

## **INVESTIGASI DAN EVALUASI GETARAN PADA PELAT BETON BERTULANG**

Fikri Alami<sup>1,4\*</sup>, Masdar Helmi<sup>2</sup>, Vera Agustriana N<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung

<sup>4</sup> Mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Lampung

\*E-mail korespondensi: [fikri.alami@eng.unila.ac.id](mailto:fikri.alami@eng.unila.ac.id)

**Abstrak.** Getaran pada gedung bertingkat dapat terjadi akibat beban dinamik, berupa beban harmonik, periodic, transient, atau impulsif. Makalah berisi hasil evaluasi lapangan pada panel pelat beton bertulang di gedung perkuliahan dua lantai. Pelat merupakan pelat beton bertulang yang di tumpu pada bagian tengahnya oleh dua balok anak yang membagi pelat menjadi dua bagian. Investigasi mencakup getaran alami struktur pelat, getaran akibat orang berjalan dan getaran akibat orang melompat. Data diperoleh secara eksperimen dengan meletakkan satu buah accelerometer pada bagian tengah pelat yang dihubungkan secara *bluetooth* ke sebuah alat *recorder* (standalone interface) dengan resolusi tinggi dan *touch screen system* sehingga mudah untuk dioperasikan, dianalisis dan didistribusikan.

**Kata kunci:** getaran, frekuensi alami, accelerometer, pelat beton

### **I. PENDAHULUAN**

Desain ultimate pada struktur pelat beton bertulang memungkinkan pelat didesain lebih tipis/ ramping. Namun dengan pelat tipis permasalahan timbul seperti getaran akibat aktivitas manusia. Permasalahan semakin nyata ketika ada aktivitas diatas pelat yang menimbulkan beban dinamik pada pelat tersebut, sehingga pelat bergetar dan dirasakan oleh pemakai/penghuni yang menimbulkan ketidaknyamanan. 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. Investigasi dan evaluasi secara eksperimental pada pelat beton bertulang dari suatu gedung kuliah dua lantai dilakukan untuk melihat secara nyata permasalahan yang timbul pada lantai gedung tersebut yang banyak digunakan untuk aktivitas perkuliahan sehari-hari.

### **II. FREKUENSI ALAMI DAN WALKING VIBRATION**

Getaran adalah gerakan bolak balik (reciprocating), memantul ke atas dan kebawah atau ke belakang dan kedepan. Gerakan tersebut terjadi secara teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukannya. Ketika benda bergetar maka memiliki periode dan

frekuensi. Sedangkan, frekuensi sendiri memiliki arti yakni besaran ukuran jumlah putaran ulang suatu peristiwa dalam waktu tertentu. Dalam getaran, frekuensi adalah jumlah getaran yang melewati titik tertentu dalam satu detik. Satuan frekuensi adalah Hertz (Hz) atau putaran perdetik. Getaran menjadi masalah yang serius karena pemakaian bahan berkekuatan tinggi, system lantai yang ringan, dan arena bukaan girder yang besar [3].

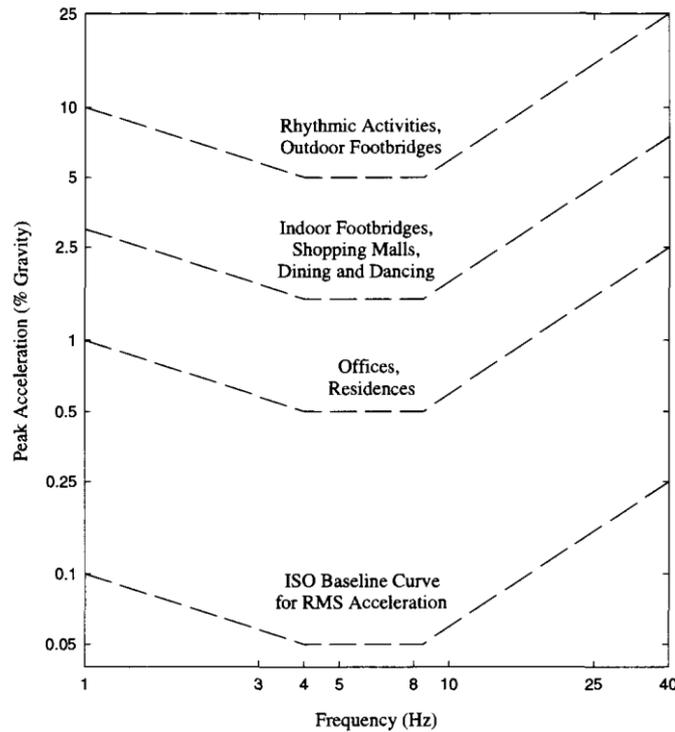
Struktur mempunyai getaran walau dalam kondisi nampaknya diam. Jika sebuah struktur bergetar pada suatu frekuensi yang sesuai dengan frekuensi alami, maka struktur tersebut akan memberikan respon berupa amplitudo yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu, membutuhkan energi yang sangat sedikit, sampai pada suatu waktu struktur itu menjadi kelebihan tegangan dan runtuh

Untuk menganalisis integritas struktur secara keseluruhan, frekuensi alami harus dihitung agar dapat dibandingkan dengan beban tergantung waktu yang bekerja pada struktur dimana frekuensinya berbeda dengan frekuensi alaminya. Sehingga struktur tersebut tidak akan mengalami lendutan yang berlebihan atau tegangan yang terlalu besar, dan dapat menghindari terjadinya resonansi dimana frekuensi yang disebabkan oleh beban tergantung waktu sama dengan frekuensi alami. Semua struktur memiliki besaran jumlah frekuensi alami. Frekuensi alami balok dapat diperkirakan menggunakan rumus:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad [1]$$

dimana  $f$  adalah frekuensi alami (Hz),  $k$  adalah kekakuan (N/m), dan  $m$  adalah massa (kg).

Frekuensi dan amplitudo yang diakibatkan oleh kegiatan manusia seperti berjalan, menari dan melompat menimbulkan gaya-gaya pada lantai. Gaya-gaya ini yang akan menimbulkan getaran pada sistem lantai karena antara struktur gedung dengan gaya gerakan manusia tidak dapat diisolasi [4]. Getaran yang ditimbulkan pejalan kaki dapat menginduksi beban berirama dinamis impulsif pada arah vertikal dan horisontal yang didominasi oleh tingkat mondar-mandir. Tingkat mondar-mandir untuk berjalan adalah antara 1,6 dan 2,4 langkah per detik, yaitu 1,6-2,4 Hz (berjalan lambat sampai dengan cepat) sementara untuk kecepatan langkah jogging adalah sekitar 3 Hz [1]. Gambar 1 dibawah ini merupakan kriteria desain dari getaran yang disebabkan orang berjalan.



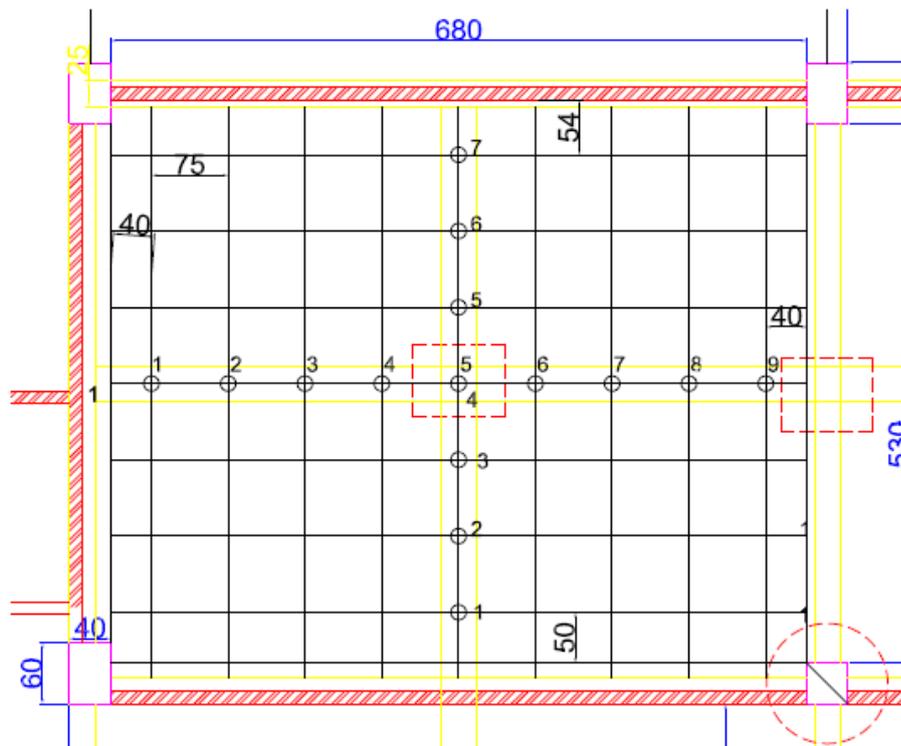
**Gambar 1.** Rekomendasi untuk akselerasi puncak dari kenyamanan manusia untuk getaran akibat aktivitas manusia [4]

### III. INVESTIGASI DAN EVALUASI

Uji natural frequency pada pelat di lakukan pada pelat panel dibawah ini dengan ukuran pelat 6,8 m x 5,3 m. Pelat di support oleh ke-4 balok induk (BI) pada ke empat sisinya. Pada bagian tengah pelat juga di support oleh balok anak (BA) yang dipasang saling tegak lurus membagi pelat panel tampak pada gambar dibawah ini.

Untuk pengujian frekuensi alami, accelerometer diletakkan di tengah bentang pelat, tepatnya pada titik 5 dengan arah sumbu-x searah panjang pelat 6,8 m dan arah y searah dengan arah panjang pelat 5,3 m dan arah z kearah bawah pelat/arah vertical.

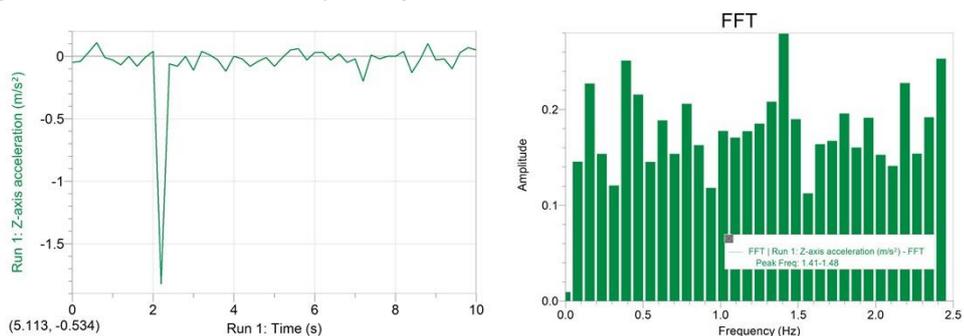
Untuk pengujian ini tidak ada beban luar berada diatas pelat.



Gambar 2. Daerah Pembebanan pada pelat beton LT 2 Gedung E Fakultas Teknik UNILA

### 3.1 Frekuensi Alami Pelat

Gambar 3 menunjukkan frekuensi alami pelat tanpa pembebanan atau hanya menahan berat sendirinya. Panel pelat tersebut bergetar pada frekuensi antara 1,41 – 1,48 Hz. Frekuensi ini masih dibawah yang diisyaratkan untuk desain pelat yaitu sebesar 8 Hz.

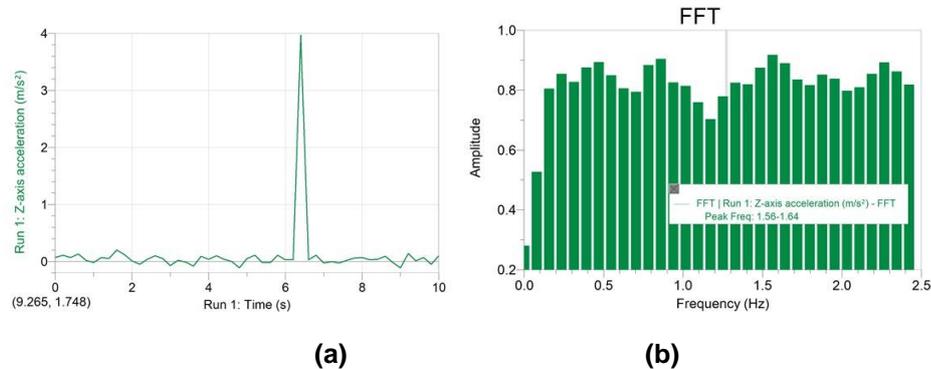


(a)

(b)

Gambar 3. (a) Frekuensi-Acceleration arah Z untuk pengujian frekuensi alami pelat  
(b) Fast Fourier Transverse (FFT) untuk Frekuensi-Acceleration arah Z untuk pengujian frekuensi alami pelat dengan peak 1,41 – 1,48 Hz

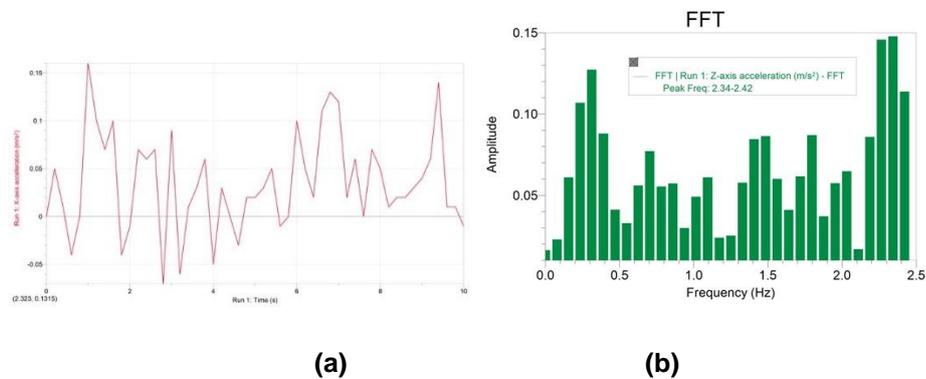
Sedangkan Gambar 4 adalah pengujian kedua yang dilakukan pada pelat yang sama. Range frekuensi yang mendekati sama yaitu sebesar 1,56 Hz – 1,64 Hz.



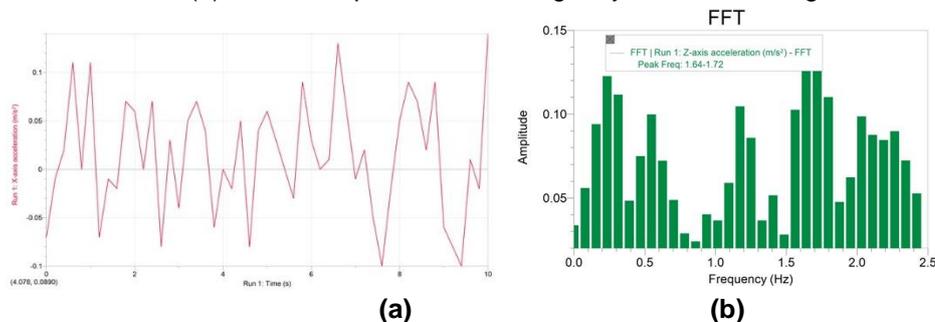
**Gambar 4.** (a) Frekuensi-Acceleration arah Z untuk pengujian frekuensi alami pelat pengujian kedua; (b) Fast Fourier Transverse (FFT) untuk Frekuensi-Acceleration arah Z untuk pengujian frekuensi alami pelat dengan peak 1,56 – 1,64 Hz

### 3.2 Uji Getar Akibat Orang Berjalan pada Pelat Arah Memanjang

Gambar 5 dibawah ini menunjukkan uji getaran akibat orang berjalan. Seseorang berjalan dalam arah memanjang pelat dengan berat 60 kg menghasilkan getaran dengan frekuensi sebesar 2,34 Hz – 2,42 Hz.



**Gambar 5.** (a) Getaran orang berjalan seberat 60 kg dalam arah memanjang pelat (b) Frekuensi pelat akibat orang berjalan arah x dengan berat 60 kg (uji 1)



**Gambar 6.** (a) Getaran orang berjalan seberat 60 kg dalam arah memanjang pelat; (b) Frekuensi pelat akibat orang berjalan arah x dengan berat 60 kg (uji 2)

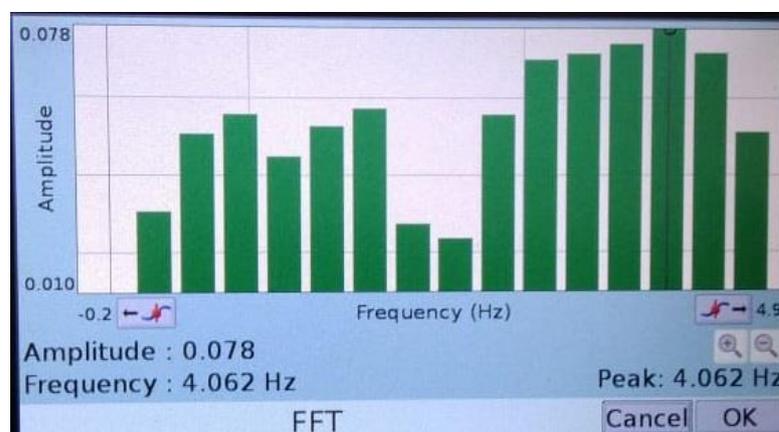
### **3.3 Uji Getar Beban Statis dan Dinamis**

Ada dua scenario pembebanan yang dilakukan pada pelat beton bertulang dengan panel 6,8 m x 5,3 m. Pertama adalah pembebanan statis dengan menggunakan tiga kali pembebanan statis yaitu pembebanan dengan menggunakan 20 orang, 40 orang dan 80 orang.



**Gambar 7.** Setting pembebanan untuk 20 orang (file:BAA11 (Beban 20 orang)

Seperti dapat dilihat pada Gambar 7, dua puluh orang berdiri pada bagian tengah pelat atau tepatnya diatas kedua balok anak yang bersilang di bawah pelat. Terhadap beban statis ini, didapat nilai defleksi dibawah lantai sebesar 0,11 mm. Pengambilan data dinamik selama 2 menit dengan nilai Frequency.  $f$  sebesar 4.062 Hz dengan nilai Amplitudo = 0,078 seperti terlihat pada Gambar 4.16.

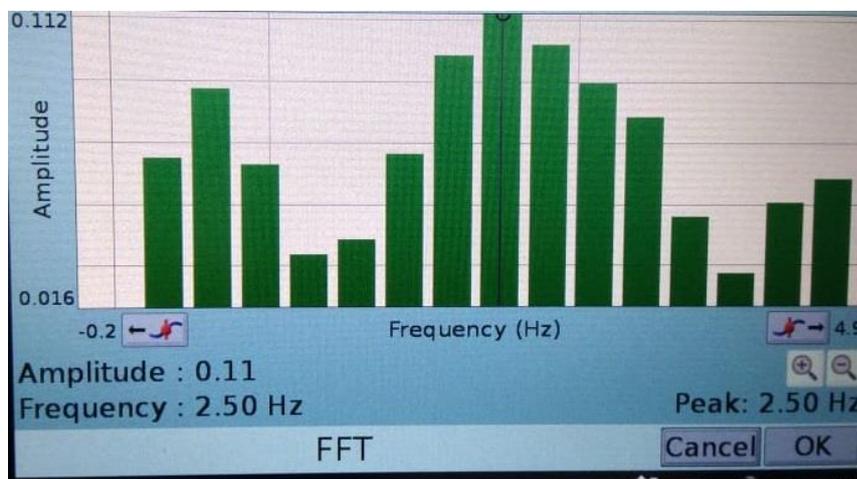


**Gambar 8.** Analisis FFT untuk pelat yang dibebani oleh 20 orang yang difokuskan pada daerah sekitar diatas balok anak menyilang pada pelat.

Gambar 9 menunjukkan pelat di bebani dengan 40 orang dengan konfigurasi seperti tergambar. Empat puluh orang membebani pelat yang dibawahnya ada dua balok anak yang besilangan. Pengujian ini menghasilka lendutan/displacement sebesar 0,24 mm. Akibat beban ini pelat mempunyai frekuensi  $f$  sebesar 2,5 Hz , dengan nilai Amlitudo = 0,11 (Gambar 10).



**Gambar 9.** Setting pembebanan untuk 40 orang pada pelat difokuskan diatas balok anak menyilang dibawah pelat.



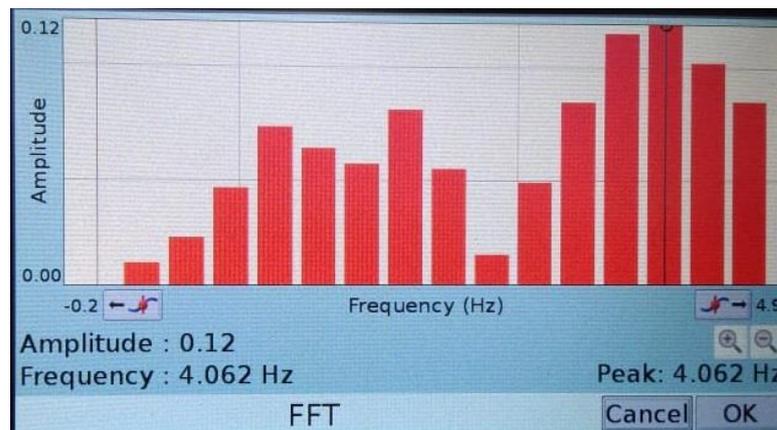
**Gambar 10.** Analisis FFT untuk pelat yang dibebani oleh 40 orang yang difokuskan pada daerah sekitar diatas balok anak menyilang pada pelat.

Gambar 11 menunjukkan pelat di bebani dengan 80 orang dengan konfigurasi seperti tergambar. Delapan puluh orang membebani pelat yang dibawahnya ada dua balok anak yang bersilangan. Pengujian ini menghasilkan lendutan/displacement sebesar 0,39 mm. Akibat beban ini

pelat mempunyai frekuensi  $f$  sebesar 4.062 Hz , dengan nilai Amplitudo 0,12. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 12 dimana data getaran dianalisis dengan analisis FFT.



**Gambar 11.** Setting pembebanan untuk 80 orang ditempatkan diatas balok anak menyilang diantara tengah pelat

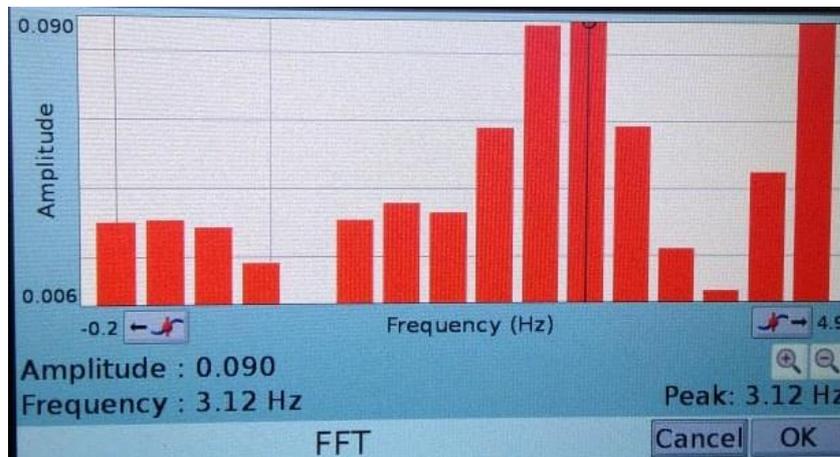


**Gambar 12.** Analisis FFT untuk pelat yang dibebani oleh 80 orang yang difokuskan pada daerah sekitar diatas balok anak menyilang pada pelat.

Sementara Gambar 13 menunjukkan bahwa pelat dibebani oleh 80 orang yang tersebar merata sepanjang luas lantai. Pembebanan pelat secara statis ini menghasilkan defleksi pada tengah lantai sebesar 0,33 mm. Sementara Frequency  $f$  yang tercatat adalah sebesar 3,12 Hz dengan nilai Amplitudo = 0,09.



**Gambar 13.** Setting pembebanan untuk 80 orang (file:BA21 (beban 80 orang) orang bergeser ke masing-masing kotak dan tiap kotak diisi oleh 2 orang



**Gambar 14.** Analisis FFT untuk pelat yang dibebani oleh 80 orang yang disebar merata pada pelat.

#### **IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil eksperimental dan kajian secara teori serta pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a) Frekuensi alami pelat masih berada jauh dari yang diisyaratkan oleh peraturan yaitu sebesar 8 Hz
- b) Frekuensi pelat akibat orang berjalan juga sangat kecil berada dikisaran 1,64 Hz – 2,42 Hz yang beririsan dengan frekuensi alami pelat, sehingga pelat terjadi resonansi.
- c) Untuk pembebanan pelat dengan beban 20 orang menghasilkan defleksi tengah bentang sebesar 0,11 mm. Pengambilan data dinamik selama 2 menit dengan nilai frekuensi.  $f$  sebesar 4.062 Hz dengan nilai Amplitudo 0,078.

- d) Pembebanan pelat dengan 40 orang menghasilkan defleksi pada pelat sebesar 0,19 mm. Akibat beban ini pelat mempunyai frekuensi  $f$  sebesar 2,50 Hz , dengan nilai Amplitudo 0,11
- e) Pembebanan pelat dengan 80 orang menghasilkan defleksi pada pelat sebesar 0,41 mm. Akibat beban ini pelat mempunyai frekuensi  $f$  sebesar 1,56 Hz , dengan nilai Amplitudo 0,063
- f) Pembebanan pelat dengan 80 orang dan disebar merata seluas pelat yang ada akan menghasilkan defleksi vertical sebesar 0,33 mm, dan frekuensi sebesar 3,12 Hz dengan nilai amplitude 0,09.
- g) Semakin banyak orang membebani pelat yang disebar diatas balok anak menyilang dibawah pelat maka akan menghasilkan defleksi yang semakin besar, dan frekuensi pelat akan menurun.
- h) Namun jika beban disebar seluas pelat yang ada maka defleksi akan lebih kecil dibandingkan dengan pelat yang dibebani hanya daerah sekitar balok anak dan frekuensi pelat akan meningkat kembali.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH.**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lampung atas bantuan dana Hibah Penelitian Unggulan Tahun 2019.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Collette, F. (2004). Comfort an Vibrations on Floors due to Walking Loads.CQWI Publications, The Scandinavian Vibration Society (SVIB).Stockholm.
- [2] Bachroni, C.B. (2015). Penanggulangan Getaran Pada Pelat Lantai Beton Bertulang. Jurnal Pemukiman. Vol.10 No. 1 Mei 2015 : 1-10.
- [3] Xuhong Z, Jiang L, and Jiepeng L. (2015). Vibration of Prestressed Cable RC Truss Floor System due to Human Activity. Journal of Structure Engineering. DOI: [10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0001447](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001447).
- [4] Murray T.M, Allen, D. E., Unggar E. E. (2003). Floor Vibration due to Human Activity. AISC. Steel Design Giude Series 11.