

Studi Analisis Pengaruh *Set-Back* Pada Bangunan Bertingkat Akibat Gempa

Jini Wahyu Nurfitri¹⁾ Wilis Sutiono²⁾, Ertson S. M. Saragih³⁾, A. Didik S. Purwantoro⁴⁾

(1,2,3,4) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Besarnya pengaruh *set-back* yang diakibatkan gaya gempa bergantung pada bermacam hal, salah satunya ialah loncatan bidang pada bangunan itu sendiri. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *set-back* terhadap struktur pada bangunan bertingkat dan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan dengan *set-back* jika ditinjau berdasarkan *displacement* dan *drift ratio*. Pada penelitian ini, bangunan dimodelkan setinggi 7 lantai dengan elevasi ketinggian 28 m menggunakan program SAP 2000 yang juga digunakan untuk menganalisis gaya gempa dengan metode spektrum respon ragam. Pemodelan yang diteliti sebanyak 3 pemodelan yaitu bangunan tanpa *set-back*, bangunan *set-back* dengan loncatan bidang kedalam, dan bangunan *set-back* dengan loncatan bidang keluar. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengaruh bangunan bertingkat akibat *set-back* baik loncatan bidang kedalam maupun keluar memiliki *drift ratio* yang besar bila dibandingkan dengan model struktur gedung tanpa *set-back*. Untuk model struktur gedung tanpa *set-back* dan model *set-back* dengan loncatan bidang kedalam struktur gedungnya aman, sedangkan untuk model *set-back* dengan loncatan bidang keluar struktur gedungnya tidak aman karena melebihi nilai batas ijin *displacement* dan *drift ratio*.

Keywords : SAP 2000, Spektrum, Bangunan, Bertingkat, Struktur, *Set-back*

Diterima Redaksi : 07-07-2022 | Selesai Revisi 25-07-2022 | Diterbitkan Online 30-07-2022

1. Pendahuluan

Perencanaan suatu struktur bangunan beraturan lebih mudah direncanakan karena memiliki konfigurasi simetri dan sederhana, dimana massa dan kekakuan struktur cenderung terdistribusi secara merata dan memiliki pusat massa dan kekakuan yang berhimpit. Akan tetapi sesuai dengan kebutuhan fungsi bangunan dan desain arsitektural, konfigurasi struktur bangunan divariasikan dalam banyak model sehingga variasi konfigurasi yang diterapkan pada struktur seringkali menimbulkan ketidakberaturan vertikal maupun horizontal pada struktur (Siajaya dkk, 2018). Pengertian *set-back* ialah suatu kondisi dimana bagian atas bangunan yang ditinjau menjorok kedalam. Bangunan *set-back* memiliki loncatan bidang muka sehingga pusat massa serta kekakuan tidak berhimpit secara vertikal, sehingga akan terjadi torsi pada bangunan serta dapat terjadi perbedaan konsentrasi tegangan pada titik-titik tertentu yang dapat menimbulkan kelelahan dini.

Adanya loncatan bidang muka menyebabkan pusat massa serta pusat kekakuan tidak berhimpit secara vertikal sehingga massa dan kekakuan tidak terbagi secara merata (Tumbal dkk, 2019). Besarnya pengaruh *set-back* yang diakibatkan gaya gempa bergantung pada bermacam hal, salah satunya ialah loncatan bidang pada bangunan itu sendiri, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh *set-back* pada bangunan bertingkat akibat gempa.

Dari latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan dengan *set-back* jika ditinjau berdasarkan *displacement* dan *drift ratio* dan juga untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *set-back* terhadap struktur pada bangunan bertingkat.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Kota Sorong – Papua Barat pada koordinat Lintang : 0°52'58.52"S, Bujur : 131°16'42.96"E, dengan peta lokasi penelitian pada gambar 1.



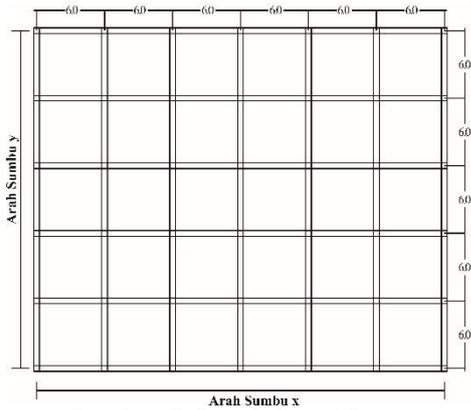
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data struktur yang digunakan pada penelitian ini ialah :

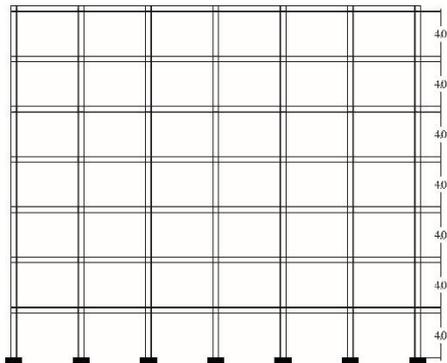
- Denah model struktur

*Corresponding author. Telp.: 0822-4832-3949

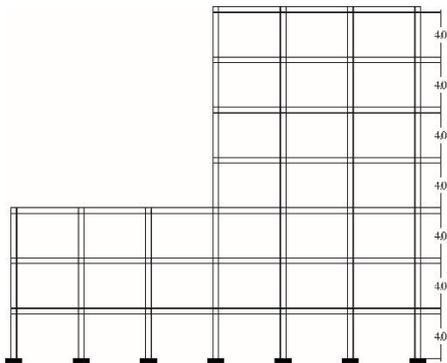
E-mail addresses: jiniwahyunurfitri@gmail.com



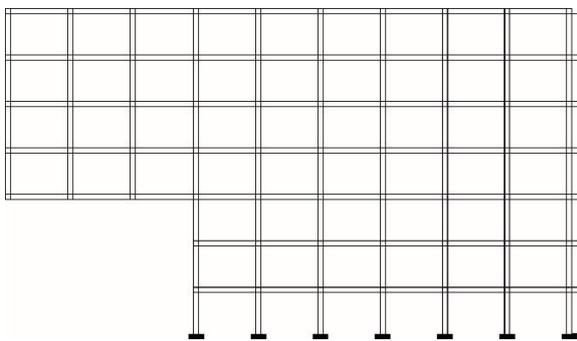
Gambar 2. Denah Lantai Dasar



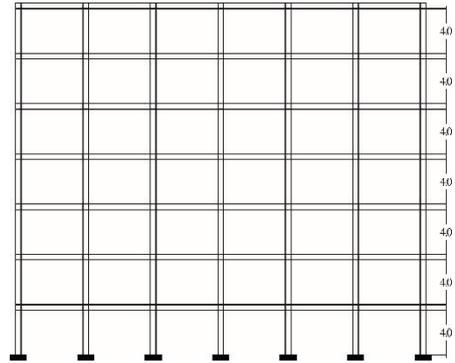
Gambar 3. Potongan Arah X Model A



Gambar 4. Potongan Arah X Model B



Gambar 5. Potongan Arah X Model C



Gambar 6. Potongan Arah Y Model A, B, dan C

- b. Sistem struktur gedung yang dipakai yaitu sistem pemikul rangka momen khusus (SPRMK)
- c. Fungsi gedung sebagai gedung perkantoran
- d. Mutu beton (f^c) yang digunakan sebesar 30 Mpa
- e. Tulangan baja utama yang dipakai sebesar 410 Mpa
- f. Tulangan baja sengkang yang digunakan sebesar 240 Mpa
- g. Dimensi Balok (30/60 cm), Kolom (50/50 cm), Pelat Lantai (15 cm), dan Pelat Atap (10 cm)
- h. Jenis Tanah (Klasifikasi Situs) yang direncanakan bangunan berada pada tanah lunak.
- i. Untuk analisa beban mati tambahan peraturan yang digunakan ialah Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.
- j. Untuk analisa beban hidup peraturan yang digunakan ialah Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2020.

Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur, *preliminary design* (perencanaan), analisa pembebanan ; beban mati, beban hidup, dan beban gempa, kemudian input data pada SAP 2000, pemodelan struktur, evaluasi kinerja, dan kemudian cek perilaku struktur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Pembebanan

1. Beban Mati Struktur
Beban mati struktur akan dihitung menggunakan aplikasi SAP 2000
2. Beban Mati Tambahan
Pelat Lantai = 60,63 kg/m²
Pelat Atap = 43,63 kg/m²
Balok (Dinding) = 1.000 kg/m²
3. Beban Hidup
Beban hidup gedung = 250 kg/m²
4. Beban Gempa
Kategori risiko bangunan = II
Faktor Keutamaan (I) = 1,00

$S_s = 1,390$
 $S_l = 0,560$
 Kelas Situs = SE
 $F_a = 0,8$
 $F_v = 2,2$

3.2. Displacement

Nilai *displacement* yang didapatkan dari hasil analisis metode respons spektrum diambil berdasarkan *joint* pada pusat massa dari tingkat teratas sampai tingkat terbawah dari struktur. *Displacement* atau perpindahan dan *drift ratio* atau simpangan antar lantai ditentukan berdasarkan ketentuan pada SNI 1726-2019 pasal 7.8.6 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- C_d = faktor amplifikasi defleksi
- δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastis
- I_e = faktor keutamaan gempa

Untuk nilai Δ_{ijin} disesuaikan dengan kategori risiko dan struktur gedung yang direncanakan, pada penelitian ini nilai Δ_{ijin} didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$0,025hx \dots \dots \dots (2)$$

Perhitungan Δ_{ijin} dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

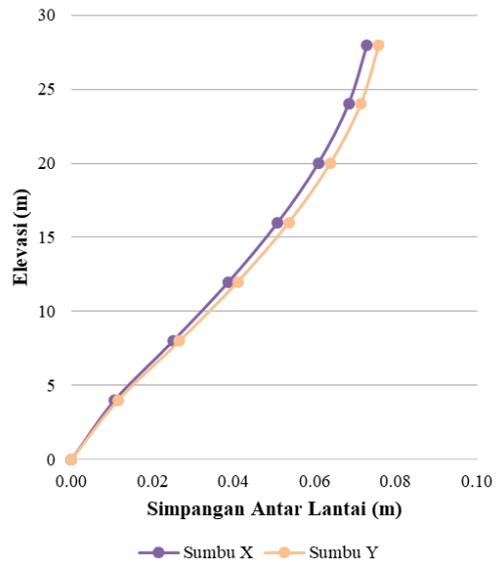
$$0,025 \times hx$$

$$0,025 \times 4 \text{ m} = 0,1000 \text{ m}$$

Tabel 1. Nilai *displacement* struktur model tanpa *set-back*

Lantai	Hx (m)	δ_x (m)	δ_y (m)	Δ_{ijin} (m)	Ket.
Atap	4	0.0729	0.0758	0.1000	Aman
7	4	0.0683	0.0714	0.1000	Aman
6	4	0.0609	0.0638	0.1000	Aman
5	4	0.0509	0.0536	0.1000	Aman
4	4	0.0387	0.0410	0.1000	Aman
3	4	0.0250	0.0266	0.1000	Aman
2	4	0.0106	0.0114	0.1000	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian

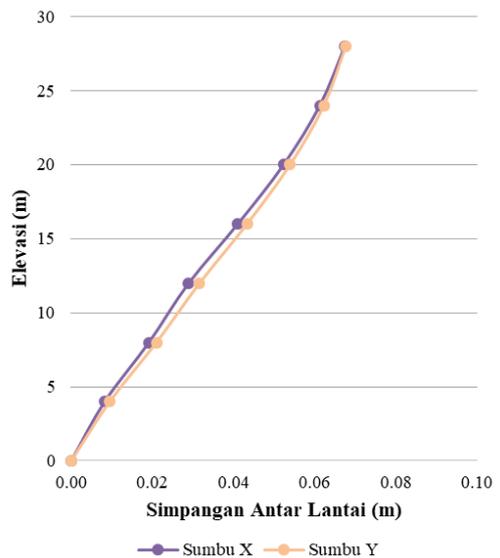


Gambar 7. Grafik *displacement* struktur model tanpa *set-back*

Tabel 2. Nilai *displacement* struktur model *set-back* 1 arah loncatan bidang kedalam

Lantai	Hx (m)	δ_x (m)	δ_y (m)	Δ_{ijin} (m)	Ket.
Atap	4	0.0674	0.0676	0.1000	Aman
7	4	0.0612	0.0622	0.1000	Aman
6	4	0.0523	0.0539	0.1000	Aman
5	4	0.0410	0.0433	0.1000	Aman
4	4	0.0289	0.0316	0.1000	Aman
3	4	0.0192	0.0210	0.1000	Aman
2	4	0.0082	0.0095	0.1000	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian

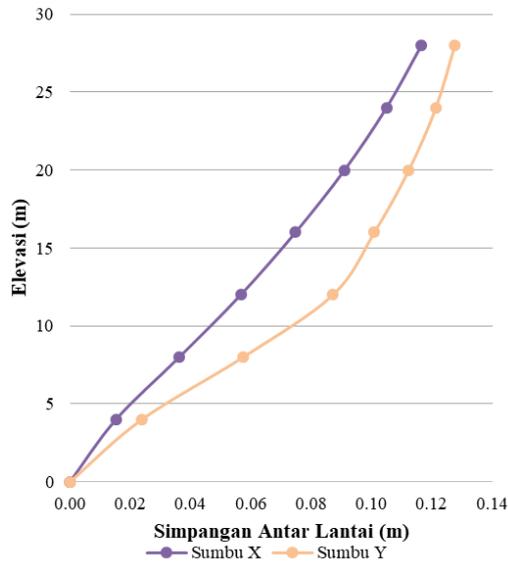


Gambar 8. Grafik *displacement* struktur model *set-back* 1 arah loncatan bidang kedalam

Tabel 3. Nilai *displacement* struktur model tanpa *set-back* 1 arah loncatan bidang keluar

Lantai	Hx (m)	δx (m)	δy (m)	Δijin (m)	Ket.
Atap	4	0.1165	0.1276	0.1000	Tidak Aman
7	4	0.1050	0.1213	0.1000	Tidak Aman
6	4	0.0910	0.1124	0.1000	Tidak Aman
5	4	0.0748	0.1009	0.1000	Aman
4	4	0.0566	0.0872	0.1000	Aman
3	4	0.0363	0.0575	0.1000	Aman
2	4	0.0153	0.0239	0.1000	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian



Gambar 9. Grafik *displacement* struktur model tanpa *set-back* 1 arah loncatan bidang keluar

Pada pemodelan struktur gedung model tanpa *Set-back* dan model *Set-back* 1 Arah Loncatan Bidang Kedalam dilihat bahwa nilai *displacement* yang diperoleh masih dibawah batas ijin sedangkan untuk model *Set-back* 1 Arah Loncatan Bidang Keluar melebihi batas ijin pada 3 lantai teratas. Apabila nilai *displacement* melampaui batas ijin terdapat kemungkinan bahwa struktur bangunan tersebut akan mengalami keruntuhan. Dan dapat dikatakan pula bahwa struktur gedung model *Set-back* 1 Arah Loncatan Bidang Keluar tidak aman atau gagal struktur.

3.3. Drift ratio

Drift ratio adalah persentase perbandingan selisih *displacement* antar tingkat dan tinggi lantai. Nilai dari *drift ratio* dapat di hitung dengan persamaan (2) di bawah ini :

$$DR = \frac{\delta_2 - \delta_1}{hx} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- DR = *Drift ratio*
- δ = Defleksi Atau *Displacement*
- hx = Ketinggian Struktur Portal

Perhitungan *drift ratio* dengan menggunakan persamaan (3) sebagai berikut :

Drift ratio sumbu x pada atap

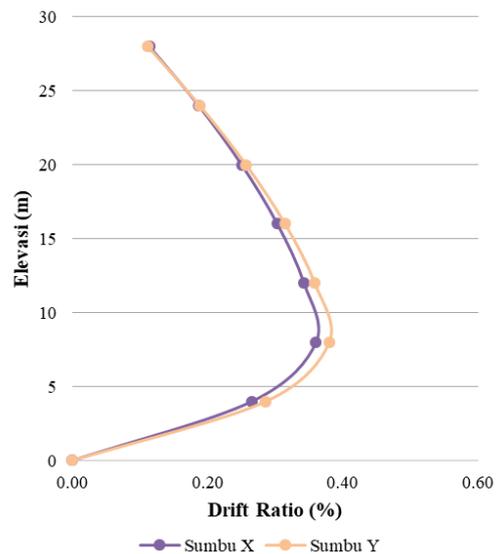
$$x = \frac{0,0729 - 0,0683}{4} \times 100\%$$

$$= 0,1138 \%$$

Tabel 4. Nilai *drift ratio* struktur model tanpa *set-back*

Lantai	Hx (m)	δx (m)	δy (m)	DR (%)		Ket.
				x	y	
Atap	4	0.0729	0.0758	0.1138	0.1116	Aman
7	4	0.0683	0.0714	0.1868	0.1884	Aman
6	4	0.0609	0.0638	0.2502	0.2568	Aman
5	4	0.0509	0.0536	0.3030	0.3145	Aman
4	4	0.0387	0.0410	0.3425	0.3584	Aman
3	4	0.0250	0.0266	0.3604	0.3799	Aman
2	4	0.0106	0.0114	0.2654	0.2861	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian

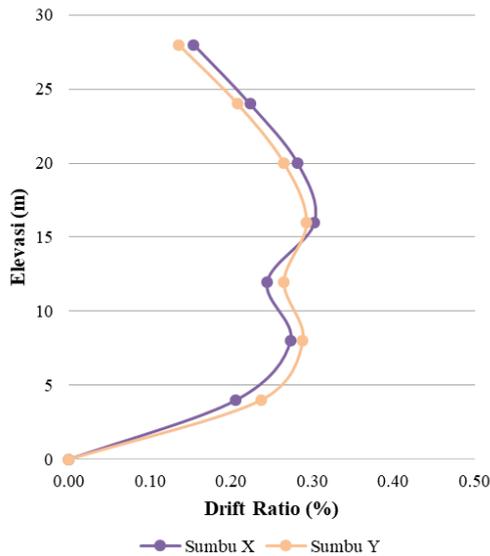


Gambar 10. Grafik *drift ratio* struktur model tanpa *set-back*

Tabel 5. Nilai *drift ratio* struktur model *set-back* 1 arah loncatan bidang kedalam

Lantai	Hx (m)	δx (m)	δy (m)	DR (%)		Ket.
				x	y	
Atap	4	0.0674	0.0676	0.1536	0.1349	Aman
7	4	0.0612	0.0622	0.2230	0.2078	Aman
6	4	0.0523	0.0539	0.2819	0.2651	Aman
5	4	0.0410	0.0433	0.3027	0.2928	Aman
4	4	0.0289	0.0316	0.2443	0.2650	Aman
3	4	0.0192	0.0210	0.2731	0.2882	Aman
2	4	0.0082	0.0095	0.2058	0.2366	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian

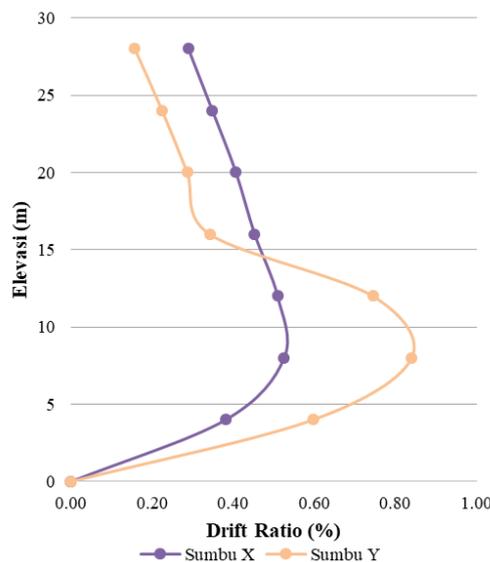


Gambar 11. Grafik *drift ratio* struktur model *set-back* 1 arah loncatan bidang kedalam

Tabel 6. Nilai *drift ratio* struktur model tanpa *set-back* 1 arah loncatan bidang keluar

Lantai	Hx (m)	δx (m)	δy (m)	DR (%)		Ket.
				x	y	
Atap	4	0.1165	0.1276	0.2892	0.1568	Aman
7	4	0.1050	0.1213	0.3486	0.2246	Aman
6	4	0.0910	0.1124	0.4066	0.2861	Aman
5	4	0.0748	0.1009	0.4527	0.3420	Aman
4	4	0.0566	0.0872	0.5093	0.7439	Tidak Aman
3	4	0.0363	0.0575	0.5255	0.8401	Tidak Aman
2	4	0.0153	0.0239	0.3813	0.5971	Aman
Lantai Dasar	0	0	0	0	0	Aman

Sumber data diolah dari hasil penelitian



Gambar 12. Grafik *drift ratio* struktur model *set-back* 1 arah loncatan bidang kedalam

Pada pemodelan struktur gedung model tanpa *Set-back* dan model *Set-back* 1 Arah Loncatan Bidang Kedalam dilihat bahwa nilai *drift ratio* yang diperoleh masih dibawah batas ijin sedangkan untuk model *Set-back* 1 Arah Loncatan Bidang Keluar melebihi batas ijin. Apabila nilai *drift ratio* melampaui batas ijin terdapat

kemungkinan bahwa struktur bangunan tersebut dipengaruhi oleh massa dan kekakuan bangunan tersebut.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini ialah nilai *displacement* terbesar pada model struktur gedung tanpa *set-back* pada arah sumbu x sebesar 0,0729 m dan arah sumbu y sebesar 0,0758 m, untuk struktur gedung *set-back* dengan loncatan bidang kedalam nilai *displacement* terbesar pada arah sumbu x sebesar 0,0674 m dan arah sumbu y sebesar 0,0676 m, dan untuk struktur gedung *set-back* dengan loncatan bidang keluar nilai *displacement* terbesar pada arah sumbu x sebesar 0,1165 m dan arah sumbu y sebesar 0,1276 m. Nilai *drift ratio* terbesar pada model struktur gedung tanpa *set-back* pada arah sumbu x sebesar 0,3604% dan arah sumbu y sebesar 0,3799%, untuk struktur gedung *set-back* dengan loncatan bidang kedalam nilai *drift ratio* terbesar pada arah sumbu x sebesar 0,3027% dan arah sumbu y sebesar 0,2928%, dan untuk struktur gedung *set-back* dengan loncatan bidang keluar nilai *drift ratio* terbesar pada arah sumbu x sebesar 0,5255% dan arah sumbu y sebesar 0,8401%.

Pada penelitian ini memperlihatkan bahwa pengaruh bangunan bertingkat akibat *set-back* baik loncatan bidang kedalam maupun keluar memiliki *drift ratio* yang besar bila dibandingkan dengan model struktur gedung tanpa *set-back*. Untuk model struktur gedung tanpa *set-back* dan model *set-back* dengan loncatan bidang kedalam struktur gedungnya aman, sedangkan untuk model *set-back* dengan loncatan bidang keluar struktur gedungnya tidak aman karena melebihi nilai batas ijin *displacement* dan *drift ratio*.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI 1726:2019.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2020.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2019.

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.

Putera, Tondi Amirsyah dan Fiqih Hidayat. (2017). Jurnal : Analisa Perbandingan Simpangan Struktur Gedung *Set-back* Tanpa Dinding Geser Dan Pemodelan Letak Dinding Geser Di Zona Gempa Tinggi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Rumiper, Berny Andreas Engelbert, S. E. Wallah, R. S. Windah, dan S. O. Dapas. (2013). Jurnal : Perhitungan *Inter Story Drift* Pada Bangunan Tanpa *Set-back* Dan Dengan *Set-back* Akibat Gempa. Universitas Sam Ratulangi.

Siajaya, Kiemberly, Reky S. Windah dan Banu D. Handono. (2018). Jurnal : Respons Struktur Gedung Bertingkat Dengan Variasi Kekakuan Kolom Akibat Gempa Berdasarkan Sni 03-1726-2012. Universitas Sam Ratulangi.

Tumbal, Tesalonika Elisabet Flona, Reky S. Windah dan Mielke R. I. A. J. Mondoringin. (2019). Jurnal : Pengaruh *Set-back* Pada Tingkat Teratas Bangunan Bertingkat Akibat Gempa. Universitas Sam Ratulangi.