

ANALISIS STRUKTUR DENGAN DINDING PENGISI DAN TANPADINDING PENGISI PADA GEDUNG BERTINGKAT TERHADAP PERILAKU DINAMIK DENGAN METODE *TIME HISTORY*

Tiara Cahaya¹⁾, Mukhlis Islam¹⁾, Yuzuar Afrizal¹⁾, Ade Sri Wahyuni¹⁾, Agustin Gunawan¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Jl. W. R. Supratman,
Kandang Limun, Kota Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087

Corresponding author : tcahaya416@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pemodelan struktur dengan penambahan elemen dinding dan tanpa dinding dengan bantuan *software* SAP2000. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *time history analysis* dengan menggunakan data *groundmotion* San Fernando. Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan, partisipasi massa ragam telah mencapai 90% untuk struktur dengan dinding berada di mode 278 sedangkan tanpa dinding di mode 243. Penambahan dinding pada penelitian ini mengakibatkan terjadinya penurunan nilai *drift*. Presentase rata-rata penurunan setiap lantai sebesar 40,12% untuk arah X dan 30,26% untuk arah Y. Penambahan dinding juga dapat memperkecil nilai periode struktur, dimana pada struktur dengan dinding nilai periode yaitu 1,0804 detik sedangkan struktur tanpa dinding 1,2016 detik.

Kata kunci : Struktur Gedung, Dinding Pengisi, *Drift*, Analisis *Time History*.

Abstract

This study aims to compare structural modeling with the addition of wall elements and without walls with the help of SAP2000 software. The method used in this study is time history analysis using the San Fernando groundmotion data. Based on the modeling that has been done, the participation of the variance mass has reached 90% for structures with walls in mode 278 while without walls in mode 243. The addition of walls in this study resulted in a decrease in the drift value. The average percentage of settlement of each floor is 40.12% for the X direction and 30.26% for the Y direction. The addition of walls can also reduce the period value of the structure, where the structure with walls has a period value of 1.0804 seconds while the structure without walls is 1,2016 sec.

Keywords: Building Structure, Infill Wall, *Drift*, Time History Analysis.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di antara tiga lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Indo-Australia. Lempeng tektonik ini menyebabkan sebagian besar wilayah di Indonesia sering terjadi peristiwa gempa tektonik. Hal ini menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhitungkan pada perencanaan struktur gedung, karena aktivitas gempa bumi dapat memberikan dampak kerusakan yang cukup parah pada bangunan. Perencanaan struktur yang baik yaitu perencanaan yang memenuhi syarat-syarat yaitu: kekuatan, kekakuan, kemampuan layanan, dapat dilaksanakan dan ekonomis.

Penambahan kekakuan lateral struktur dengan penggunaan dinding pengisi seperti dinding pasangan bata merupakan salah satu cara untuk mereduksi deformasi lateral. Namun, pada umumnya dinding pasangan bata yang ada pada bangunan tidak diperhitungkan di dalam perencanaan struktur. Dinding pasangan bata hanya dianggap sebagai beban gravitasi dan keberadaanya diasumsikan tidak mempengaruhi kekuatan dan kekakuan dari sistem struktural. Dinding non-struktural dalam kasusnya tersusun dari pasangan bata dapat memberikan tambahan kekakuan dan kekuatan yang signifikan pada struktur bangunan yang direncanakan terutama gedung yang menerima beban.

Perencanaan yang tidak mencakup aspek dinamika struktur kemungkinan dapat menjadikan struktur yang dihasilkan tidak berperilaku memuaskan dibawah beban dinamik (Islam, 2010). Indarto dan Pardoyo (2016) memiliki pendapat mengenai pasangan dinding bata pada respon dinamik struktur akibat beban

gempa, bahwa pasangan dinding bata pada sistem struktur akan mempengaruhi perilaku dari respon dinamik struktur pada saat terjadi gempa. Penelitian serupa dilakukan oleh Tanjung dan Maidiawati (2016) yang meneliti tentang pengaruh dinding bata merah terhadap ketahanan lateral struktur beton bertulang menunjukan penggunaan bata merah sebagai dinding pengisi menghasilkan peningkatan ketahanan lateral struktur. Ketahanan lateral struktur beton bertulang akan semakin meningkat dengan adanya dinding pengisi yang akan menunda keruntuhan struktur.

Penelitian yang lebih kompleks akan menggunakan metode analisis riwayat waktu (*Time History Analysis*). Analisis dinamik *time history* dapat merepresentasikan sifat dinamik percepatan gempa dan respon struktur, sehingga metode analisis ini dapat memberikan gambaran dan informasi respon struktur yang lebih lengkap terhadap gedung dengan dinding pengisi dan tanpa dinding pengisi.

TINJAUAN PUSTAKA

GEMPA BUMI

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi oleh patahan tektonik yang menyebabkan beberapa wilayahnya menjadi daerah rawan terjadi gempa. Gempa bumi dapat memberikan efek beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan (Adityawarman, 2014). Gempa bumi merupakan getaran yang dihasilkan dari dalam bumi akibat terjadinya pelepasan energi yang disebabkan oleh patahnya lapisan batuan pada kerak bumi (BMKG, 2017).

Provinsi Bengkulu merupakan daerah yang sering terjadi aktivitas gempa bumi, hal ini disebabkan karena Provinsi

Bengkulu berada pada jalur tektonik. Gempa besar yang pernah terjadi di Provinsi Bengkulu antara lain pada tanggal 11 Desember 1681, 3 November 1756, 18 Maret 1818, 24 November 1883, 27 Juni 1902, 15 Desember 1979, 4 Juni 2000 dan gempa yang paling besar terjadi pada tanggal 12 September 2007 dengan kekuatan 7,9 SR. Gempa ini mengakibatkan banyak kerusakan pada bangunan, oleh karena itu dalam sebuah perencanaan bangunan gedung harus memperhatikan aspek desain struktur bangunan tahan gempa.

DINDING PASANGAN BATA

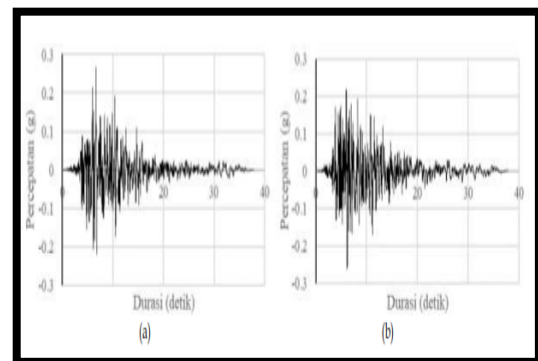
Dinding pasangan bata sering digunakan sebagai dinding bangunan gedung maupun rumah sederhana. Dinding bata memberi kontribusi secara signifikan terhadap kekakuan lateral pada suatu struktur bangunan gedung bertingkat (Tanjung dan Maidiawati, 2016). Dinding pasangan bata pada umumnya dalam perencanaan sering tidak diperhitungkan. Dinding pasangan hanya dianggap sebagai beban gravitasi saja dan keberadaannya diasumsikan tidak mempengaruhi kekuatan dan kekakuan dari sistem struktur bangunan.

TIME HISTORY ANALYSIS

Percepatan gempa rencana dapat direpresentasikan oleh *time history* untuk melihat perilaku sebenarnya dari suatu struktur. *Time history* atau riwayat waktu dapat diperoleh dari catatan akselerogram gempa pada saat terjadi gempa disuatu wilayah. *Time history Analysis* umumnya digunakan pada gedung yang relatif tinggi dan berada pada wilayah yang rawan terjadi gempa serta bentuk struktur yang tidak beraturan.

Penggunaan *time history analysis* ini dinilai dapat memberikan hasil yang

akurat tetapi membutuhkan waktu yang panjang dalam penyelesaiannya jika dibandingkan dengan analisis lainnya. Pengambilan data rekaman gerakan tanah akibat gempa pada akselerogram gempa pada daerah yang akan ditinjau diharuskan yang memiliki kemiripan kondisi geologi, seismoteknik dan topografi (Faizah, 2015). Contoh rekaman riwayat waktu dapat dilihat pada Gambar 1.

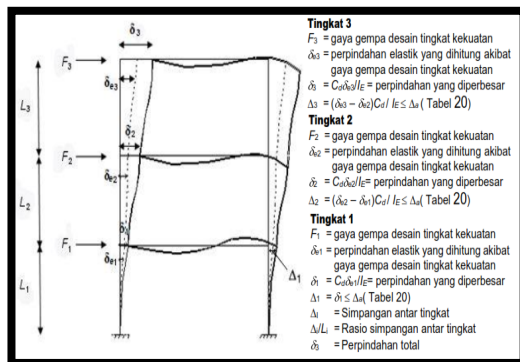


Sumber: Syamsi, 2018.

Gambar 1. Rekaman Riwayat Waktu Gempa Termodifikasi Imperial Valley Arah X

SIMPANGAN ANTAR LANTAI (DRIFT)

SNI 1726:2019 menyebutkan penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau seperti Gambar 2 Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan didasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Perpindahan pusat massa di tingkat x harus ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1.



Sumber : SNI 1726 : 2019 Pasal 7.8.6

Gambar 2 Simpangan Antar Lantai

$$\delta_e = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (1)$$

Keterangan :

C_d = Faktor pembesaran simpangan lateral

δ_e = Simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik

I_e = Faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1, simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (Δ_d) untuk semua tingkat. Δ_d diperoleh dari Tabel 1.

Tabel 1 Simpangan Antar Tingkat Izin (Δ_d)

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	0,025 h_{sx}^c	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}
Semua struktur lainnya	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}	0,010 h_{sx}

Sumber : SNI 1726 : 2019 Pasal 7.12.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Struktur

Analisis struktur dengan dinding pengisi dan tanpa dinding pengisi pada gedung bertingkat terhadap perilaku dinamik dengan metode *time history* menggunakan gambar kerja struktur yang sesuai. Data gedung ditunjukkan pada Tabel 2.

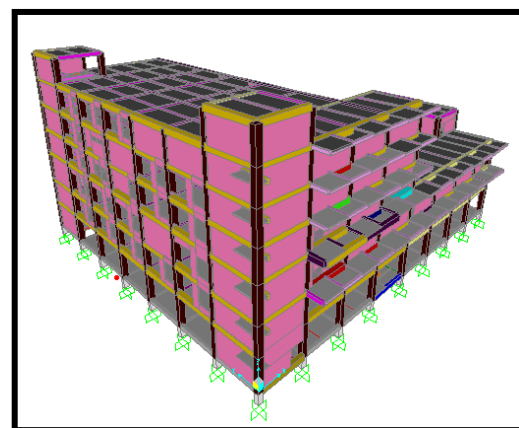
Tabel 2 Data Bangunan

Data Bangunan	
Struktur	Beton Bertulang
Jumlah Lantai	6 Lantai
Tinggi Bangunan	30,8 m
Panjang Bangunan	56,95 m
Lebar Bangunan	57,60 m
Mutu Beton	30 MPa
Mutu Tulangan	BjTS 420B, $f_y=420$ MPa
Kelas Situs	Tanah Sedang SD

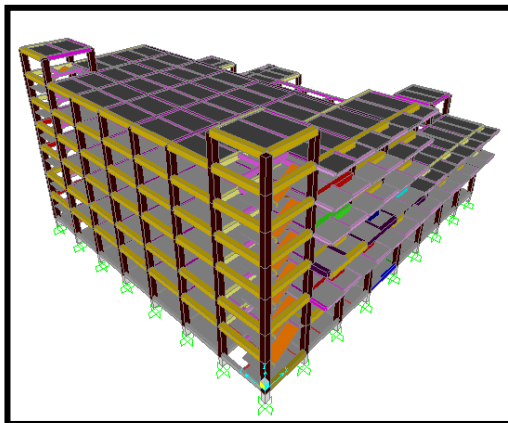
f_c' Borepile, pile cap, sloof : 30 MPa

f_c' Kolom : 30 MPa

f_c' Balok dan Pelat : 30 MPa



Gambar 3 Pemodelan Gedung dengan Dinding

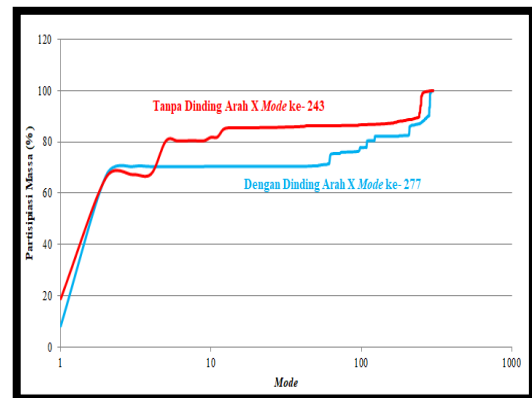


Gambar 4 Pemodelan Gedung tanpa Dinding

PARTISIPASI MASSA STRUKTUR

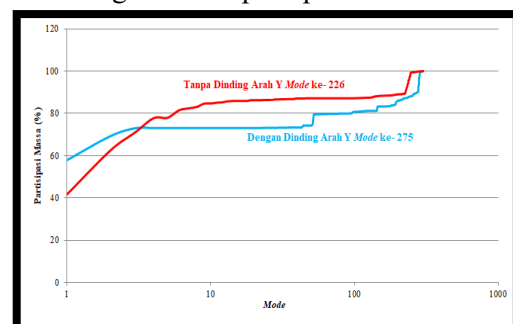
SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1 menyebutkan dalam melakukan analisis harus menentukan ragam getar alami pada struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa struktur. Partisipasi masa ragam pada struktur dengan pemodelan menggunakan dinding telah memenuhi pada mode 278. Sedangkan struktur dengan pemodelan tanpa dinding memenuhi pada mode 243.

Pemodelan struktur tanpa dinding terjadi rotasi pada periode 0,9270 detik lebih besar dibandingkan dengan model struktur dengan dinding pada periode 0,7640 detik. Grafik perbandingan partisipasi massa untuk pemodelan dengan dinding dan tanpa dinding dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Grafik Perbandingan Partisipasi Massa Sum UX

Partisipasi massa arah x pada pemodelan struktur dengan dinding dimulai dari 8% dengan periode 1,0804 detik dan pemodelan struktur tanpa dinding dari 19% dengan 1,2016 detik. Pada mode selanjutnya partisipasi massa menunjukkan kenaikan nilai yang tidak terlalu berubah secara signifikan seperti pada mode awal.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Partisipasi Massa Sum UY

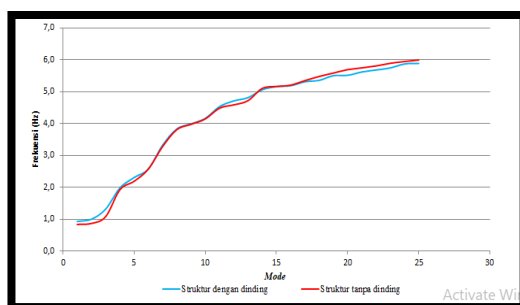
Partisipasi massa pada pemodelan struktur dengan dinding dan tanpa dinding memiliki kesamaan, yaitu jarak partisipasi massa pada mode pertama sampai ketiga memiliki loncatan nilai yang cukup jauh jika dibandingkan dengan mode selanjutnya. Contoh pemodelan struktur dengan dinding partisipasi massa arah Y pada mode pertama hingga mode ketiga yaitu sebesar 58%, 69%, dan 73%. Sedangkan pada pemodelan struktur tanpa dinding yaitu 42%, 62%, dan 71%. Pada mode selanjutnya nilai partisipasi massa cenderung tidak berubah secara

signifikan, hingga mencapai batas izin partisipasi massa 90 % yaitu pada mode 278 untuk pemodelan dengan dinding dan 243 untuk pemodelan tanpa dinding.

PERIODE DAN FREKUENSI

SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2 menyebutkan bahwa periode fundamental struktur tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u).

Hasil analisis menyimpulkan bahwa semakin kecil periode maka akan semakin besar frekuensi. Pada pemodelan dengan dinding terlihat jika periode lebih kecil dibandingkan dengan periode dengan pemodelan tanpa dinding. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan elemen dinding pada pemodelan struktur yang dapat mempengaruhi nilai periode dan menambah kekakuan struktur. Pada pemodelan struktur dengan dinding mode pertama nilai periode dan frekuensi sebesar 1,0804 detik dan 0,9256 Hz, sedangkan pemodelan tanpa dinding yaitu 1,2016 detik dan 0,8322 Hz. Perbandingan periode dan frekuensi struktur dengan dinding dan tanpa dinding dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Perbandingan Frekuensi Struktur

PERBANDINGAN GAYA GESER DASAR (*BASE SHEAR*) STRUKTUR

Gaya geser dasar (*base shear*) akibat beban gempa *time history* diambil dari

gaya base reaction oleh program SAP2000. Gaya geser akibat beban gempa untuk struktur dengan dinding dan tanpa dinding dapat dilihat pada Tabel 3.

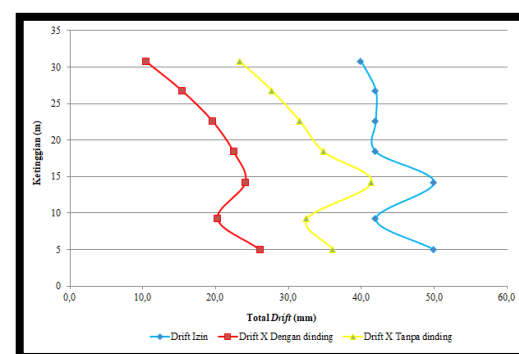
Tabel 3 Gaya Geser (*Base Shear*) Struktur

Pemodelan	X (kN)	Y (kN)
Struktur dengan Dinding	13672,11	8395,126
Struktur tanpa Dinding	11037,83	6236,064

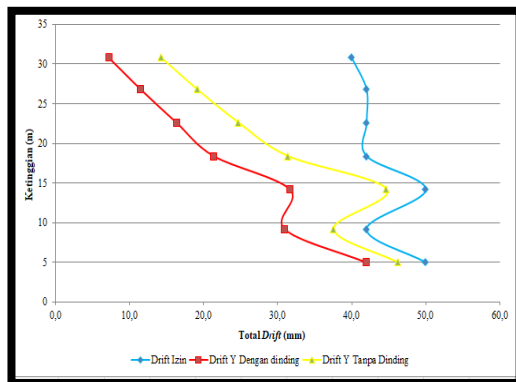
Nilai *base shear* yang terbesar dari kedua analisis tersebut yaitu nilai *base shear* dengan analisis struktur menggunakan dinding. Nilai base shear gempa *time history* San Fernando menunjukkan struktur dengan dinding adalah 13672,11 kN pada arah X dan 8395,126 kN. Sedangkan, struktur tanpa dinding yaitu 11037,83 kN pada arah X dan 6236,064 kN pada arah Y.

SIMPANGAN ANTAR LANTAI (*DRIFT*)

Simpangan antar lantai dipengaruhi oleh kategori risiko, struktur dengan kategori risiko IV dengan batu bata tidak boleh melebihi 0,010 h_{sx} . Grafik simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Grafik Simpangan Antar Lantai (*Drift*) Arah X



Gambar 9 Grafik Simpangan Antar Lantai (*Drift*) Arah Y

Hasil analisis simpangan antar lantai (*drift*) dengan gaya gempa *time history* pada struktur yang terdapat dinding dan tanpa dinding memenuhi batas yang diizinkan. Adanya penambahan elemen dinding pada pemodelan struktur dapat memperkecil nilai *drift*. Pengurangan nilai *drift* pada pemodelan struktur dengan dinding dan tanpa dinding pada arah x sebesar 40,12 %, sedangkan pada arah y 30,26%.

Kesimpulan

1. Struktur yang dimodelkan dengan dinding memiliki periode struktur sebesar 1,0804 detik, sedangkan pemodelan tanpa dinding dapat memperpanjang periode sebesar 1,2016 detik. Hal ini menunjukan dengan penambahan dinding pada pemodelan dapat memperkecil nilai periode.
2. Frekuensi pada struktur yang dimodelkan dengan dinding memiliki nilai sebesar 0,926 Hz, dan struktur tanpa dinding sebesar 0,832 Hz. Nilai frekuensi yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan struktur dengan dinding yang dimodelkan.
3. Hasil pengecekan syarat untuk partisipasi masa struktur telah memenuhi batas yang disyaratkan yaitu 90% pada mode 278 untuk

struktur yang memodelkan dinding. Struktur tanpa dinding telah memenuhi 90% pada mode 243.

4. Hasil pengecekan simpangan antar lantai (*drift*) pada struktur dengan pemodelan dengan dinding dan tanpa dinding telah memenuhi batas izin yang disyaratkan SNI 1726:2019. Adanya penambahan kekakuan seperti dinding pada analisis ini dapat memperkecil nilai *drift* dengan presentase penurunan rata-rata 40,12% arah X dan 30,26% arah Y.

Saran

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis struktur bangunan dengan metode pushover.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan 7 data gempa *groundmotion*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawarman, G.M., 2014, *Perencanaan Bangunan Evakuasi Di Wilayah Rawan Gempa dan Tsunami*, Jurnal Kajian Teknologi Vol. 10 No. 2.
- Badan Standarisasi Nasional, 2020, SNI 2052:2017 *Persyaratan Baja Tulangan*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Standarisasi Nasional, 2020, SNI 1727:2020 *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, SNI 1726:2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Jakarta:

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, SNI 2847:2019 *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Standarisasi Nasional, 2017, SNI 8460:2017 *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Clough, R., Penzien, J., 1993, *Dynamics of Structures*, McGraw Hill, New York.
- Faizah, R., 2015, *Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 18, No. 2, 190-199.
- Indarto, H., & Pardoyo, B., (2016), *Pengaruh Pasangan Dinding Bata pada Respon Dnamik Struktur Gedung Akibat Beban Gempa*, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, 18(1), 9-14.
- Islam, M., 2010, *Perilaku Dinamik Pelat Lantai Berbentang Panjang Dengan dan Tanpa Pengaku Rangka Batang*, Inersia Jurnal Teknik Sipil. Vol. 1 No. 2, pp 10-19.
- Pribadi, H.P.R., & Hidayat I., 2016, *Analisis Beban Statik Winglet N-219*, Indept, Vol. 6, No. 2.
- Syamsi, M.I., 2018, *Respon Model Gedung Beton Berulang dengan Penambahan Dinding Pengisi Terhadap Beban Gempa*, Semesta Teknik Vol. 21 No 1.
- Tanjung, J., & Maidiawati M., 2016, *Studi eksperimental tentang pengaruh Dinding Bata Merah Terhadap Ketahanan Lateral Struktur Beton Bertulang*, Journal of Civil Engineering, 23(2), 99-106.