

ANALISIS PERIODE GETAR ALAMI BANGUNAN MENGUNAKAN MIKROTREMOR

Rezqya Mustika ^{[1]*}, Rusnardi Rahmat Putra ^[1], Ressa Fitria ^[2]

^[1] *Department of Civil Engineering, Universitas Negeri Padang, Padang, 25171, Indonesia*
^[2] *Department of Geodetic Engineering, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia*

Email: rezqyamustika@gmail.com*

*) Correspondent Author

Received: 29 June 2022 / **Revised:** 01 August 2022 / **Accepted:** 02 August 2022

How to cite this article:

Mustika, R., Putra, R.R., (2022). Analisis Periode Getar Alami Bangunan Menggunakan Mikrometer. Jurnal Teknik Sipil, 18(2). 328 - 342. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.5027>

ABSTRAK

Periode getar alami (T) dari struktur merupakan waktu yang dibutuhkan struktur bangunan untuk menempuh satu putaran lengkap dari suatu getaran yang mengalami perpindahan posisi keseimbangan statis dan kembali ke posisi awal. Hal ini merupakan komposisi penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada beberapa bangunan di daerah California (USA) untuk mengestimasi nilai T , dihasilkan persamaan $T = \zeta \cdot N$, dengan N adalah jumlah lantai bangunan dan konstanta ζ adalah 0,1 (SNI 1726 2019). Namun persamaan ini sudah cukup lama digunakan, sehingga ada kebutuhan untuk memperbarui persamaan tersebut dengan melakukan pengukuran mikrotremor pada bangunan-bangunan di Kota Padang. Hasil pengukuran mikrotremor mendapatkan periode getar alami yang akurat dengan periode (T) yang didapat secara eksperimen. Nilai T yang dihasilkan disusun berdasarkan lantai bangunan, yaitu 0,298, 0,298, dan 0,306 untuk nilai T pada lantai 2 sampai lantai 4. Dari nilai T tersebut didapatkan persamaan baru yaitu $T = 0,0039N + 0,2933$, variabel T adalah nilai periode getar alami dan N adalah jumlah lantai bangunan.

Kata kunci: Periode Getar Alami, Mikrotremor, Bangunan, Perencanaan, Gempa.

ABSTRACT. ANALYSIS NATURAL PERIODS OF STRUCTURE USING MICROTREMOR. *The natural vibrating period (T) of the structure, which is the time for the building structure to travel a complete turn of a vibration that undergoes a static equilibrium position shift and returns to its initial position, is an important component in the planning of earthquake-resistant buildings. Based on research conducted on several buildings in California (USA) to estimate the value of T , the equation of T was produced $T = \zeta \cdot N$, where N is the number of building floors and the constant ζ is 0.1 (SNI-1726 2019). However, this equation has been used for quite a long time and needs to be updated. Thus, the objective of this study is to update the equation using the result of microtremor measurements on buildings in Padang City, Indonesia. The microtremor measurements generated an accurate T , which resulted from the experimentally obtained period (T). The produced T values are arranged based on the building floor, i.e. 0.298, 0.298, and 0.306 for T value of the 2nd floor to 4th floor, respectively. From those T values, an updated equation was obtained, namely $T = 0.0039N + 0.2933$, where T is the natural period and N is the number of building floors.*

Keywords: *Natural Periods, Microtremor, Building, Planning, Earthquake.*

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah getaran energi yang timbul dari dalam bumi akibat pergeseran atau pecahnya rekahan bumi yang kemudian merambat ke permukaan bumi (Nur, 2010). Gempa bumi menciptakan getaran pada tanah yang dapat dirasakan apabila frekuensi yang ditimbulkan sangat

tinggi (Suciati Febrina, 2017). Getaran tersebut dapat sangat berdampak pada bangunan yang ada diatas permukaan tanah. Sebuah struktur bangunan tahan gempa dirancang sebelum pembangunan dilaksanakan dengan memperhitungkan perkiraan beban gempa yang berdampak terhadap bangunan, khususnya di daerah rawan gempa.

Kota Padang di Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah yang tidak terlepas dari ancaman gempa bumi. Kota Padang berada pada jalur/zona patahan Sumatera yaitu pertemuan lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia (Edward, 2013). Hal ini dapat menyebabkan tingkat kerentanan terhadap gempa bumi sangat tinggi, sehingga menjadi suatu kewaspadaan bagi masyarakat yang berdomisili di wilayah tersebut. Getaran akibat gempa bumi dapat berpengaruh terhadap bangunan yang berada disekitar jalur tersebut. Untuk itu dalam proses pembangunan dilakukan perhitungan gaya atau beban gempa.

Periode getar alami bangunan merupakan salah satu faktor yang harus diketahui dalam memperhitungkan beban gempa. Periode getar alami bangunan adalah waktu terjadinya getaran pada saat posisi keseimbangan statis struktur terganggu, kemudian kembali pada posisi awalnya (Altavillah, 2015). Getaran alami yang ditimbulkan bangunan disebabkan oleh adanya kekakuan dan massa struktur tanpa adanya gaya luar (Ariyadira, 2011).

Pada umumnya suatu getaran akan mengalami peredaman apabila terjadi pertemuan atau gesekan antara dua objek yang sama-sama mempunyai getaran. Hal ini juga berlaku untuk bangunan karena bangunan mempunyai periode getar alami sendiri. Nilai periode getar alami bangunan berbeda-beda tergantung tinggi dan jumlah tingkat bangunan. Bangunan yang tinggi akan bergetar lebih lambat dibandingkan dengan bangunan yang rendah. Adapun frekuensi beberapa bangunan lebih tinggi daripada frekuensi tanah. Namun apabila terjadi kebalikan dari pernyataan tersebut, maka akan terjadi kerusakan pada struktur bangunan (Gosar dkk., 2010).

Periode getar alami bangunan dapat diperkirakan nilainya menggunakan rumus empiris dari hasil penelitian pada beberapa bangunan yang berada di California, US, yaitu $T = \zeta \cdot N$ dengan N adalah jumlah lantai bangunan dan konstanta ζ adalah 0,1 (SNI 1726 2019). Penelitian tersebut merupakan hasil dari pengukuran getaran bangunan di lapangan. Perhitungan periode getar alami bangunan digunakan untuk merencanakan bangunan tahan gempa. Berdasarkan data BNPB bangunan di Kota Padang masih terjadi kegagalan struktur pada saat terjadinya gempa walaupun telah dilakukan perencanaan bangunan gempa menggunakan persamaan SNI 1726 2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Adapun beberapa faktor kegagalan struktur terhadap gempa, seperti desain yang tidak benar, perhitungan yang salah, atau pelaksanaan yang tidak sesuai. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan salah satu dari penyebab kegagalan struktur tersebut. Salah satu tindakan dalam mengidentifikasi kegagalan struktur yaitu dengan mencari koefisien ζ yang merupakan bagian dari perencanaan atau desain struktur.

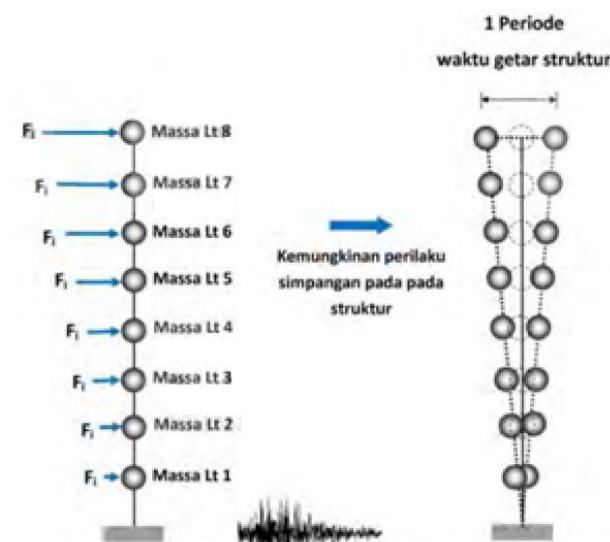
Pada penelitian ini analisis periode getar alami bangunan dilakukan dengan menggunakan mikrotremor. Pengukuran mikrotremor dilakukan tanpa penambahan beban luar, gangguan yang dapat diterima hanya seperti angin, pejalan kaki, dan kendaraan. Hasil pengukuran mikrotremor akan diperoleh periode getar alami yang *real*, sehingga dapat dilakukan verifikasi antara periode getar alami bangunan yang didapat secara numerik berdasarkan SNI 1726 2019 dengan periode getar alami bangunan yang didapat secara eksperimen (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Hal ini dapat menentukan perbedaan koefisien untuk persamaan empiris di daerah Kota Padang yang dapat merepresentasikan kondisi di Kota Padang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Periode Getar Alami Bangunan

Periode getar alami bangunan merupakan waktu yang dibutuhkan struktur bangunan untuk menempuh satu putaran lengkap dari suatu getaran yang mengalami perpindahan posisi keseimbangan statis dan kembali ke posisi awal. Pengertian alami dalam lingkup bangunan tersebut menunjukkan setiap getaran yang terjadi berasal dari properti struktur bangunan. Struktur bangunan memiliki massa dan kekakuan yang dapat bergetar secara alamiah tanpa adanya gaya luar (Wulandari dkk., 2012).

Periode getar alami bangunan menunjukkan peristiwa getaran struktur sendiri dalam satu periode. Struktur bangunan dimodelkan sebagai model massa terpusat (*lump mass model*) (Wahyuni, 2019). Gambaran dari model struktur yang mengalami getaran dalam satu periode dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Getaran Struktur Dalam 1 Periode (Hooke, 2017)

Periode getar alami bangunan merupakan komposisi penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Pada perencanaan perhitungan beban gempa variabel periode getar alami bangunan (T), besaran nilai T digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien respon seismik (C) untuk perhitungan besarnya gaya geser dasar bangunan. Adapun persamaan empiris untuk mengetahui besaran nilai T tercantum pada beberapa peraturan termasuk SNI 1726-2019. Persamaan 1 salah satu rumus empiris untuk mendapatkan nilai T.

$$T = \zeta N \quad (1)$$

T menunjukkan nilai periode getar alami bangunan, N merupakan jumlah lantai bangunan, dan konstanta ζ adalah 0,1 yang ditentukan oleh peraturan SNI 1726 2019. Persamaan T di atas diperoleh dari hasil penelitian pada beberapa bangunan di California, US. Adapun persyaratan bangunan yang harus dipenuhi dalam menggunakan rumus empiris yaitu bangunan tidak lebih dari 12 tingkat dan tinggi tiap lantai minimal 3 m.

Periode getar dinyatakan dalam detik pada 1 getaran. Pada getaran yang sama frekuensi merupakan banyaknya getaran yang terjadi dalam 1 detik. Periode getar alami (T) merupakan periode alami yang terjadi pada struktur bangunan. Kebalikan dari persamaan untuk periode getar alami adalah frekuensi alami (f) yaitu sebagai berikut.

$$T = \frac{1}{f} \quad (2)$$

2.2 Mikrotremor

Mikrotremor adalah getaran alami (*ambient noise*) yang berasal dari tanah dengan nilai amplitudo tertentu yang dapat menjelaskan keadaan geologi dekat permukaan. *Ambient noise* dapat berasal dari peristiwa alam maupun kegiatan manusia seperti gerakan angin, gelombang laut, getaran alamiah dari tanah, lalu lintas atau getaran mesin-mesin pabrik (Haerudin & Alami, 2019). Nilai amplitudo dari *ambient noise* tidak besar namun berlangsung secara terus menerus. Perpindahan amplitudo dari getaran alami tanah sekitar 0,1 - 1 mikron dan kecepatan 0,001-0,01 cm/s yang dideteksi oleh seismograf (Mirzaoglu & Dýkmen, 2003).

Pengukuran mikrotremor memperoleh hasil berupa grafik yang memuat amplitudo, domain waktu, dan domain frekuensi. Amplitudo dideskripsikan sebagai perubahan tekanan yang dapat berupa tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam mm/s². Domain waktu atau *time domain* merupakan respon keseluruhan sinyal getaran yang terekam bersamaan sebagai perwakilan perpindahan total pada setiap waktu yang diberikan. Dalam menganalisa getaran dilakukan perubahan data domain waktu ke dalam bentuk data domain frekuensi. Domain waktu diperoleh dari hasil pengukuran mikrotremor yang dilaksanakan pada setiap lantai bangunan menggunakan mikrotremor dengan hasil bacaan berupa tiga jenis arah gelombang seismik yaitu satu vertikal arah Z dan dua horizontal arah X dan Y. Berdasarkan SESAME (2004) durasi

pengukuran dilakukan 10 -15 menit setiap titik. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan frekuensi alami bangunan yang berkisar lebih dari 1 Hz dan kurang dari 8 Hz. Frekuensi yang berada di luar kisaran yang ditetapkan akan dibuang (SESAME, 2004).

Domain frekuensi merupakan pandangan getaran yang dideskripsikan berupa amplitudo sebagai frekuensi. Domain frekuensi didapatkan dari hasil konversi data domain waktu menggunakan matematika teknik yang disebut sebagai *Fast Fourier Transform* (FFT). Domain frekuensi dapat mengetahui periode getar alami dari suatu bangunan.

3. METODOLOGI

Penelitian difokuskan pada periode lantai >1 (di atas lantai 1) untuk mengetahui periode getar alami bangunan. Penelitian dilakukan dengan mengolah data hasil rekaman mikrotremor yang telah diambil pada tahun 2010-2016 di Kota Padang. Data mikrotremor yang diolah merupakan data seismik mikrotremor tanpa diberi gaya atau beban. Data dicatat dengan menggunakan mikrotremor yang telah ditempatkan disetiap lantai bangunan, kemudian data dianalisis melalui beberapa metode untuk mendapatkan periode getar alami yang dialami setiap lantai bangunan menggunakan *software* matlab. Periode getar alami setiap lantai bangunan diolah lagi dalam tabulasi data di Ms. Excel.

Tahapan penelitian yang dilaksanakan terdiri dari studi literatur dan pengolahan data. Studi literatur merupakan kegiatan pengumpulan referensi dan informasi yang mendukung penelitian. Pengolahan data dilakukan apabila seluruh data yang dibutuhkan sudah didapatkan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak yaitu menggunakan *software* matlab dan Ms. excel. Matlab sebagai *software* yang dapat mengkonversi data domain waktu menjadi data domain frekuensi. Seterusnya data domain frekuensi akan langsung diubah menjadi periode dalam program matlab ini. Sedangkan Microsoft excel digunakan untuk menyusun atau tabulasi data periode.

Data mikrotremor diperoleh dari penelitian pengujian mikrotremor yang didapatkan sebanyak 34 gedung dengan jumlah tingkat bangunan yang berbeda-beda di Kota Padang. Data pengukuran ini diambil sejak tahun 2010 sampai 2016. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran mikrotremor pada 34 bangunan gedung bertingkat yang sudah dilakukan survei sebelumnya. Pengukuran mikrotremor dilakukan selama ± 10 menit di dalam gedung lantai 2 dan seterusnya. Gambar 2 adalah peta lokasi pengambilan data pada bangunan gedung di Kota Padang.

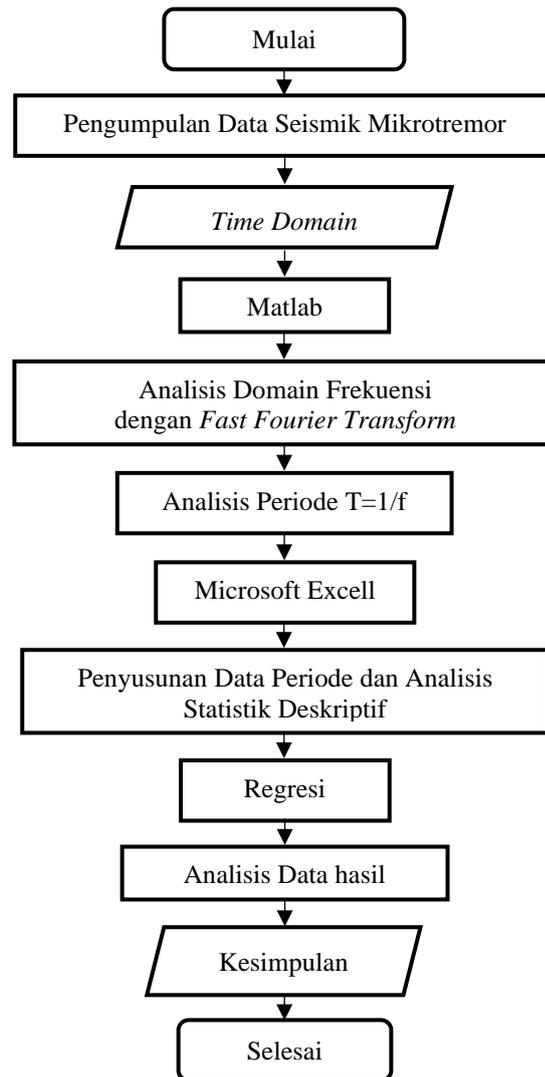
Hasil pengukuran akan tersimpan dalam disk pada mikrotremor yang dapat ditransfer ke komputer. Data hasil pengukuran mikrotremor adalah respon percepatan struktur terhadap waktu (*time domain*) yaitu gelombang arah x, y, dan z.



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Data Bangunan Gedung di Kota Padang

Data hasil pengukuran mikrotremor diolah untuk mendapatkan data periode. Tahapan proses pengolahan yaitu konversi data domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan FFT, mengubah frekuensi menjadi periode dan melakukan tabulasi data. *Fast Fourier Transform* atau FFT merupakan program yang membantu dalam transformasi data domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan *software* Matlab. Data pengukuran mikrotremor yang diperoleh berupa data *time domain*. Data tersebut di input ke dalam program FFT melalui *software* Matlab untuk mendapatkan data domain frekuensi.

Data frekuensi yang diperoleh dari hasil FFT selanjutnya diubah menjadi data periode menggunakan Persamaan 2 didalam *software* Matlab. Pada proses ini ditampilkan grafik untuk mendapatkan periode dari setiap lantai dari hasil pengukuran mikrotremor tersebut. Data periode getar alami disusun per lantai bangunan. Selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mendapatkan nilai periode getar alami bangunan yang dapat menjadi perwakilan nilai periode. Diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.

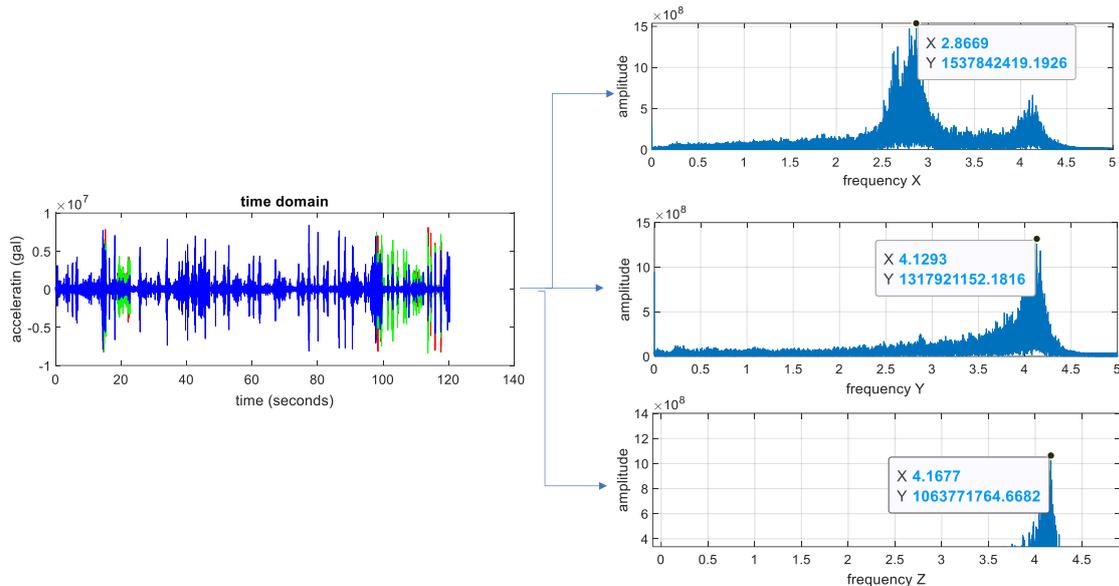


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konversi Data *Time Domain* Menjadi *Time Frequency* Menggunakan FFT

Periode getar alami bangunan didapatkan melalui pengolahan data mikrotremor yang diperoleh dari pengukuran di bangunan-bangunan di Kota Padang. Data pengukuran mikrotremor berupa data *time domain* di konversi menggunakan FFT melalui *software matlab v2015b* menjadi data domain frekuensi. Data domain frekuensi yang didapatkan berupa tiga arah gelombang yaitu gelombang arah X, Y, dan Z. Gelombang tersebut didapatkan dari proses konversi data *time domain* menjadi domain frekuensi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Konversi Data Time Domain Menjadi Domain Frekuensi Menggunakan FFT

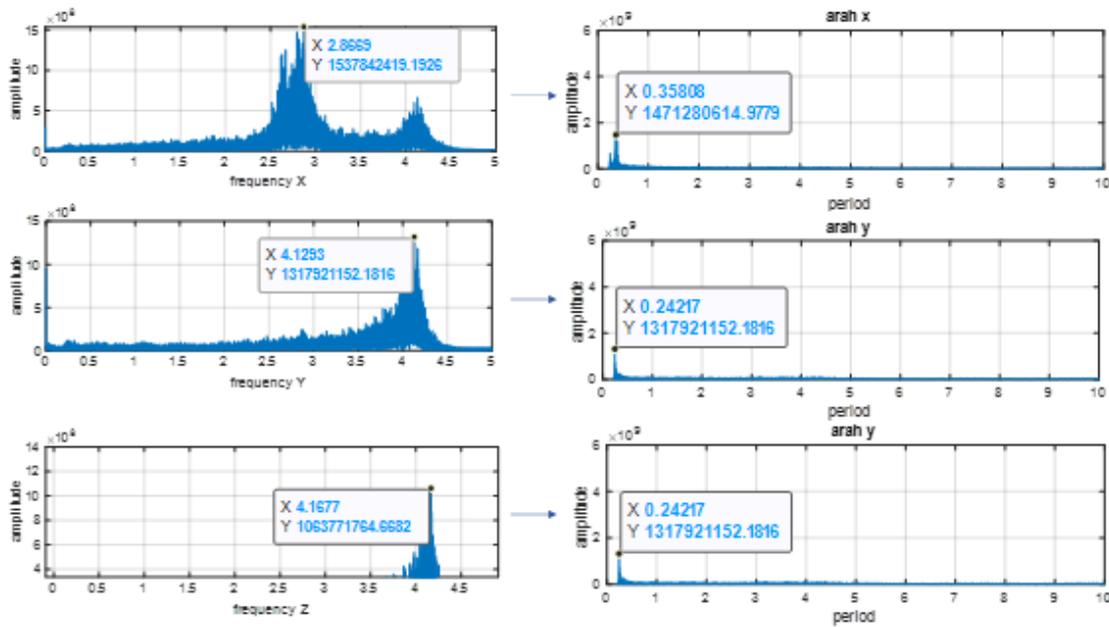
Gambar menampilkan *time domain* dari rekaman mikrotremor di salah satu lantai bangunan. *Time domain* yang diperoleh di konversi menjadi domain frekuensi. Hasil konversi tersebut didapatkan 3 arah gelombang domain frekuensi.

4.2 Mengubah Frekuensi Menjadi Periode

Setelah memperoleh data domain frekuensi, data tersebut diubah menjadi periode menggunakan hubungan $T = \frac{1}{f}$ melalui *software matlab v2015b*. Gambar 5 adalah perubahan domain frekuensi menjadi periode.

Dari grafik periode yang diperoleh, diambil nilai puncak amplitudo untuk mengetahui nilai periode, selanjutnya disusun berdasarkan lantai dan arah gelombang. Pada proses ini input data periode ke tabel di *microsoft excel* dilakukan secara manual. Nilai rekap periode dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa beberapa data mikrotremor bangunan-bangunan di Kota Padang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam melakukan analisis periode getar alami bangunan. Namun beberapa diantaranya cukup sulit diidentifikasi karena adanya faktor *noise*. Untuk menentukan perbedaan frekuensi alami dengan frekuensi *noise* adalah dengan memperhatikan nilai frekuensi yang sering muncul, frekuensi tersebut merupakan frekuensi alami bangunan. Sedangkan pada frekuensi yang memiliki *noise* maka nilai frekuensi adalah acak tidak sama.



Gambar 5. Perubahan Frekuensi Menjadi Periode Menggunakan Persamaan $T=1/f$

Tabel 1. Periode Getar Alami Bangunan di Kota Padang

No	Periode								
	Lantai 2			Lantai 3			Lantai 4		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Gedung Rusunawa 2								
	0.358	0.242	0.242	0.357	0.239	0.239	0.335	0.236	0.236
2	Gedung Pasca Sarajana FT UNP								
	0.619	0.243	0.243				0.483	0.246	0.246
3	Gedung Hotel Grand Inna Muara								
	0.529	0.235	0.235	0.571	0.233	0.237	0.576	0.239	0.239
4	Gedung Hotel Axana								
	0.548	0.242	0.404	0.404	0.241	0.404	0.403	0.238	0.436
5	Gedung Hotel HW								
	0.279	0.250	0.401	0.403	0.280	0.252	0.254	0.561	0.403
6	Gedung Hotel Pangeran Beach								
	0.314	0.241	0.235	0.262	0.239	0.239	0.256	0.240	0.245
7	Gedung FE UNP								
	0.251	0.253	0.252	0.243	0.243	0.243	0.631	0.250	0.252
8	Gedung MKU UNP								
	0.244	0.244	0.242	0.241	0.346	0.241	0.243	0.244	0.244
9	Gedung Rusunawa UNP								
	0.252	0.252	0.252	0.326	0.251	0.247	0.372	0.239	0.241
10	Gedung FSIP								
	0.406	0.236	0.236	0.28	0.246	0.232	0.246	0.246	0.243
11	Gedung Rusunawa I								
	0.340	0.238	0.238	0.239	0.239	0.240	0.315	0.233	0.233
12	Gedung Fakultas Peternakan UNAND								
	0.401	0.401	0.401	0.257	0.257	0.257			
13	Gedung Teknik Pertambangan UNP								
	0.499	0.240	0.240	0.440	0.268	0.244			
14	Gedung Telkom								
	0.597	0.239	0.239	0.599	0.239	0.240			

Tabel 1. Periode Getar Alami Bangunan di Kota Padang (Lanjutan)

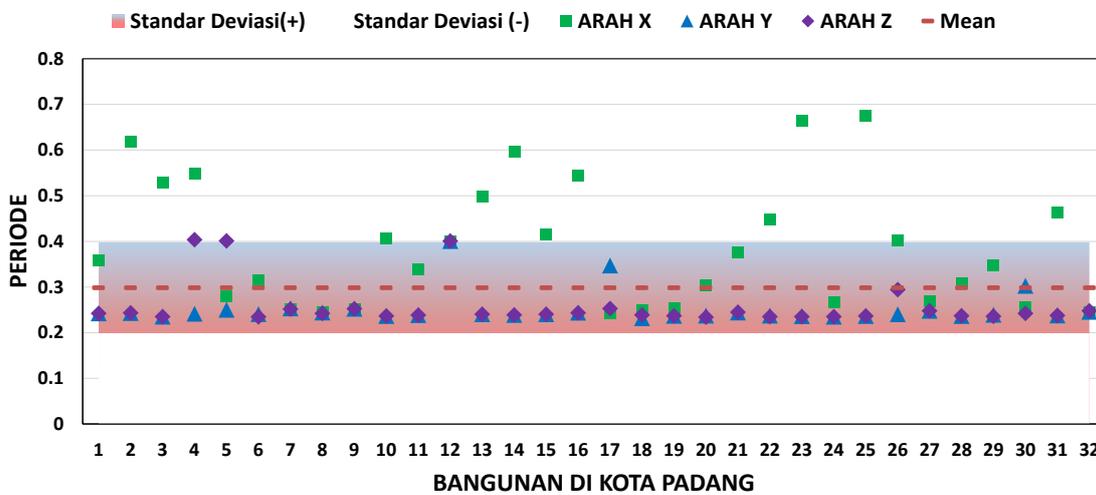
No	Periode								
	Lantai 2			Lantai 3			Lantai 4		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
15	Gedung PDAM								
	0.416	0.240	0.240	0.314	0.242	0.242			
16	Gedung Bank BNI								
	0.544	0.244	0.243	0.244	0.244	0.243			
17	Gedung Pasar Raya								
	0.243	0.347	0.253	0.344	0.235	0.344			
18	Gedung SMAN 1								
	0.249	0.231	0.239	0.320	0.231	0.231			
19	Gedung SMKN 5 baru								
	0.254	0.237	0.237	0.295	0.307	0.233			
20	Gedung SMKN 9								
	0.303	0.237	0.234	0.431	0.240	0.240			
21	Gedung SMPN 1								
	0.376	0.244	0.245	0.320	0.326	0.294			
22	Gedung SMPN 2A								
	0.449	0.237	0.235	0.451	0.326	0.319			
23	Gedung SMPN 2B								
	0.665	0.236	0.235	0.479	0.479	0.307			
24	Rumah Penduduk 1(B)								
	0.266	0.235	0.235	0.486	0.239	0.239			
25	Gedung SMPN 12A								
	0.675	0.237	0.237	0.657	0.240	0.313			
26	Gedung SMPN 25								
	0.402	0.240	0.294	0.244	0.244	0.245			
27	Rumah Penduduk 2(A)								
	0.269	0.248	0.248	0.254	0.239	0.316			
28	Gedung SMPN 12B								
	0.308	0.236	0.237						
29	Gedung G. Walikota								
	0.348	0.239	0.236						
30	Gedung SMK 5 Lama								
	0.257	0.303	0.242						
31	Gedung SMPN 2C								
	0.464	0.238	0.238						
32	Gedung TTBRP								
	0.246	0.246	0.248						

Analisis data yang dilakukan yaitu analisis statistik deskriptif dengan mengetahui rata-rata, varian, beserta standar deviasinya. Rata-rata sering digunakan untuk mengetahui ukuran pemusatan data, analisis ini digunakan untuk membaca titik pusat dari keseluruhan data. Varians dan standar deviasi digunakan untuk mengetahui ukuran bagaimana penyebaran datanya. Standar deviasi merupakan salah satu alat ukur untuk melihat bagaimana penyebaran data terhadap rata-rata. Pada Gambar 6 ditampilkan grafik analisis statistik pada lantai 2 dengan arah gelombang X, Y dan Z, Gambar 7 adalah grafik analisis statistik pada lantai 3 dengan arah gelombang X, Y dan Z, dan Gambar 8 adalah grafik analisis statistik pada lantai 4 dengan arah gelombang X, Y dan Z.

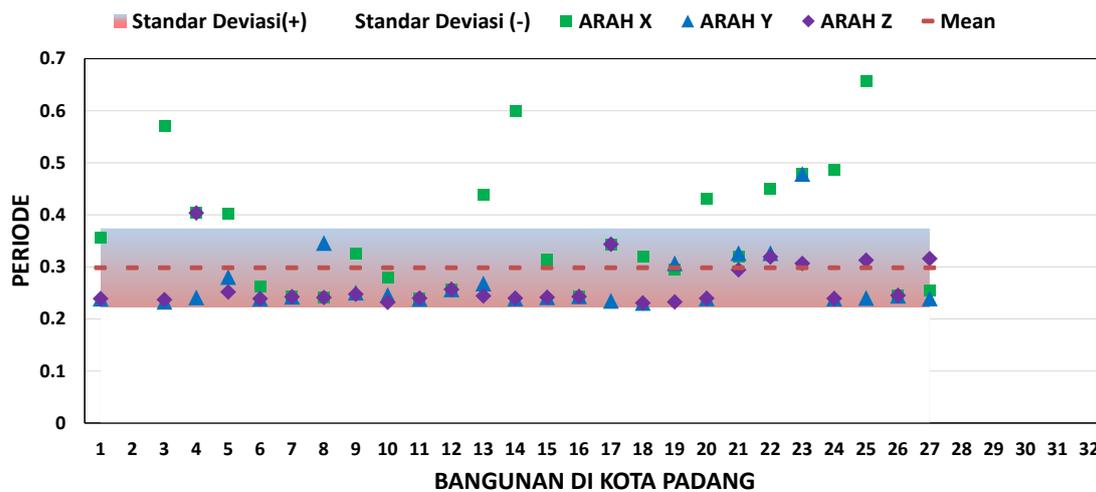
Grafik analisis statistik Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 memiliki pola yang sama, titik yang berwarna hijau, biru dan ungu berturut-turut menunjukkan arah X, Y, dan Z. Garis putus-

putus menunjukan *mean* atau rata-rata dari setiap data periode, sedangkan gradien warna biru dan *pink* merupakan data standar deviasi.

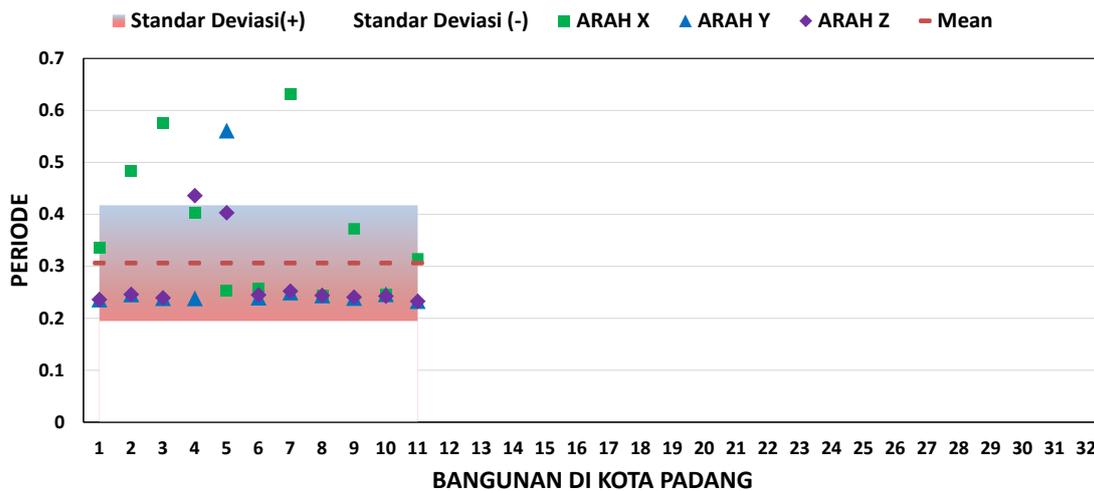
Pada lantai 3 gelombang arah X didapatkan rata-ratanya sebesar 0,364 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,018 dan 0,120. Seterusnya pada gelombang Y didapatkan rata-rata 0,26586 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,003 dan 0,054. Pada gelombang Z dengan lantai yang sama didapatkan nilai rata-ratanya sebesar 0,26459 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,002 dan 0,0435. Nilai terbesar dari analisis stastistik deskriptif dari rata-rata, varians, dan standar deviasi pada gelombang X, Y, dan Z berturut-turut yaitu 0,364, 0,0144, dan 0,120.



Gambar 6. Grafik Ukuran Pemusatan dan Penyebaran Data Periode Lantai 2 Arah X, Y, dan Z Beberapa Bangunan di Kota Padang



Gambar 7. Grafik Ukuran Pemusatan dan Penyebaran Data Periode Lantai 3 Arah X, Y, dan Z Beberapa Bangunan di Kota Padang



Gambar 8. Grafik Ukuran Pemusatan dan Penyebaran Data Periode Lantai 4 Arah X, Y, dan Z Beberapa Bangunan di Kota Padang

Berikutnya rata-rata dari periode pada lantai 4 dengan gelombang arah X sebesar 0,374 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,0187 dan 0,137. Seterusnya pada gelombang Y didapatkan rata-rata 0,270 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,009 dan 0,097. Pada gelombang Z dengan lantai yang sama didapatkan nilai rata-ratanya sebesar 0,27425 dengan varians dan standar deviasinya berturut-turut sebesar 0,005 dan 0,072. Nilai terbesar dari analisis statistik deskriptif dari rata-rata, varians, dan standar deviasi pada gelombang X, Y, dan Z berturut-turut yaitu 0,374, 0,019, dan 0,137. Tabel 2 merupakan rekapitulasi data analisis deskriptif periode getar alami bangunan. Tabel 3 menyajikan data analisis statistik deskriptif periode getar alami bangunan tiap lantai.

Tabel 2. Analisis Statistik Deskriptif Periode Getar Alami Bangunan

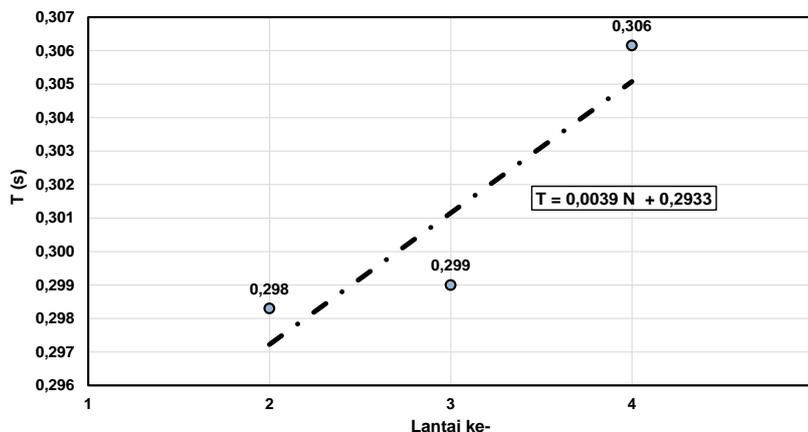
Lantai Bangunan	Arah Gelombang	Mean	Varian	Standar Deviasi
2	X	0.3866	0.0177	0.1332
	Y	0.2510	0.0012	0.0345
	Z	0.2573	0.0023	0.0477
3	X	0.3637	0.0139	0.1179
	Y	0.2659	0.0028	0.0531
	Z	0.2646	0.0018	0.0426
4	X	0.3741	0.0170	0.1302
	Y	0.2701	0.0085	0.0922
	Z	0.2742	0.0048	0.0691

Tabel 3. Analisis Statistik Deskriptif Periode Getar Alami Bangunan Tiap Lantai

Lantai Bangunan	Mean	Varian	Standar Deviasi
2	0.298	0.007	0.072
3	0.298	0.006	0.071
4	0.306	0.010	0.097

Dapat dilihat bahwa nilai periode getar alami bangunan yang diperoleh dari hasil analisis data terhadap 34 bangunan di Kota Padang nilainya hampir sama tiap lantainya. Nilai rata-rata periode pada lantai 2 yaitu 0,298 s dan memiliki varians dan standar deviasi yaitu 0,007 s dan 0,072 s. Pada lantai 3 didapatkan hasil rata-rata periode yaitu 0,298 s dan memiliki varians dan standar deviasinya yaitu 0,006 s dan 0,071 s. Sedangkan pada lantai 4 didapatkan hasil rata-rata periode yaitu 0,306 s dan memiliki varians dan standar deviasi yaitu 0,010 s dan 0,097 s. Hasil dari analisis ini tidak dapat dikontrol nilainya dikarenakan kemungkinan terdapat *noise* yang tidak bisa dihindari. Untuk mendapatkan nilai periode getar alami yang lebih akurat seharusnya data seismik mikrotremor diambil pada saat tempat benar-benar sepi agar nilai frekuensi atau periode mendekati angka yang diasumsikan.

Dari grafik pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa data periode tiap lantai yang diperoleh dapat menghasilkan suatu fungsi atau persamaan baru: $T = 0,0039N + 0,2933$. Variabel T merupakan periode dan N merupakan lantai bangunan. Persamaan ini dapat menjadi pedoman baru dibandingkan persamaan sebelumnya.



Gambar 9. Regresi Linear Antara Periode dan Lantai Bangunan

Dari hasil analisis periode getar alami bangunan di Kota Padang dapat dilihat perbedaannya dengan persamaan menurut ketentuan yang berlaku sebelumnya. Persamaan tersebut menjadi dasar asumsi nilai periode getar alami bangunan. Adapun nilai periode yang diperkirakan yaitu berdasarkan persamaan (1) nilai periode pada lantai dua yaitu 0,2, lantai tiga yaitu 0,3, kemudian lantai empat yaitu 0,4 dan seterusnya. Perbandingan periode hasil eksperimen dengan persamaan $T = \zeta N$ dari SNI 2019 dapat dilihat pada Tabel 4. Perbandingan periode hasil eksperimen dengan persamaan dari SNI 2019 berbeda-beda tiap lantainya. Pada lantai 2 selisih nilai eksperimen dengan persamaan dari SNI 2019 senilai 0,198, pada lantai 3 selisihnya senilai 0,098 dan pada lantai 4 yaitu senilai 0,006.

Tabel 4. Periode Hasil Eksperimen dengan Persamaan $T = \zeta N$ dari SNI 2019

Lantai Bangunan	Periode Getar (s)		Perbedaan (s)
	Eksperimen $T = 0,0039N + 0,2933$	SNI 176 2019 $T = \zeta N$	
2	0,298	0,100	0,198
3	0,298	0,200	0,098
4	0,306	0,300	0,006

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian periode getar alami bangunan yang dianalisis menggunakan data seismik mikrotremor pada 34 bangunan di Kota Padang, periode getar yang diperoleh cukup berbeda dengan Persamaan 1 yaitu $T = \zeta \cdot N$ dengan nilai ζ adalah 0,1 berdasarkan SNI 1726 2019. Pada pengukuran mikrotremor pada bangunan-bangunan di Kota Padang, nilai T yang dihasilkan disusun berdasarkan lantai bangunan, yaitu 0,298, 0,298, dan 0,306 untuk nilai T pada lantai 2 sampai lantai 4. Dari nilai T tersebut didapatkan persamaan baru yaitu $T = 0,0039N + 0,2933$, variabel T adalah nilai periode getar alami dan N adalah jumlah lantai bangunan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Altavillah, R. (2015). Analisis Pengaruh Variasi *Marine Growth Risk Based Fatigue And Dynamic Response Analysis With Marine Growth Variation*.
- Ariyadira, R. (2011). Analisis Periode Getar Dan Redaman Struktur Gedung *Engineering Center Berdasarkan Data Pengukuran Vibrasi*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Sni 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, 8, 254.
- Edward, I. A. (2013). Bahaya Gempa Bumi Zona Patahan Sumatera. Gambar 1, 1–9.
- Gosar, A., Roser, J., Motnikar, Ba. S., & Zupancic, P. (2010). *Mikrotremor Study Of Site Effect And Soil Structure Resonance In The City Of Ljubljana(Central Slovenia)*. 571–592.
- Haerudin, N., & Alami, F. (2019). *Mikroseismik, Mikrotremor, dan Mikroearthquake dalam Ilmu Kebumihan*.
- Mirzaoglu, M., & Dýkmen, Ü. (2003). *Application of Microtremors to Seismic Microzoning Procedure*. 6(3), 143–156.
- Nur, A. M. (2010). Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya. 8(1).
- SESAME. (2004). *Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations-Measurements, Processing and Interpretations, SESAME European Research Project EVG1-CT-2000-00026, deliverable D23.12. SESAME: Site EffectS Assessment Using Ambient Excitations, March*, 1–62.
- Suciati Febrina, H. (2017). Analisis Kerentanan Bangunan dengan Pengujian Mikrotremor Studi

Kasus di Daerah Rawan Pergerakan Tanah.

Wahyuni. (2019). Analisis Kerusakan Pompa Terhadap Getaran. *Journal of Chemical Information and Modeling*.

Wulandari, V., Wulandari, V., & Bahri, A. S. (2012). Analisis Mikrotremor untuk Evaluasi Kekuatan Bangunan Studi Kasus Gedung Perpustakaan ITS. *Jurnal Sains dan Seni ITS*,1(1),B55–B59. http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/435