

Teodolita

JURNAL ILMU-ILMU TEKNIK

VOL. 21 NO. 2, Desember 2020

- ☐ Study Perilaku Respon Struktur Sdof Akibat Beban Input Getar Harmonik Horisontal
- ☐ Studi Pendahuluan Batubara Di Desa Gunungsari Kecamatan Segah Kabupaten Berau Kalimantan Timur
- ☐ Analisa Transformasi Gelombang Pada Breakwater Di PLTU Karangandri Cilacap
- ☐ Persepsi Masyarakat Tentang Prioritas Kebutuhan Fisik Trotoar di kota Purwokerto Kabupaten Banyumas
- ☐ Analisis Potensi Sungai Kampung Batik Laweyan Sebagai Upaya Pengembangan Pariwisata Kota
- ☐ Pengaruh Sungai Bengawan Solo Terhadap Sejarah Perkembangan Kota Surakarta
- ☐ Evaluasi Perubahan Ruang Luar Rumah Tinggal Deret Terhadap Tampak Dan potensi Kumuh Pada Perumahan Anthurium Regency Purwokerto
- ☐ Review Durability Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash
- ☐ Penerapan Material Lantai Berpengaruh Terhadap Kalor Ruang Gereja Katolik Di Purbalingga
- ☐ Smart Sistem Anti Rem Blong Pada Sistem Rem Tromol Berbasis *Raspberry Pi*
- ☐ Dampak Sosial Fisik Dan Kimia Pembangunan Pasar Cilongok
- ☐ Studi Karakteristik Propetis Tanah di Kecamatan Teluk Mutiara Kabupaten Alor
- ☐ Sistem Presensi Pengenalan Wajah Dengan Metode *Principal Component Analysis* (Pca)
- ☐ Analisis Pengaruh Frekuensi Gilasan Alat Pemadat Terhadap Kepadatan Lapangan (Studi Kasus Pembangunan Konstruksi Ashpond di PLTU Tanjung Jati B Jepara)

Remigildus Cornelis, Andy Hidayat Rizal, Wilhelmus B., Elsy Elisabet H.

Ary Sismiani

Indarto, Rifki Aji Ramadhan, Novi Andhi Setyo Purwono, Iwan Rustendi

Dwi Istiningasih, F. Eddy Poerwodihardjo

Rully, A. Bambang Yuwono

Wahyu Prabowo, Rully

Basuki, Dwi Jati Lestariningsih

Remigildus Cornelis, Iwan Rustendi

Yohanes Wahyu Dwi Yudono, Reni Sulistyawati AM

Teguh Priyanto, Dody Wahjudi, Priyono Yulianto

Susatyo Adhi Pramono, Priyono Yulianto, Dody Wahjudi

Tri M. W. Sir, Dantje A. T. Sina, Jusuf J.S. Pah

Eko Sudaryanto, Asep Suryanto

Pingit Broto Atmadi, Iwan Rustendi, F. Eddy Purwodihardjo, Cipta Pradipta Hudoyo

UNIVERSITAS WIJAYAKUSUMA PURWOKERTO

Teodolita	Vol. 21	NO. 2	Hlm. 1 - 121	ISSN 1411-1586	Purwokerto Des 2020
-----------	---------	-------	--------------	-------------------	------------------------

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

JURNAL TEODOLITA

VOL. 21 NO. 2, Desember 2020

ISSN 1411-1586

HALAMAN REDAKSI

Jurnal Teodolita adalah jurnal ilmiah fakultas teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang merupakan wadah informasi berupa hasil penelitian, studi literatur maupun karya ilmiah terkait. Jurnal Teodolita terbit 2 kali setahun pada bulan Juni dan Desember.

- Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
- Pimpinan Redaksi : Dody Wahjudi, ST.,MT
- Sekretaris : Citra Pradipta Hudoyo, ST., MT
- Bendahara : Yohana Nursruwening, ST., MT
- Tim Reviewer :
1. Dr. Ir. Irawadi, CES. (Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik (UNWIKU)
 2. Dr. Novi Andhi Setyo Purwono, ST., MT (Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik (UNWIKU)
 3. Ir. Dwi Jati Lestariningsih, MT (Prodi Arsitektur Fakultas Teknik UNWIKU)
 4. Kholistianingsih, ST., MEng (Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik UNWIKU)
 5. Dr. Remigildus Cornelis, ST., MT. (Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana Kupang)
 6. Sulfah Anjarwati, ST., MT. (Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
 7. Ain Sahara, ST., M.Eng. (Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan)
 8. Eka Widiyananto, ST., MT. (Arsitektur STT Cirebon)
 9. Dr. Ani Tjitra Handayani, ST., MT (Teknik Sipil STTNAS Yogyakarta)
 10. Ir. Gigih Priyandoko, MT., Ph.D (Teknik Elektro Universitas Widya Gama Malang)
 11. Dr. Ir. Hadi Wahyono, M.A. (Arsitektur UNDIP Semarang)
- Sirkulasi&Distribusi : 1. Priyono Yulianto, ST., MT
2. Eko Sudaryanto, ST., MKom
- Alamat Redaksi : Sekretariat Jurnal Teodolita
Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Karangsalam-Beji Purwokerto
Telp 0281 633629

Email : jurnalteodolita@gmail.com

Tim Redaksi berhak untuk memutuskan menyangkut kelayakan tulisan ilmiah yang dikirim oleh penulis. Naskah yang di muat merupakan tanggungjawab penulis sepenuhnya dan tidak berkaitan dengan Tim Redaksi.

PENGANTAR REDAKSI

Edisi Desember 2020 memuat materi yang membahas tentang ilmu-ilmu teknik bidang Teknik Sipil, Teknik Arsitektur dan Teknik Elektro. Pembahasan yang diberikan diharapkan dapat menambah wawasan bagi siapa saja yang membacanya.

Kontribusi makalah dari berbagai pihak baik di dalam lingkungan kampus maupun di luar lingkungan kampus sangat redaksi harapkan agar dapat memberikan pengetahuan tentang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada.

Akhir kata redaksi mengharapkan peran serta seluruh komponen untuk dapat menjadi pemakalah pada jurnal teodolita pada edisi Juni 2021..

REDAKSI

JURNAL TEODOLITA

VOL. 21 NO. 2, Desember 2020

ISSN 1411-1586

DAFTAR ISI

Study Perilaku Respon Struktur Sdof Akibat Beban Input Getar Harmonik Horizontal	1 - 8
<i>Remigildus Cornelis, Andy Hidayat Rizal, Wilhelmus B, Elsy Elisabet H</i>	
Studi Pendahuluan Batubara Di Desa Gunungsari Kecamatan Segah Kabupaten Berau Kalimantan Timur	9 - 18
<i>Ary Sismiani</i>	
Analisa Transformasi Gelombang Pada Breakwater Di Pltu Karangandri Cilacap	19 - 30
<i>Indarto, Rifki Aji Ramadhan , Novi Andhi Setyo Purwono, Iwan Rustendi</i>	
Persepsi Masyarakat Tentang Prioritas Kebutuhan Fisik Trotoar di kota Purwokerto kabupaten Banyumas	31 - 36
<i>Dwi Istiningsih, F.Eddy Poerwodihardjo</i>	
Analisis Potensi Sungai Kampung Batik Laweyan Sebagai Upaya Pengembangan Pariwisata Kota	37 - 43
<i>Rully , A. Bambang Yuuwono</i>	
Pengaruh Sungai Bengawan Solo Terhadap Sejarah Perkembangan Kota Surakarta	44 - 50
<i>Wahyu Prabowo, Rully</i>	
Evaluasi Perubahan Ruang Luar Rumah Tinggal Deret Terhadap Tampak Dan potensi Kumuh Pada Perumahan Anthurium Regency Purwokerto	51 - 57
<i>Basuki, Dwi Jati Lestariningsih</i>	
Review Durability Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash	58 - 69
<i>Remigildus Cornelis, Iwan Rustendi</i>	
Penerapan Material Lantai Berpengaruh Terhadap Kalor Ruang Gereja Katolik Di Purbalingga	70 - 75
<i>Yohanes Wahyu Dwi Yudono , Reni Sulistyawati AM</i>	
Smart Sistem Anti Rem Blong Pada Sistem Rem Tromol Berbasis Raspberry Pi	76 - 88
<i>Teguh Priyanto, Dody Wahjudi, Priyono Yulianto</i>	

Dampak Sosial Fisik Dan Kimia Pembangunan Pasar Cilongok 89 - 104
Susatyo Adhi Pramono , Priyono Yulianto, Dody Wahjudi

**Studi Karakteristik Propetis Tanah di Kecamatan Teluk Mutiara
Kabupaten Alor 105 -111**
Tri M. W. Sir ;Dantje A. T. Sina ; Jusuf J.S. Pah

**Sistem Presensi Pengenalan Wajah Dengan Metode *Principal Component
Analysis (Pca)* 112 -115**
Eko Sudaryanto, Asep Suryanto

**Analisis Pengaruh Frekuensi Gilasan Alat Pemadat Terhadap Kepadatan Lapangan
(Study Kasus Pembangunan Konstruksi Ashpond Di Pltu Tanjung Jati B Jepara)
..... 116 -121**
Pingit Broto Atmadi, Iwan Rustendi, F Eddy Purwodihardjo, Citra Pradipta Hudoyo

STUDY PERILAKU RESPON STRUKTUR SDOF AKIBAT BEBAN INPUT GETAR HARMONIK HORIZONTAL

Remigildus Cornelis¹; Andi Hidayat Rizal²; Wilhelmus Bunganaen²; Elsy Elisabet Hangge²

¹Program Studi Teknik Sipil, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang

²Program Studi Teknik Sipil, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang

Abstrak

Penggunaan sistim struktur bangunan gedung berlantai banyak (*highrise building*) dan langsing menyebabkan sistem struktur berperilaku lebih fleksibel walaupun redaman internalnya relatif kecil. Potensi kegagalan dapat terjadi ketika goncangan besar disebabkan oleh gempa atau angin. Untuk itu diperlukan pemahaman perilaku getar struktur baik sistem SDOF atau MDOF. Penelitian ini bertujuan menganalisa secara numerik respon struktur SDOF terhadap input getaran horizontal harmonik. Informasi perilaku respon struktur ini selanjutnya sebagai informasi awal perancangan sistem peredam pada bangunan.

Dalam penelitian ini, model struktur SDOF memiliki dimensi real yaitu ukuran balok 30 x 40, ukuran kolom 20 x 30, Modulus Elastisitas adalah $2,2 \times 10^5 \text{ cm}^4$, tinggi struktur adalah 3 m, rasio redaman yaitu 5% dan beban merata adalah 2,5 t/m. Beban input dinamik harmonik berupa beban sinusoidal bekerja pada pondasi. Untuk mengetahui respon struktur maka dilakukan variasi terhadap kekakuan yaitu (1) kekakuan struktur SDOF dikalikan 0.5 kekakuan acuan, (2) kekakuan struktur SDOF dua kali kekakuan acuan, variasi terhadap massa yaitu (3) massa struktur SDOF dikalikan 0.5 kekakuan acuan, (4) massa struktur SDOF dua kali massa acuan. Parameter yang dikaji adalah respons struktur yaitu defleksi, kecepatan dan percepatan lantai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa defleksi lantai semakin besar ketika massa struktur semakin besar berbanding terbalik dengan peningkatan kekakuan struktur. Defleksi yang terjadi ketika kekakuan struktur semakin kecil (langsing) atau massa struktur diperbesar menunjukkan pola bergelombang pada puncak defleksi menyebabkan trend peningkatan defleksi mengikuti pola eksponensial atau tidak linier. Hal ini karena efek inersia dari massa struktur yang semakin besar menambah defleksi pada struktur. Respon kecepatan dan percepatan juga menunjukkan pola yang sama dan memiliki nilai negatif atau berlawanan dengan arah datangnya beban getar. Luaran dari penelitian ini dapat menjadi acuan bagi para perancangan struktur tahan gempa terutama didaerah NTT.

Kata Kunci: Respon dinamik, SDOF, Getaran Horizontal

Abstract

The advanced of a high-rise building and slender structural system causes the structural system to behave more flexible but with internal damper relatively small. The potential for failure can occur when large shocks are caused by earthquake or wind. For that we need an understanding of the vibration behavior of both the SDOF and MDOF systems. This study aims to numerically analyze the response of the SDOF structure to the input of horizontal harmonic vibrations. The information on the response behavior of this structure is then used as initial information on the design of the building damper system.

In this study, the SDOF structural model has dimensions, namely beam size 30 x 40, column size 20 x 30, Modulus of elasticity is $2.2 \times 10^5 \text{ cm}^4$, structure height is 3 m, damping ratio is 5% and the dynamic load is 2, 5 t / m. The sinusoidal harmonic dynamic input load acting on the foundation of the structure. To determine the structural response, variations in stiffness were carried out, that are (1) SDOF structural stiffness multiplied by 0.5 reference stiffness, (2) SDOF structural stiffness twice the reference stiffness, variations with respect to mass, that are (3) SDOF structure mass multiplied by 0.5 reference stiffness, (4) the mass of the SDOF structure is twice the reference mass. The parameters studied were the deflection, velocity and acceleration of the floor mass.

The results showed that the floor deflection was increased as the structure mass system was increased. This result was inversely proportional to the increase in structural stiffness. The deflection of the floor gets smaller as the stiffness of the structure was increased. The pattern of the deflection curve shows a wavy pattern at the peak of the deflection causing an increasing trend of deflection to follow an exponential or nonlinear pattern. This is because the inertia effect of the larger mass of the structure increases the deflection of the structure. The velocity and acceleration responses also show the same pattern and have a negative value or opposite to the direction of the vibration load. The output of this research can be used as a reference for earthquake resistant structural designs, especially in the NTT area.

Keyword : Dynamic Response, SDOF, Horizontal Vibration.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi struktur bangunan gedung berlantai banyak (*highrise building*) mengarah pada sistem struktur yang lebih langsing sehingga menjadi lebih fleksibel namun nilai redaman internal relatif kecil. Kondisi ini dapat meningkatkan potensi kegagalan struktur ketika terjadi guncangan besar yang ditimbulkan oleh gempa atau angin. Untuk mereduksi guncangan tersebut diperlukan pemahaman perilaku getar struktur baik sistem SDOF (*single degree of freedom*) atau MDOF (*multi degree of freedom*) selanjutnya disingkat struktur SDOF dan struktur MDOF. Parameter penting yang perlu dipahami adalah perilaku respon struktur terhadap getaran eksternal horizontal dalam bentuk perpindahan (*displacement*), kecepatan (*velocity*), percepatan (*acceleration*) dan frekuensi alami struktur.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa perilaku sistem struktur SDOF dan MDOF menentukan metode reduksi getaran sistem struktur. Hasil penelitian Press, 1997, menyimpulkan usaha mereduksi getaran yang ditimbulkan oleh beban dinamik pada bangunan tinggi yang fleksibel yaitu dengan cara

menjauhkan frekwensi mode utama dari frekwensi resonansi. Jika perilaku respon sistem SDOF dan MDOF diketahui maka dapat di desain perangkat peredam untuk berbagai tipe struktur seperti gedung bertingkat, menara dan jembatan. Pada struktur gedung umumnya sistem peredam dipasang pada lantai atas dengan tujuan agar dapat bergetar secara harmonik dengan periode getar struktur. Perilaku sistem struktur MDOF sangat terkait dengan sistem struktur SDOF.

Muzahab dan Nasution, 2016, melakukan studi respon struktur berperedam eksternal akibat beban dinamik. Model benda uji yang digunakan adalah struktur portal open frame 3D. Beban dinamik berupa beban impuls. Redaman eksternal yang digunakan adalah jenis TMD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terjadi tambahan kekakuan pada sistem peredam eksternal. Peredam luar dengan spons memberikan peningkatan redaman yang tinggi. Sistem redaman TMD tidak memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap perubahan frekuensi natural namun sangat signifikan pada nilai rasio redaman struktur. Beban impuls menghasilkan pengaruh redaman eksternal tidak signifikan terhadap kondisi steady state.

Suryanita dan sarfika, 2007, melakukan studi respon struktur SDOF dengan beban

inputnya adalah beban sinusoidal $P(t) = 1500\sin(\pi t/0,6)$. Parameter yang dikaji adalah perpindahan lantai, kecepatan dan percepatan. Struktur yang ditinjau adalah struktur beton dengan dimensi balok 30 cm x 40 cm dan kolom dengan ukuran 20 cm x 30 cm. Struktur diberi beban merata (q) sebesar 2,5 t/m'. Modulus elastik beton $E_b = 2,2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$, dan percepatan gravitasi $g = 980 \text{ cm/det}^2$. Kajian numerik yang digunakan menggunakan integral Duhamel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar masa menghasilkan displacement yang semakin besar sebaliknya semakin besar kekakuan menghasilkan displacement yang semakin kecil, sedangkan kecepatan dan percepatan bernilai negatif.

Sukoyo, 2010 melakukan studi pemodelan struktur untuk simulasi respons struktur akibat beban dinamik. Model struktur yang digunakan rangka 2D SDOF. Parameter yang dikaji adalah perpindahan akibat beban dinamik. Perhitungan perpindahan dinamik menggunakan metode Rungge Kutta orde 4. Hasil kajian menunjukkan bahwa pola respons perpindahan, kecepatan, dan percepatan dari struktur yang menerima beban dinamik akan mengikuti pola beban yang bekerja.

2. TINJAUAN TEORITIS

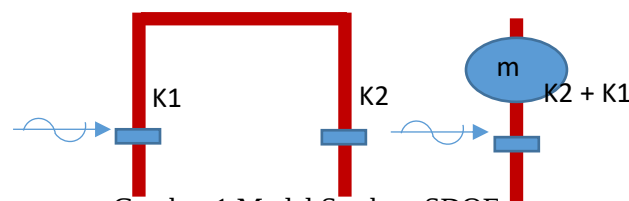
Respons dinamik dari struktur dapat ditentukan dengan menyelesaikan sistem persamaan gerak dari struktur, secara langsung atau dengan menggunakan metode numerik yaitu:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = P(t)$$

m	: massa, kg.det ² /cm
c	: Koefisien redaman
k	: Kekakuan, kg/cm
$p(t)$	: Beban dinamik
$\dot{x}$	: Kecepatan (cm/det)
x	: Displacement (cm)
$\ddot{x}$	: Percepatan (cm/det ²)

Struktur dengan derajat kebebasan tunggal (single degree of freedom, SDOF), berarti hanya satu koordinat yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu massa pada saat tertentu.

Jumlah derajat kebebasan biasanya dikaitkan dengan jumlah massa dengan anggapan bahwa struktur berperilaku seperti dinding geser.



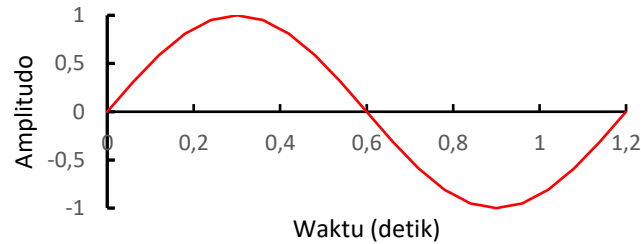
Gambar 1 Model Struktur SDOF

Untuk menentukan displacement (x), Kecepatan ($\dot{x}$) dan percepatan ($\ddot{x}$) dapat dilakukan secara analitis dan numerik.

3. METODE PENELITIAN

Model struktur SDOF yang ditinjau menggunakan model suryanita dan sarfika, 2007. Pada penelitian ini beban input harmonik diberikan pada bagian pondasi bukan pada bagian lantai seperti pada penelitian suryanita dan sarfika, 2007. Struktur SDOF direncanakan memiliki dimensi balok 30 cm x 40 cm dan kolom

dengan ukuran 20 cm x 30 cm. Struktur diberi beban merata (q) sebesar 2,5 t/m'. Modulus elastik beton $E_b = 2,2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$, dan percepatan gravitasi $g = 980 \text{ cm/dt}^2$. Level ketinggian lantai adalah 3 m. Pada penelitian ini, kajian numerik menggunakan program SAP 2000 versi under student Struktur dibebani dengan beban dinamik fungsi sinusoidal sebesar $P(t) = \sin(\pi t/0,6)$ selama 1,2 detik seperti pada Gambar 1. di bawah ini,



Gambar 1 Pola Beban $P(t) = \sin(\pi t/0,6)$

Rencana Model struktur SDOF secara detail sebagai berikut :

Massa, $M = 12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$, kekakuan, $K = 4400 \text{ kg/cm}$. Massa dan kekakuan ini dijadikan acuan dalam perhitungan. Analisis sistem dilakukan dengan variasi massa dan variasi kekakuan untuk sistem teredam dengan rasio redaman 5%.

Variasi I dilakukan dengan massa tetap atau sama dengan massa acuan dan kekakuan setengah dari kekakuan acuan ($M = 12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$, $K = 2200 \text{ kg/cm}$). Variasi II

dilakukan dengan massa tetap dan kekakuan dua kali kekakuan acuan ($M = 12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$, $K = 8800 \text{ kg/cm}$). Variasi III dilakukan dengan massa setengah dari massa acuan dan kekakuan tetap atau sama dengan kekakuan acuan ($M = 6,4 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$, $K = 4400 \text{ kg/cm}$). Variasi IV dilakukan dengan massa dua kali massa acuan dan kekakuan tetap atau sama dengan kekakuan acuan ($M = 25,6 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$, $K = 4400 \text{ kg/cm}$). Variasi massa, kekakuan dan jumlah lantai secara detail dapat dilihat pada Tabel. 1.

Tabel 1. Variasi Massa, Kekakuan, dan Jumlah Lantai

Variasi	Masa (kg.det ² /cm)	Kekakuan Kg/cm	Keterangan
-	12.8	4400	Acuan
1	12.8	2200	Massa tetap, kekakuan 1/2 kali dari acuan
2	12.8	8800	Massa tetap, kekakuan 2 kali dari acuan
3	6.4	4400	Kekakuan tetap, massa sama dengan 1/2 kali acuan
4	25.6	4400	Kekakuan tetap, massa 2 kali dari acuan

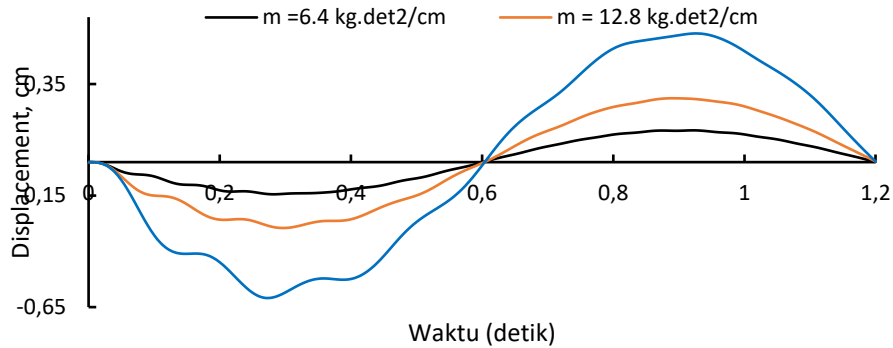
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil respons riwayat waktu sistem akibat pola beban harmonik sinusoidal dengan berbagai variasi massa dan kekakuan adalah sebagai berikut :

4.1 Perpindahan

- Struktur dengan variasi masa dan kekakuan tetap sebesar 4400 kg/cm

Sistem dengan massa sebesar $6,4 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan perpindahan maksimum sebesar $-0,14419 \text{ cm}$, massa sebesar $12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan perpindahan maksimum sebesar $-0,29508 \text{ cm}$ dan untuk massa sebesar $25,6 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan perpindahan maksimum sebesar $-0,60899 \text{ cm}$.



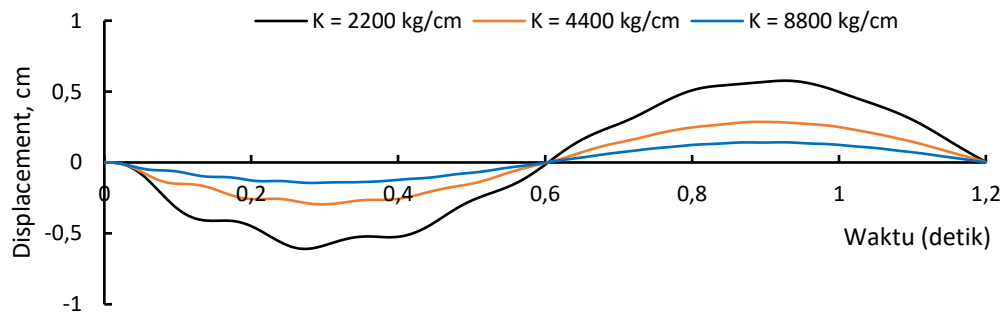
Gambar 2. Grafik riwayat waktu terhadap perpindahan dengan masa yang divariasi

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa semakin besar massa maka semakin besar pula perpindahan maksimum yang dihasilkan namun terlihat bahwa semakin besar masa maka kurva displacement maksimum berbentuk gelombang. Hal ini karena efek inersia masa dimana pergerakan masa diakibatkan oleh beban pada pondasi. Pada kondisi awal, pergerakan massa berlawanan dengan arah beban input, namun karena beban tidak langsung bersentuhan massa sehingga terjadi efek gelombang (efek eksentrisitas) menyebabkan grafik displacement membentuk pola gelombang, hal ini menyebabkan peningkatan massa menyebabkan perpindahan maksimum bertambah hampir 2 kali, secara visual dapat dilihat pada Gambar 4.2. Periode getar juga memperlihatkan

kecenderungan yang sama sebagai berikut untuk massa 6.4 kg.dt²/cm adalah 0.04019 detik, 12,8 kg.det²/det adalah 0.05683 detik dan struktur dengan masa 25.6 kg.det²/cm adalah 0.08037 detik.

- b. Sistem dengan variasi kekakuan dan massa tetap sebesar 12.8 kgdt²/cm.

Sistem dengan kekakuan sebesar 4400 kg/cm menghasilkan perpindahan maksimum sebesar -0.29508 cm, kekakuan sebesar 2200 kg/cm menghasilkan perpindahan maksimum sebesar -0,60899 cm dan untuk kekakuan sebesar 8800 kg/cm menghasilkan perpindahan maksimum sebesar -0,14419 cm.



Gambar 3. Grafik hubungan riwayat waktu dengan perpindahan karena variasi kekakuan

Semakin besar kekakuan maka semakin kecil perpindahan maksimum yang dihasilkan atau dengan kata lain kekakuan berbanding terbalik dengan perpindahan maksimum, secara visual dapat dilihat pada Gambar 3

Hasil hitungan di atas memperlihatkan bahwa semakin besar periode getar (T) maka perpindahan maksimum yang dihasilkan juga

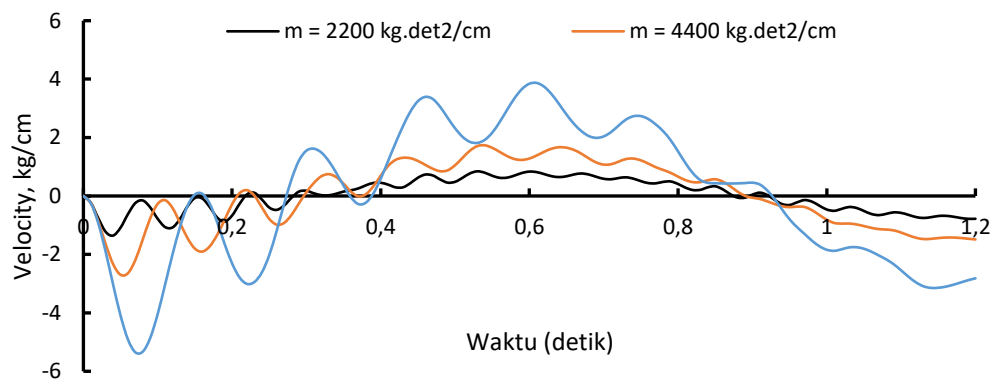
semakin besar. Hal ini terjadi karena periode getar kecil menunjukkan bahwa sistem kaku dan periode getar besar memperlihatkan sistem lebih fleksibel, sehingga semakin besar periode getar semakin besar pula perpindahan maksimum yang dihasilkan. Hasil analisis ini juga memperlihatkan bahwa displacement maksimum terjadi berlawanan dengan arah getaran, hal

sesuai dengan hukum newton bahwa respon masa akan berlawanan dengan arah datangnya gangguan. Ketika sistim struktur semakin langsing maka terlihat displacement pada masa meningkat lebih besar, pada penelitian ini pengurangan kekakuan sebesar setengah menyebabkan displacement yang terjadi hampir 300% sedangkan peningkatan kekakuan 200 %, displacement yang terjadi hanya 200%, dari gambar 3 terlihat semakin langsing struktur maka displacement yang terjadi bergelombang atau tidak linier dengan besarnya gangguan, hal ini menyebabkan displacement yang terjadi menjadi semakin besar.

4.2 Kecepatan

a. Sistem dengan variasi massa dan kekakuan tetap sebesar 4400 kg/cm

Sistem dengan massa sebesar $6,4 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan kecepatan maksimum sebesar -1.35373 cm/dt, massa sebesar $12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan kecepatan maksimum sebesar -2.68693 cm/dt dan untuk massa sebesar $25,6 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$ menghasilkan kecepatan maksimum sebesar -5.35265 cm/dt.

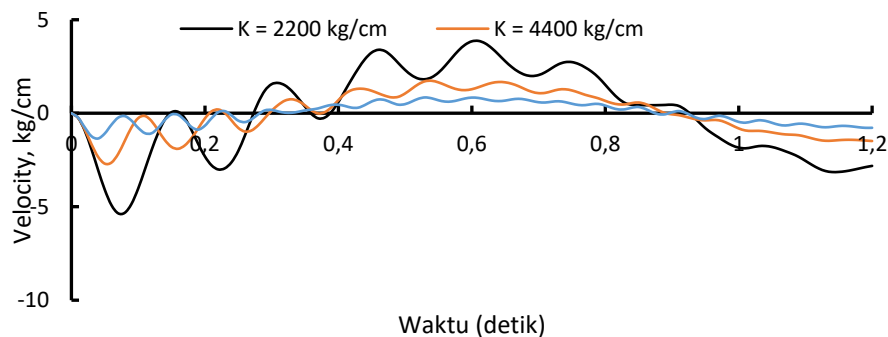


Gambar 4, Grafik kecepatan terhadap riwayat waktu dengan masa yang divariasi

b. Sistem dengan variasi kekakuan dan massa tetap sebesar $12,8 \text{ kgdt}^2/\text{cm}$.

Sistem dengan kekakuan sebesar 2200 kg/cm menghasilkan kecepatan maksimum

sebesar -5,35265 cm/dt, kekakuan sebesar 4400 kg/cm menghasilkan kecepatan maksimum sebesar -2,69683 cm/dt dan untuk kekakuan sebesar 8800 kg/cm menghasilkan kecepatan maksimum sebesar -1,35373 cm/dt.



Gambar 5. Grafik hubungan riwayat waktu dengan perpindahan karena variasi kekakuan

Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan bahwa variasi massa dan kekakuan mengasilkan kecepatan maksimum yang semua nilainya negatif. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan

maksimum terjadi pada arah yang berlawanan dengan arah beban. Nilai kecepatan untuk tiap penambahan massa awalnya cenderung bertambah besar dulu seterusnya seiring

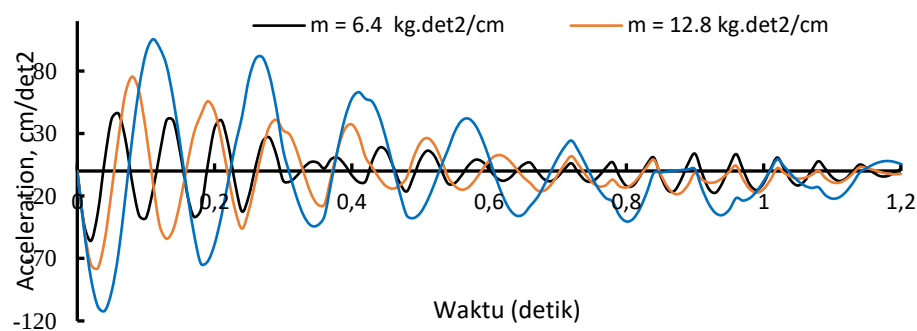
penambahan massa hasilnya akan mengecil. Nilai kecepatan untuk tiap penambahan kekakuan cenderung akan semakin kecil.

Hitungan kecepatan dengan variasi kekakuan memperlihatkan bahwa periode getar berbanding lurus dengan nilai kecepatan maksimum yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena periode getar kecil menunjukkan bahwa sistem kaku dan periode getar besar menunjukkan sistem lebih fleksibel, sehingga semakin besar periode getar maka semakin besar pula kecepatan maksimum yang dihasilkan.

4.3 Percepatan

- a. Sistem dengan variasi massa namun kekakuan tetap sebesar 4400 kg/cm

Sistem dengan massa sebesar 6,4 kgdt²/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -55,913 cm/dt², massa sebesar 12,8 kgdt²/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -77.6568 cm/s² dan untuk massa sebesar 25,6 kgdt²/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -111.903 cm/dt².

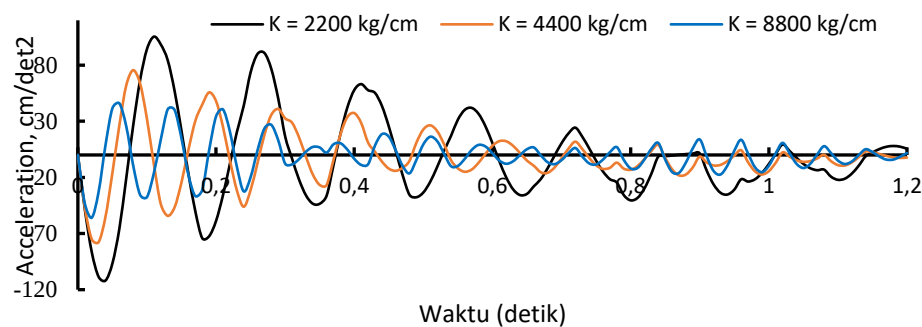


Gambar 6, Grafik percepatan terhadap riwayat waktu dengan masa yang divariasi

- b. Sistem dengan variasi kekakuan namun massa tetap sebesar 12,8 kgdt²/cm

Sistem dengan kekakuan sebesar 2200 kg/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -111,903 cm/dt², kekakuan sebesar 4400

kg/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -77.6568 cm/dt² dan untuk kekakuan sebesar 8800 kg/cm menghasilkan percepatan maksimum sebesar -55,9513 cm/dt².



Gambar 7. Grafik hubungan riwayat waktu dengan perpindahan karena variasi kekakuan

Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan nilai percepatan maksimum yang dihasilkan oleh variasi massa dan kekakuan. Nilai percepatan untuk tiap penambahan massa awalnya cenderung besar namun menurun seterusnya seiring penambahan massa namun nilai

percepatan untuk tiap penambahan kekakuan cenderung akan semakin kecil.

Hitungan percepatan dengan variasi kekakuan memperlihatkan bahwa periode getar berbanding lurus dengan nilai percepatan maksimum yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena periode getar kecil menunjukkan bahwa sistem

kaku dan periode getar besar menunjukkan sistem lebih fleksibel, sehingga semakin besar periode getar maka semakin besar pula percepatan maksimum yang dihasilkan. Percepatan maksimum besar akan mengakibatkan sistem mengalami kerusakan.

Grafik displacement, kecepatan dan percepatan dengan variasi kekakuan dan massa pada penelitian ini secara umum berbeda berbeda dengan hasil penelitian suryanita dan sarfika, 2007. Hal ini karena beban input pada penelitian ini diberikan pada pondasi bukan ada lantai. Namun efek peningkatan massa dan kekakuan terhadap displacement, kecepatan dan percepatan massa hampir sama. Perbedaannya adalah bahwa pada struktur dengan massa yang besar atau kekakuan kecil, akan terjadi efek gelombang (efek eksentrisitas) menjelang atau sesudah puncak displacement. Hal ini karena beban pada penelitian ini tidak langsung bersentuhan dengan massa struktur.

5. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis respon struktur SDOF pada penelitian ini dapat diambil

kesimpulan bahwa semakin besar massa maka semakin besar pula perpindahan maksimum yang dapat mencapai 200%. Peningkatan massa tingkat struktur menyebabkan peningkatan perpindahan maksimum. Sebaliknya kekakuan, semakin besar kekakuan maka semakin kecil perpindahan maksimum yang dihasilkan dan dapat mencapai 200%. Peningkatan kekakuan struktur berbanding terbalik dengan perpindahan maksimum.

Variasi massa dan kekakuan menghasilkan kecepatan maksimum yang semua nilainya negatif. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan maksimum terjadi pada arah yang berlawanan dengan arah beban. Nilai kecepatan dan percepatan untuk tiap penambahan massa cenderung bertambah besar sedangkan nilai kecepatan untuk tiap penambahan kekakuan cenderung akan semakin kecil.

Jika beban dinamis tidak bersentuhan langsung dengan massa struktur maka akan terjadi efek gelombang menjelang dan sesudah displacement maksimum. Hal ini dapat memicu peningkatan displacement yang significant.

DAFTAR PUSTAKA

- Morón, Carlos, Alfonso García, Daniel Ferrández, dan Víctor Blanco. 2015. "Transmission of Impact Vibration on Concrete and Mortar Sheets." *Hindawi* 2015: 6.
- Muzahab, Laode, dan Amrinsyah Nasution. 2016. "Tanggap struktur berperedam eksternal akibat beban dinamik." In *Seminar HAKI 2016*, 1–14.
- Press, W I T. 1997. "Experimental Modal Analysis testing - a powerful tool for identifying the in-service condition of bridge structures." *Transactions on Modelling and Simulation* 16.
- Sukoyo. 2010. "Pemodelan bangunan untuk simulasi respons struktur akibat beban dinamik." *Jurnal Teknik Sipil*, no. 024.
- Suryanita Yeni, Sarfika Hendra, 2007, Respons Struktur SDOF Akibat Beban Sinusoidal Dengan Metode Integral Duhamel, *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 7, No. 3, Juni 2007 : 266-278