengukuran respon dilakukan dalam arah y.

Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa profil dan dimensi penampang kolom sangat menentukan harga frekuensi pribadi dan modus getar dari struktur. Untuk perbedaan harga dimensi penampang kolom *b* dan *h* yang cukup kecil, dua modus bending pertama dalam bidang *x-z* dan *x-y* merupakan modus yang dominan pada struktur. Akan tetapi, jika perbedaan harga dimensi penampang cukup besar maka dua modus paling dominan adalah modus bending pertama dan modus puntir.

Berdasarkan kondisi ini maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi harga frekuensi pribadi dan modus getar struktur dapat dilakukan dengan mengubah harga panjang dan lebar penampang dari kolom.

Referensi

- [1] L. Son, M. Bur, M. Rusli, Response Reduction of Two DOF Shear Structure Using TMD and TLCD by Considering Absorber Space Limit and Fluid Motion, *J. App. Mech. and Mat.* 836 (2016) 251-256.
- [2] W.T. Thompson, *Theory of Vibration with Applications*, fourth ed., CRC Press, United Kingdom, 1998.
- [3] M. Rusli, M. Bur, L. Son, Muchlisinalahuddin, Experimental Verification of Squeal Noise Suppression by Mass Addition in Mechanical Structure with Friction, *ARN J. of Eng. And App. Sci.* 12(3) (2017) 857-881.
- [4] J. Przemieniecki, *Theory of Matrix Structural Analysis*, second ed., Dover Civil and Mechanical Engineering, 2012.
- [5] L. Son, M. Kawachi, H. Matsuhisa, H. Utsuno, Reducing Floor Impact Vibration and Sound Using a Momentum Exchange Impact Damper, *J. of Sys. Des. and Dyn.* 1(1) (2007) 14-26.