

Kajian Permasalahan Getaran pada Pelat dan Balok Beton Bertulang di Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung

Silsila Jana Firdasa Sembiring¹⁾

Fikri Alami²⁾

Masdar Helmi³⁾

Abstract

The planning of a building has some criterias that need detailed attention which are the stiffness, strength, stability, flexibility and economical aspect. This result focus for building planner which is need the experimental method that use tools such as hammer test, Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) and accelerator. Hence, the numerical method used SAP 2000 v.14.14.0.0. This result the frequency of the building was 1,953 Hz and the acceleration was 0,263 m/s². Based on the SAP 2000 v.14.14.0.0 calculation, the building frequency was 7,078142 Hz and the acceleration was 0,001005 m/s². The different results between those two methods were caused by unsatisfying building quality that caused the difference of result between those two methods. The building frequency fitted the specification attached on ISO 2631-2: 2003 but the acceleration was bigger 0,5% than the gravitation. The adding of BJ 37 IWF 350 mm x 175 mm could enhance the vibration frequency from 7,078142-7,3351 Hz as many as 3,630% and the acceleration from 0,001005-0,0009177 m/s² as many as 8,6865%.

Key words: Beam, Plate, Vibration, Frequency, Acceleration.

Abstrak

Perencanaan suatu bangunan memiliki beberapa kriteria yang perlu diperhatikan diantaranya adalah kekakuan, kekuatan, kestabilan, kelenturan dan keekonomisan. Pada penelitian ini difokuskan untuk kenyamanan bangunan itu sendiri dan digunakan Metode eksperimental menggunakan alat berupa *hammertest*, *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* dan *accelerometer* sedangkan pada metode numerik menggunakan aplikasi SAP 2000 v.14.0.0. Pada penelitian ini didapatkan frekuensi sebesar 1,953 Hz dengan akselerasi 0,263 m/s². Pada perhitungan dengan menggunakan SAP 2000 v.14.0.0 hasil frekuensi yang didapatkan sebesar 7,078142 Hz dan akselerasi sebesar 0,001005 m/s². Frekuensi dalam perhitungan numerik masuk kedalam spesifikasi yang telah ditentukan dalam ISO 2631-2, 2003 dan akselerasi yang didapat lebih besar 0,5% dari gravitasi. BJ 37 IWF 350 mm x 175 mm meningkatkan frekuensi vibrasi dari 7,078142 Hz - 7,3351 Hz sebesar 3,630% dan akselerasi dari 0,001005 - 0,0009177 m/s² sebesar 8,6865%.

Kata kunci : Balok, Pelat, Getaran, Frekuensi, Akselerasi.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi banyak membawa manfaat dan kemudahan dalam penggunaan aplikasi terutama dalam bidang teknik sipil. Pengujian kekuatan material dalam bangunan yang telah berdiri dapat dilakukan tanpa harus merusak bangunan tersebut, atau dikenal sebagai *non-destructive test*. Kecepatan getaran gelombang yang merambat di dalam medium material mengakibatkan kerusakan kepadatan suatu material yang terdeteksi dengan baik sehingga dapat dievaluasi baik kekuatan, kerusakan dan lain-lain. Penentuan frekuensi getaran akibat aktivitas manusia dilakukan menggunakan alat *accelerometer* dan kemudian dihubungkan dengan *system data acquisition* berbasis komputer sehingga dapat mengetahui lebih jauh hasil yang didapat tidak hanya kekuatan materialnya saja dan untuk menentukan kekuatan material digunakan alat UPV dan *hammertest*.

Perilaku getaran dinamis dapat membuat ketidaknyaman penghuni yang dapat menimbulkan getaran pada bangunan tersebut. Seiring berjalannya waktu dan pergantian musim kekuatan struktur pada bangunan atau gedung akan semakin berkurang. Penelitian ini dilakukan di Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung yang sudah sekitar 2 dekade dibangun untuk diteliti kekuatan struktur bangunannya akibat aktivitas manusia yang terjadi disetiap harinya. Fokus penelitian ini untuk mempelajari perilaku pelat dan balok beton bertulang akibat aktivitas manusia seperti pergerakan orang berjalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Pada penelitian ini perlu dilakukan studi pustaka untuk mengetahui dasar-dasar teori dari perancangan elemen-elemen strukturnya. Pada bab ini juga akan dijelaskan mengenai langkah-langkah perhitungan pengaruh getaran terhadap kekuatan bangunan struktur mulai dari perhitungan frekuensi alami, kekuatan struktur dan getaran akibat aktivitas manusia.

2.2. Sistem Struktur

2.2.1. Sistem Lantai

Sistem lantai berfungsi untuk mendukung beban gravitasi baik beban mati ataupun beban hidup yang bekerja dan menyalurkannya pada sistem vertikal (portal). Sistem lantai biasanya menahan lentur namun terkadang juga menahan kombinasi antara lentur dan geser. Sistem lantai terbagi menjadi lima jenis sistem struktur sebagai berikut:

2.3. Pembebanan pada Struktur (Lantai)

2.3.1. Beban Mati

Beban mati adalah beban vertical yang bekerja ke bawah pada struktur dan mempunyai karakteristik bangunan seperti misalnya penutup lantai, alat mekanis dan partisi. Berat dari elemen ini dapat ditentukan dengan derajat ketelitian yang cukup tinggi.

2.3.2. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang bisa ada/tidak pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meskipun beban tersebut bergerak tetapi dapat dikatakan bekerja secara

perlahan-lahan pada struktur. Beban yang diakibatkan oleh hunian atau penggunaan (*occupancy loads*) adalah beban hidup.

2.4. Sistem Getaran pada Struktur

2.4.1. Getaran Akibat Aktivitas Manusia

Sistem lantai gedung bertingkat sedikit rentan terhadap resonansi yang disebabkan oleh gerakan pejalan kaki. Hal ini akan terjadi bila satu atau lebih frekuensi alaminya berada dalam rentang 1,6-2,4 Hz (harmonik pertama), 3,2-4,8 Hz (harmonik kedua) dan 4,8-7,2 Hz (harmonik ketiga) (Haritos, et al.2005).

2.4.2. Getaran Alami

Setiap elemen struktur dalam sebuah sistem memiliki frekuensi sendiri yang dikenal frekuensi alamiah, dimana frekuensi ini dipengaruhi oleh kekakuan dan massa dari elemen tersebut. Berikut adalah rumus dari penentuan frekuensi alamiah:

Frekuensi alamiah ω_n dan modal ϕ_n harus memenuhi persamaan aljabar:

$$k - \omega_n^2 m \phi_n = 0 \quad (1)$$

Dimana, m adalah massa struktur (ton), k adalah kekakuan struktur (kN/m), ω_n adalah frekuensi alamiah (rad/s), ϕ_n adalah moda (ton/m).

2.4.3. Penanggulangan Getaran pada Pelat Lantai Beton Bertulang

Penanggulangan Getaran pada Pelat Lantai Beton Bertulang diteliti oleh Cecep Bakheri Bachroni dimana getaran pada sistem pelat lantai gedung bertingkat dapat terjadi akibat eksitasi yang timbul dari kegiatan manusia yang bersifat ritmik seperti gerakan berlari, menari dan aerobik. Getaran yang berlebihan pada sistem pelat lantai gedung bertingkat, umumnya tidak terkait dengan keamanan gedung, tapi terkait dengan ketidaknyamanan penghuninya. Getaran yang berlebihan pada sistem pelat lantai dapat terjadi pada gedung bertingkat yang memiliki : (a) sistem pelat lantai yang ringan karena penggunaan bahan bangunan mutu tinggi atau bahan komposit pada elemen-elemen struktur gedung seperti balok yang memungkinkan elemen-elemen struktur tersebut dirancang lebih kecil atau lebih tipis, (b) sistem lantai berbentuk panjang dengan kekakuan yang rendah dimana frekuensi alami lantai yang dominan cenderung rendah dan mendekati frekuensi eksitasi, dan (c) sistem lantai dengan nilai damping yang rendah sebagai akibat dari penggunaan partisi dan barang-barang furnitur yang lebih sedikit. Ketiga hal tersebut menyebabkan getaran pada sistem pelat lantai menjadi berlebihan dan menyebabkan rasa tidak nyaman dan gangguan bagi penghuni gedung.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Eksperimental

Uji *Non-Destructive* dilakukan dengan menggunakan alat-alat bantu tertentu untuk mendapatkan data dari material seperti, kekuatan beton dari struktur balok, kolom dan pelat, mengetahui kedalaman retak dan mengetahui data getaran. Pengujian ini dilakukan

dengan menggunakan alat bantu seperti *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*, *accelerometer* dan *hammer test*.

3.2. Metode Numerik

Kegiatan ini dilaksanakan dengan bantuan *software Structural Analysis Program (SAP) 2000* versi .14. 0.0. Dengan bantuan *software* kegiatan analisis menjadi lebih cepat dan lebih akurat dibandingkan dengan perhitungan manual yang terbatas.

3.3. Lokasi

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini khususnya pada lantai 2 di Gedung E Fakultas Teknik Sipil Universitas Lampung yakni ruangan E.21.

3.4. Alat

Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan untuk pengukuran *frekuensi* natural dan jumping vibration berupa *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* dan *Hammer Test*.

3.5. Populasi dan Sampel

Pada kajian ini pemilihan populasi dan sampel yang digunakan adalah seorang mahasiswa Teknik Sipil di Universitas Lampung dengan bobot sebesar 60 kg.

3.6. Pengumpulan Data

3.6.1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif berkaitan dengan angka-angka yang diperoleh dari hasil pengukuran getaran dinamis.

3.6.2. Sumber Data

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung diambil melalui sampel penelitian dengan teknik pengukuran dan pengamatan. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran kuat tekan kolom, balok dan pelat, serta pengamatan yang dilakukan adalah getaran akibat beban orang berjalan di atas balok anak.

3.6.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer pada penelitian ini dilakukan dengan kegiatan investigasi lapangan/survey lapangan bertujuan untuk memperoleh properties material yang diuji, dan mengetahui secara visual kerusakan- kerusakan yang terjadi dilapangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Eksperimental

Pada metode ini dilakukan perhitungan dari hasil penelitian yang didapatkan dilapangan. Pengambilan sampel ini dilakukan di Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung pada ruangan E.21. Ruangan ini berupa aula perkumpulan dan juga ruang belajar. Penelitian dilapangan dilakukan menggunakan alat *hammer test*, *Ultrasonic Pulse*

Velocity (UPV) dan *Acceleration*. Data- data yang didapat tersebut dianalisis lalu dihitung sesuai dengan rumus yang telah diterapkan.

4.1.1. Data Penelitian *Hammer Test*

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan *Hammer Test*

No	k- 1c		k-2b		k-1d		k-1a	
	Pengujian <i>Hammertest</i>							
1	43	44	52	62	50	58	44	44
2	44	46	52	62	45	48	50	58
3	45	48	44	46	48	54	50	58
4	46	50	49	56	50	58	50	58
5	41	41	43	44	50	58	44	44
6	41	41	45	48	50	58	50	58
7	45	48	44	46	52	62	45	48
8	44	46	48	54	50	58	49	56
9	41	41	46	50	44	46	45	48
10	46	50	48	54	54	66	48	54
11	43	44	47	52	51	60	48	54
12	46	50	48	54	50	58	47	52
13	45	48	48	54	44	44	46	50
14	46	50	44	46	49	56	46	50
15	46	50	48	54	46	50	46	50
16	44	46	50	58	45	48	46	50
Jumlah	743		840		882		832	
Standar Deviasi	3,38		5,53		6,19		4,78	
Kuat Tekan Kubus	40,8		43,4		44,9		44,1	
Kuat Tekan Silinder	33,9		36		37,3		36,6	
Rata- rata	35,9							

Dari hasil perhitungan didapatkan kuat tekan silinder rata rata pada kolom sebesar 35,9834 MPa, pada balok induk sebesar 20,2533 Mpa dan pada pelat sebesar 19,7858 Mpa.

4.1.2. Data Penelitian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

Tabel 2. Data Penelitian UPV pada Kolom dengan Metode *Direct*.

Posisi	T1-R1	T2-R2	T3-R3	T4-R4	T5-R5	T6-R6
Jarak (cm)	40	40	40	40	40	40

jarak (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Waktu (μ s)	117	111,3	112,2	120,3	119,9	111,7
Waktu (s)	0,000117	0,000111	0,000112	0,000120	0,00012	0,000111
Kecepatan	3418,803	3593,890	3565,062	3325,02	3336,113	3581,020
Kecepatan rata-rata (m/s)	3469,9852					

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton pada Balok A Uji II UPV Metode *Indirect* II.

Kecepatan (m/s)	Kuat Tekan Beton (MPa)
1142,3373	12,6723
1209,7635	12,9916
1210,7993	12,9965
1191,4183	12,9039
1211,8368	13,0015
rata- rata	12,9132

Dari tabel perhitungan di atas didapat hasil kuat tekan beton pada kolom di Gedung E Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas lampung sebesar 29,9404 MPa, pada balok metode Indirect I sebesar 20,1837 Mpa dan pada balok metode Indirect II sebesar 24,7736 Mpa.

4.1.3. Data Penelitian *Accelerometer*

Berdasarkan data hasil penelitian melalui alat *acceleration* pada Gedung E Fakultas Teknik Universitas Lampung di ruang E 2.1 diperoleh natural frekuensi dan *walking vibration*. Berikut adalah datanya:

- Natural Frekuensi 1 (*acceleration*= 0,128 m/s²)
- Natural Frekuensi 2 (*acceleration* = 3,96m/s²)
- Natural Frekuensi 3 (*acceleration* = -1,681 m/s²)
- Walking* pertama (*acceleration* =0,2093m/s²)
- Walking* kedua (*acceleration* = 0,290m/s)
- Walking* ketiga (*acceleration* = 0,290 m/s²)

4.2. Metode Numerik

4.2.1. Permodelan Menggunakan SAP 2000 v14.0.0

Dalam perhitungannya data yang akan digunakan untuk permodelan struktur dengan tebal pelat 120 mm, tinggi 4 m, panjang (x) 720 mm dan lebar (y) 580 mm adalah data yang di dapatkan dari hasil eksperimen dengan kuat tekan (*f_c'*) balok dan pelat sebesar 21,2491 Mpa dan kuat tekan (*f_c'*) pada kolom sebesar 32,9619 Mpa.

4.2.2. Balok dan Pelat

Pada bangunan struktur ini terdiri dari dua jenis balok yaitu balok induk dan juga balok anak yang merupakan penyangga beban struktural bangunan yang secara fisik terdistribusi pada arah horisontal dan juga digunakan sebagai pengikat/pengaku struktur karena letaknya pada ujung-ujung yang terhubung dengan kolom bangunan. Balok induk ini berukuran 300 mm x 500 mm dan memiliki fungsi sebagai penyangga struktur utama pada bangunan yang secara fisik mengikat kolom-kolom utama bangunan secara rigid. Seluruh gaya-gaya yang bekerja pada balok induk akhirnya didistribusikan ke pondasi

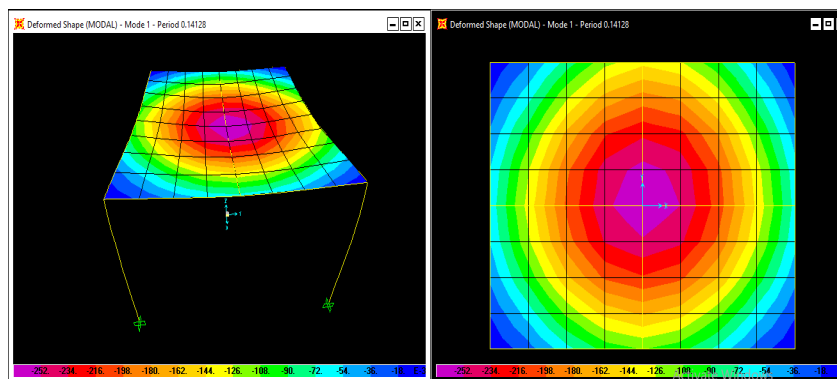
melalui kolom bangunan. Balok anak sendiri berukuran 200 mm x 500 mm yang berfungsi sebagai pembagi/ pendistribusi beban dan dengan tebal pelat 120 mm.

4.2.3. Kolom

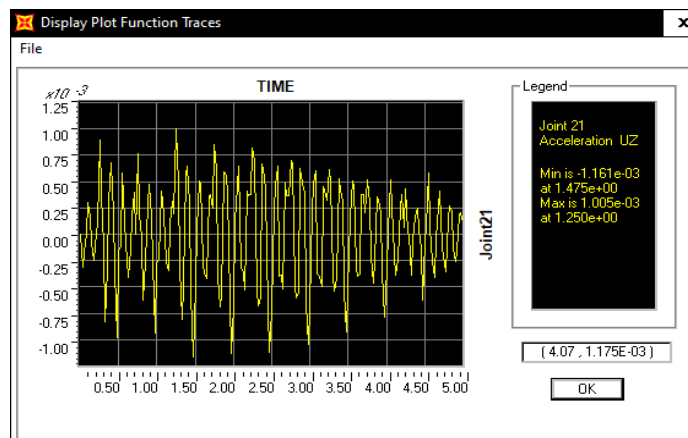
Kolom pada struktur gedung ini dimodelkan menjadi dua macam yaitu kolom internal dengan ukuran 400 mm x 400 mm dan kolom eksternal 400 mm x 600 mm. Fungsi dari kolom ini adalah sebagai pendistribusian beban yang diberikan dari plat, balok dan juga beban orang berjalan menuju pondasi bangunan.

4.2.4. Beban Berjalan pada Pelat Lantai

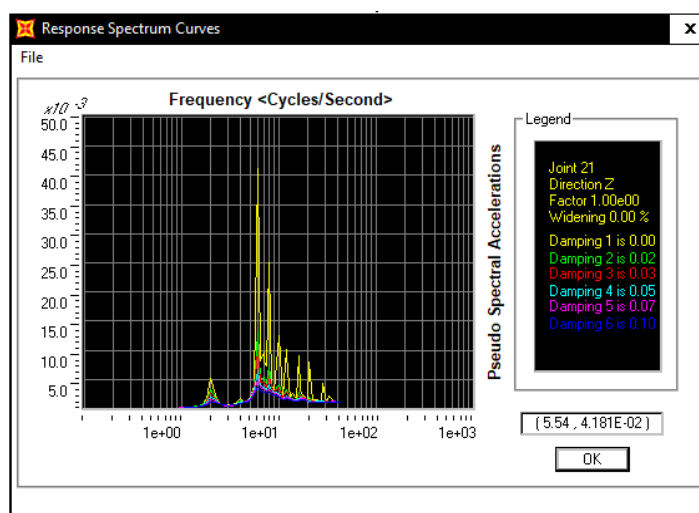
Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan satu sampel orang yang berbobot sebesar 60 kg dan berjalan searah sumbu x sebanyak 10 *step* dengan jarak setiap langkah berkisar 75 cm dalam waktu 60 detik.



Gambar 1. Deformasi *Mode Shape*.



Gambar 2. *Acceleration Mode Shape* Satupada Join 21.



Gambar 3. Response Spectrum Curves pada Join 21

Diperoleh frekuensi natural sebesar $1/0,14128$ setara dengan $7,078142$ Hz dan akselerasi tidak boleh lebih dari $0,5\%$ gravitasi ($0,001005/9,81 \times 100 = 0,01025\%$ g). Pada grafik *response spectrum* didapatkan frekuensi akibat orang berjalan (*walking*) sebesar $5,54$ Hz dengan akselerasi sebesar $0,04181 \text{ m/s}^2$ atau setara dengan ($0,04181/9,81 \times 100 = 0,426\%$ g). Kondisi ini menyatakan kenyamanan yang diperoleh sudah cukup baik tetapi lambat laun akan terjadi penurunan mutu bangunan pada struktur tersebut sehingga untuk kenyamanan gedung akan terganggu, oleh karena itu untuk meningkatkan frekuensi vibrasi dilakukan penambahan kekakuan dengan baja pada balok anak bangunan tersebut.

4.2.5. Penambahan Kekakuan dengan Baja (I-Wide Flange) IWF 350 mm x 175 mm.

Peningkatan nilai frekuensi getaran dilakukan dengan penambahan kekakuan dengan menggunakan dua buah baja IWF 350 mm x 175 mm searah sumbu x. Untuk dimensi IWF 350 mm x 175 mm dilampirkan dalam bentuk tabel. Setelah dilakukan perkuatan didapat periode alami sebesar $0,13633 \text{ s}$ ($1/0,13633 \text{ s} = 7,3351 \text{ Hz}$) dan akselerasi sebesar $0,0009177 \text{ m/s}^2$ ($0,0009177/9,81 \times 100 = 0,00935474\%$ g). Penambahan IWF ini juga menaikan nilai frekuensi akibat orang berjalan (*walking*) yaitu sebesar $6,24 \text{ Hz}$ dan akselerasi sebesar $0,0325 \text{ m/s}^2$ atau setara dengan $0,331\%$ g.

4.2.6. Hasil Perhitungan

Tabel 4. Data dari Hasil Eksperimental Menggunakan Alat *Accelerometer*.

No	Data Hasil Eksperimental	Frekuensi (Hz)	Acceleration (m/s)
1.	<i>Walking I</i>	2,42	0,209
2.	<i>Walking II</i>	1,72	0,290
3.	<i>Walking III</i>	1,72	0,290
	<i>Rata- rata</i>	1,95	2,003
1.	<i>Natural frequency percobaan I</i>	1,48	0,128
2.	<i>Natural frequency percobaan II</i>	1,64	3,960
3.	<i>Natural frequency percobaan III</i>	0,31	-1,681
	<i>Rata- rata</i>	1,143	0,802

Tabel 5. Data dari Hasil Perhitungan dengan Menggunakan SAP 2000 v. 14.0.0.

No	Data yang Dihasilkan	Frekuensi (HZ)		Acceleration (m/s)	
		Beban Mati + Hidup	Walking	Beban Mati + Hidup	Walking
1.	Tanpa perkuatan	7,0781	5,54	0,001005	0,042
2.	Dengan perkuatan baja	7,3351	6,64	0,000917	0,0325
3.	Persentase	3,6 %	16,6 %	8,7 %	22,61 %

Hasil yang diperoleh pada permodelan yang dibuat menggunakan SAP 2000 v14.0.0 terdapat dua macam yaitu tanpa perkuatan dan perkuatan dengan menggunakan baja IWF 350 mm x 175 mm. Diperoleh frekuensialami sebesar 7,0781 Hz dan frekuensi *walking* 5,54 Hz pada model tanpa perkuatan dimana kondisi sudah masuk dalam batasan kenyamanan pada gedung yaitu berkisar antara 4Hz - 8 Hz dan *acceleration* yang diperoleh kurang dari 0,5 % gravitasi yaitu sebesar 0,001005 m/s² dan 0,042 m/s², sehingga dapat digolongkan gedung ini masih dalam kondisi nyaman, sedangkan pada pengujian eksperimental yang dilakukan tiga kali diperoleh hasil frekuensi alami rata-rata sebesar 1,14 Hz dengan akselerasi sebesar 0,802m/s² dan frekuensi *walking* sebesar 1,9533 Hz dengan akselerasi sebesar 2,003 m/s².

Perkuatan dilakukan dengan menggunakanbaja IWF 350 mm x 175 mm yang direkatkan pada balok struktur tersebut dan didapatlah hasil frkuensi vibrasi pada struktur dengan menggunakan permodelan SAP 2000 v14.0.0 sebesar 7,3351 Hz, frekuensi tersebut mengalami kenaikan dari 7,0781 Hz menjadi 7,3351 Hz dan jika dipersentasikan sebesar 3,630%, sedangkan akselerasi yang didapat sebesar 0,000917m/s² dimana nilai tersebut mengalami penurunan dari 0,001005 m/s² menjadi 0,000917 m/s² dan jika dipersentasikan sebesar 8,6865% sehingga bangunan tersebut dapat dikatakan kaku.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian kuat tekan (f_c') beton pada balok, kolom dan plat menggunakan hammer test dan *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* didapatkan hasil yang mendekati karakteristik beton mutu sedangyakni dika dikonverensikan ke mutu beton K berkisar antar K-350 dan K-400. *Acceleration* arah sumbu z (vertikal) yang didapat kan dilapangan sebesar 20,41 % g masih belum memenuhi syarat kenyamanan pada struktur bangunan yaitu tidak boleh lebih dari 0,5% gravitasi. Frekuensi getaran dengan pengujian orang berjalan yang didapat di lapangan kurang lebih 1,95 Hz dan frekuensi natural yang didapatkan yaitu 1,14 Hz. Hasil ini menunjukan tingkat kenyamanan pada gedung kurang dari standar yang telah ditentukan dalam ISO 2631-2, 2003 yaitu berkisar antara 4 Hz- 8 Hz untuk gedung perkuliahan dan perkantoran. Pada tahap analisis permodelan struktur menggunakan SAP 2000 v14.0.0 didapatkan frekuensi getaran pelat akibat orang berjalan pada pelat lantai sebelum perkuatan sebesar 7,08 Hz dan *acceleration* sebesar 0,001005

m/s² atau 0,01024 % g. Pemasangan perkuatan menggunakan BJ 37 IWF 350 mm x 175 mm pada balok sebanyak dua buah yang dipasang searah sumbu x didapatkan frekuensi getaran orang berjalan sebesar 7,3351 Hz dan *acceleration* sebesar 0,0009177 m/s² atau 0,00935% g. *Acceleration* tersebut menunjukkan dibawah 0,5 % gravitasi sehingga struktur tersebut dapat digolongkan kaku. Pada permodelan dengan menggunakan SAP 2000 v14.0.0 peningkatan kekakuan frekuensi vibrasi akibat pemasangan BJ 37 IWF 350 mm x 175 mm sebesar 3,630% dan *acceleration* sebesar 8,6865%.

5.2. Saran

Dalam pengujian *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* dan *acceleration* dilakukan dengan lebih teliti lagi agar data yang di dapat lebih akurat. Dibutuhkan penambahan perkuatan dengan cara lain yang dapat mempertinggi frekuensi getaran pada pelat dan penurunan *acceleration* menjadi lebih besar 20 % dari semula. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode lain seperti *wavelet* atau DFT (Discrete Fourier Transform) untuk menganalisis getaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia pada plat lantai. Perlunya diadakan penelitian kembali mengenai getaran akibat orang berjalan yang berpengaruh pada kolom struktur bangunan tersebut, karena dalam penelitian ini hanya difokuskan pada balok beton bertulang saja.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Bakheri Bachroni, Cecep. 2014. Penanggulangan Getaran Pada Pelat Lantai Beton Bertulang. Bandung.
- Haritos N., Gad E., Wilson J. 2005. *Evaluating the Dynamic Characteristics of Floor Systems using Dynamic Testing*. Proceedings of ACAM2005, Melbourne, Australia, pp 225-230.
- Ridho, Faisal dan Heri. 2015. Perbandingan Mutu Beton Hasil Upvt Metode Indirect Terhadap Mutu Beton Hasil Hammer Test Dan Core Drill. Jurnal Konstruksia. Vol.6. No.2.
- Universitas Lampung. 2019. Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Unila Offset : Bandar Lampung.