

PENGUKURAN FREKUENSI NATURAL PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN ACCELEROMETER GPL-6A3P

Ayusari Wahyuni

Jurusan Fisika Fak. Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

Email: ai_geophysics@yahoo.com

Abstract: This research has been carried out in multi-storey buildings by measuring natural frequencies on the building and its basic land. The recorded vibration data were analyzed with the H / V technique to get its natural frequency value. The measurement results of building floor vibrations using the GPL-6A3P accelerometer show that the natural frequency on the 3rd floor and 2nd floor is 2 Hz, while on the 1st floor is 0.6 Hz and on the subgrade of the building is 0.4 Hz.

Keywords: natural frequency, accelerometer, and microtremor

1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa perlu diperhatikan kualitas sebuah bangunan, salah satunya adalah mengetahui nilai frekuensi natural yang dimilikinya, dimana bangunan akan mengalami kerusakan berat jika frekuensi natural sebuah bangunan dan frekuensi gempa memiliki nilai yang sama atau berdekatan, sehingga akan terjadi resonansi.

Salah satu usaha dalam perencanaan bangunan tahan gempa sebaiknya melakukan pemeriksaan frekuensi natural gedung dan tanah dasar gedung tersebut, dengan melakukan pengukuran *mikrotremor*. Selain itu percepatan tanah maksimumnya PGA (*Peak Ground Acceleration*) perlu diperhatikan agar bangunan dapat menahan percepatan tanah dasarnya sesuai desain yang disyaratkan dalam SNI-1726-2002 dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Hal inilah yang mendasari perlunya penelitian di Gedung Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam (FMIPA) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta yang merupakan salah satu bangunan publik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

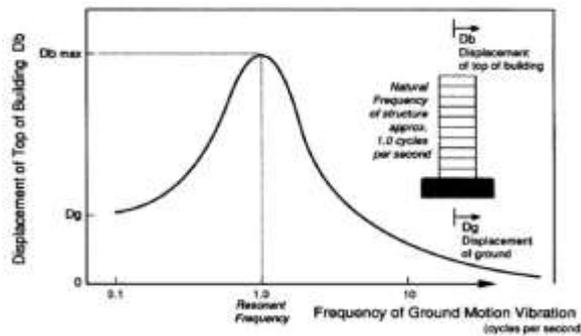
Frekuensi Natural

Setiap benda memiliki frekuensi natural yang besarnya tergantung dari komposisi, ukuran dan bentuknya. Jika frekuensi natural suatu benda sama dengan frekuensi sumber bunyi lain maka akan terjadi resonansi atau penguatan amplitudo gelombang, dan benda dikatakan resonan terhadap frekuensi sumber bunyi (Sears dan Zemansky, 1994).

Apabila frekuensi bangunan sama dengan frekuensi gempa yang sampai di permukaan, maka akan terjadi resonansi dan interferensi getaran sehingga meningkatkan intensitas kerusakan akibat gempa. Berdasarkan hal tersebut maka dalam pembangunan gedung harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya resonansi getaran (Subardjo, 2008). Hal ini sama dengan prinsip teori yang digunakan pada suatu sistem teredam yang digerakkan oleh suatu gaya eksternal yang berubah secara sinusoidal terhadap waktu, sistem berosilasi

sesuai dengan frekuensi paksa dan amplitudo yang bergantung pada frekuensi gaya paksa. Jika frekuensi gaya paksa (frekuensi gempa) sama dengan atau mendekati frekuensi natural sistem (frekuensi natural pada bangunan), maka sistem akan beresilasi dengan amplitudo yang jauh lebih besar daripada amplitudo gaya paksa, fenomena ini disebut resonansi (Tipler, 1991).

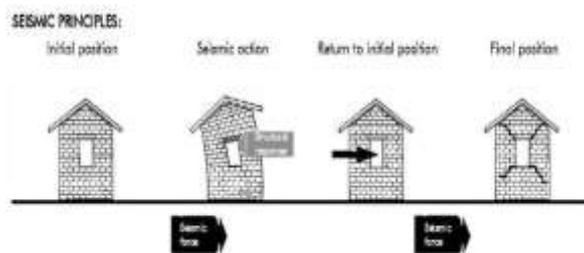
Ketika sebuah bangunan diguncang oleh gempa, frekuensi getaran tanah dan gempa akan merambat secara bersamaan. Respon bangunan sangat bergantung pada frekuensi natural dan frekuensi gempa. Misalkan sebuah bangunan berlantai 10 dengan frekuensi natural 1 Hertz akan dipengaruhi oleh getaran tanah dengan frekuensi yang sama. Tetapi pengaruhnya akan lebih kecil jika frekuensi dari getaran tanah memiliki nilai yang lebih besar atau lebih kecil (Gambar 3).



Gambar 1. Diagram respon bangunan 10 lantai (Coburn dan Spence, 2002)

Respon Bangunan Terhadap Getaran Tanah

Menurut UN-Habitat (2006), selama terjadi gempabumi, fondasi bangunan dan tanah dasar bangunan bergerak mengikuti gaya seismik (gaya gempa). Sebelum terjadi gempabumi, seluruh elemen bangunan akan berada pada posisi awalnya. Saat terjadi gempabumi, tanah dasar bangunan dan lantai satu pada bangunan akan bergerak mengikuti arah gaya seismik. Misalnya, ketika terjadi gempabumi, tanah bergerak ke kanan, maka bangunan akan bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah gerakan tanah (Gambar 2). Dan setelah gempabumi terjadi, sebagian elemen bangunan yang memiliki konstruksi lemah akan mengalami kerusakan yang disebabkan bangunan memiliki daya tahan dan penyerapan energi yang rendah.



Gambar 2. Respon bangunan saat terjadi gempa (UN-Habitat, 2006)

Menurut Coburn dan Spence (2002), penyebab utama terjadinya kerusakan pada bangunan adalah getaran pada tanah dasar bangunan. Ketika sebuah bangunan digerakkan oleh sebuah gaya inersia yang bekerja pada

bangunan tersebut, maka percepatan getaran bangunan akan meningkat. Faktor yang sangat menentukan respon dinamik bangunan terhadap getaran adalah frekuensi alami bangunan (*natural frequency*).

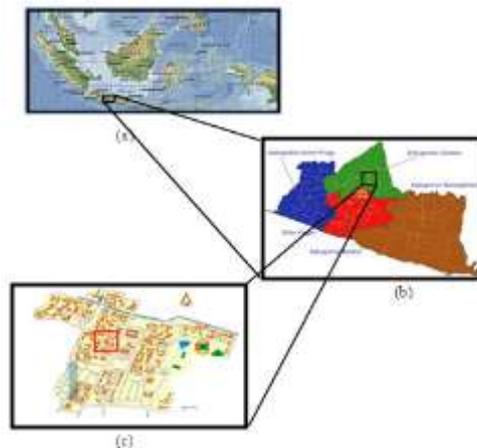
Mikrotremor

Mikrotremor adalah getaran tanah yang pada umumnya mempunyai sifat *continiu*, memiliki magnitudo yang kecil, dan bersifat stasioner. Mikrotremor bisa berupa getaran akibat aktivitas manusia maupun aktivitas lain, seperti getaran akibat orang berjalan, getaran dari kendaraan, getaran mesin-mesin pabrik, getaran angin, gelombang laut, atau getaran alamiah lainnya. Mikrotremor dapat digunakan dalam perancangan bangunan tahan gempa, yakni dengan mengetahui periode natural dari tanah setempat untuk menghindari terjadinya resonansi. Mikrotremor juga dapat digunakan untuk mengetahui jenis tanah berdasarkan tingkat kekerasannya (Subardjo, 2008), dimana semakin kecil periode dominan tanah, maka tingkat kekerasannya semakin besar atau tanah yang mempunyai periode dominan semakin besar semakin lunak atau lembek sifatnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

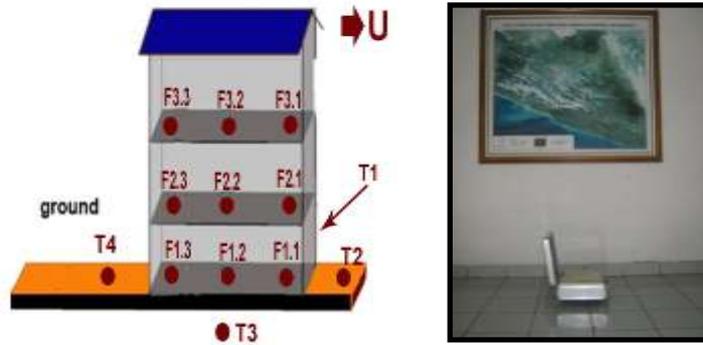
Lokasi penelitian bertempat di gedung Jurusan Fisika, Fakultas MIPA UGM, desa Caturtunggal, wilayah/kecamatan Depok, kota Sleman, Yogyakarta (Gambar 3). Gedung berlantai tiga yang merupakan salah satu tempat aktivitas pembelajaran mahasiswa fisika berdiri di atas tanah seluas 4.962 m².



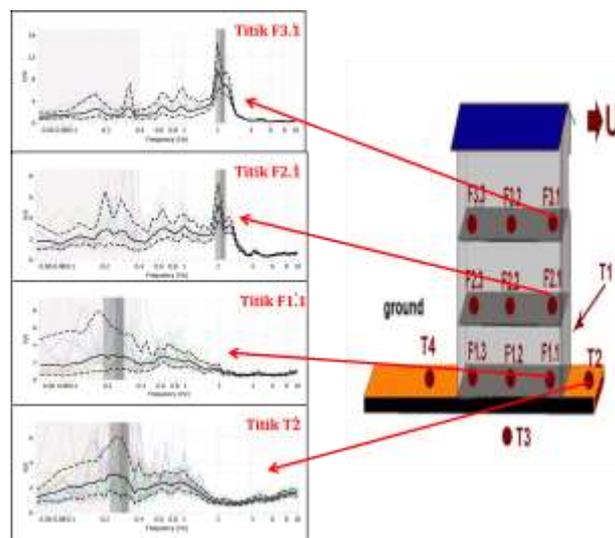
Gambar 3. Peta lokasi penelitian (a) Peta Kepulauan Indonesia, (b) Peta Yogyakarta, (c) Peta Kampus UGM (www.google.com, 2011)

Perekaman Getaran Gedung dan Tanah Dasarnya

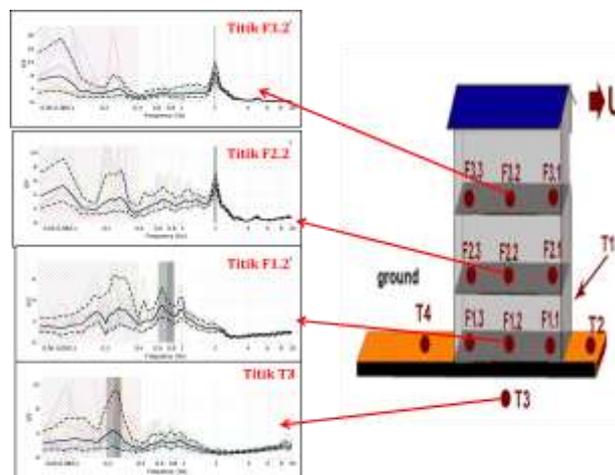
Penelitian ini diawali dengan survey lokasi. Bangunan yang dipilih adalah bangunan bertingkat yang terdiri lebih dari 3 lantai. Langkah selanjutnya mencari literatur mengenai bangunan gedung jurusan Fisika FMIPA meliputi luas bangunan, tahun bangunan didirikan, dan jenis tanah tempat bangunan berdiri (peta geologi). Selanjutnya melakukan pengukuran *microtremor* atau mikrogetaran yang terjadi pada gedung dan tanah dasar dengan menggunakan alat accelerometer GPL-6A3P. Titik pengukuran dapat terlihat pada Gambar 4.



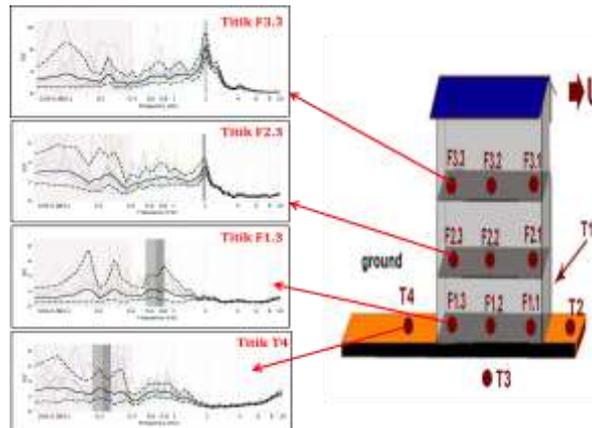
Gambar 4. Posisi pengukuran (kiri) dan proses perekaman (kanan)



Gambar 5. Frekuensi gedung dan tanah dasar gedung bagian Utara



Gambar 6. Frekuensi gedung dan tanah dasar gedung bagian Tengah (Timur-Barat)



Gambar 7. Frekuensi gedung dan tanah dasar gedung bagian Selatan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis data rekaman getaran lantai gedung diperoleh frekuensi sekitar 2 Hz. Dengan menggunakan teknik pengolah H/V, yakni membandingkan sinyal frekuensi horisontal dan vertikal, terlihat nilai frekuensi alami pada lantai gedung mendekati/sama dengan nilai frekuensi gempa yang sering terjadi di Yogyakarta. Pada lantai 3 dan lantai 2 nilai frekuensi alami diperoleh 2 Hz di setiap lokasi titik pengukuran, namun pada lantai 1 diperoleh nilai frekuensi alami yang berbeda di setiap titik pengukuran. Dimana titik F1.1 memiliki nilai frekuensi alami pada lantai 0,3 Hz, di titik F1.2 memiliki nilai frekuensi alami pada lantai 0,7 Hz dan pada titik F1.3 memiliki nilai frekuensi alami pada lantai 0,7 Hz. Sehingga jika nilai ketiga titik tersebut dirata-ratakan akan diperoleh nilai frekuensi alami pada lantai 1 adalah 0,6 Hz. Nilai frekuensi alami pada lantai 1 memiliki nilai yang berdekatan/hampir sama dengan nilai frekuensi alami pada tanah dasar gedung.

Pada tanah dasar bangunan diperoleh frekuensi alami yang berbeda pula di setiap lokasi titik pengukuran. Dimana titik T1 diperoleh frekuensi alami pada tanah dasar 0,2 Hz, pada titik T2 diperoleh nilai frekuensi alami 0,3 Hz, pada titik T3 diperoleh frekuensi alami pada tanah dasar bangunan 0,7 Hz, dan pada titik T4 diperoleh frekuensi alami pada tanah dasar bangunan 0,2 Hz. Jika keempat nilai frekuensi alami tersebut dirata-ratakan, maka diperoleh nilai frekuensi alami pada tanah dasar gedung adalah 0,4 Hz.

Berdasarkan hasil penelitian Hariyadi (2009) untuk mendapatkan hubungan konfigurasi bangunan dengan ketahanan bangunan dan daya dukung tanah sehingga dapat digunakan sebagai *guideline* dalam membangun rumah hunian dilakukan analisis ketahanan tanah dan bangunan dengan mengukur frekuensi alami tanah dasar dan bangunannya. Hasil pengukuran menunjukkan rumah hunian di lokasi penelitian dapat dibedakan menjadi 3 kategori yaitu: aman, rawan, dan bahaya.

Rumah hunian dikatakan aman, jika bangunan memiliki frekuensi alami lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi alami tanah dasarnya. Rumah hunian dikatakan rawan, jika bangunan memiliki frekuensi alami sama dengan frekuensi alami tanah dasarnya. Dan bahaya, jika bangunan memiliki frekuensi alami lebih rendah dari frekuensi alami tanah dasarnya.

Selain itu, frekuensi alami pada tanah dasar gedung juga dapat diperbandingkan kesesuaiannya dengan frekuensi alami yang diperbolehkan dalam standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI-1726-2002). Dalam SNI frekuensi alami yang diperbolehkan untuk zona wilayah gempa 4 untuk wilayah Yogyakarta adalah 3,4 Hz. Hal ini menunjukkan gedung Jurusan Fisika memenuhi ketentuan SNI.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dijabarkan sebelumnya, dan mengacu pada tujuan penelitian, dapat ditarik kesimpulan :

- a. Dari hasil pengukuran getaran lantai gedung, diperoleh frekuensi natural pada lantai 3 dan lantai 2 adalah 2 Hz, frekuensi natural pada lantai 1 adalah 0,6 Hz dan frekuensi natural pada tanah dasar gedung adalah 0,4 Hz.
- b. Rumah hunian dikatakan aman, jika bangunan memiliki frekuensi alami lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi alami tanah dasarnya. Rumah hunian dikatakan rawan, jika bangunan memiliki frekuensi alami sama dengan frekuensi alami tanah dasarnya. Dan bahaya, jika bangunan memiliki frekuensi alami lebih rendah dari frekuensi alami tanah dasarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG Stasiun Yogyakarta. *Data spasial kompilasi kejadian gempabumi di Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya*. Tidak dipublikasikan. 2011.
- Coburn, A. and Spence, R., *Earthquake Protection*. 2nd ed. John Wiley & Sons. Cambridge. 2002.
- Haifani, A.M. *GIS Application on Macro-Seismic Hazard Analysis in Yogyakarta Province*. MSc Thesis.UGM-ITC. Yogyakarta. 2008.
- Hariyadi.A. *Studi Konfigurasi Bangunan Pada Rumah Hunian Pasca Gemap Di Bantul Yogyakarta Menggunakan Alat Accelerometer GPL-6A3P*. Tesis. Program Studi Teknik Arsitektur. Jurusan Teknik Arsitektur dan Perencanaan. Yogyakarta: UGM. 2009.
- Sears, W.F. and Zemansky, W.M. *Fisika Untuk Universitas*. Jakarta: Binacipta. 1994.
- Standar Nasional Indonesia. *Tata Cara perencanaan Ketahanan Bangunan Gempa Untuk Gedung (SNI 03-1726-2002)*. Badan Standarisasi Nasional. 2002.
- Subardjo. *Parameter Gempabumi*. Materi Diklat Teknis. BMG. Jakarta. 2008.
- Tipler.P. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga. 1991.
- UN-Habitat. *Guidelines for Earthquake Resistant Construction of Non-Engineered Rural and Suburban Masonry Uses in Cement Sand Mortar in Earthquake Affected Areas*. Draft version. 2006.