

Perkuatan *Bracing* Baja Pada Sekeliling Gedung Tidak Beraturan Untuk Mengurangi Simpangan Akibat Gempa

Strengthening Using Steel Bracing On Irregular Building To Reduce Drift Due To Earthquake

Dwi Prasetyo, M. Ibnu Syamsi, Taufiq Ilham Maulana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Besarnya potensi kerusakan akibat gempa pada gedung bertingkat dapat menyebabkan terjadinya kegagalan struktur. Bangunan yang memiliki tingkat kekakuan lateral yang rendah, rentan terhadap terjadinya simpangan (*drift*) hingga kegagalan struktur. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perilaku struktur gedung AR Fachruddin pada kondisi ketika terjadinya gempa sebelum dan sesudah penambahan *bracing*. Analisis yang dilakukan menggunakan metode analisis gempa respon spektrum dengan bantuan program *ETABS*. Hasil yang diperhitungkan berupa gaya geser (*story shear*), perpindahan lateral (*displacement*), dan simpangan antar alantai (*story drift*). Setelah dilakukan beberapa percobaan mendapatkan hasil bahwa *bracing* yang digunakan berupa siku ganda berukuran 160.160.17 mm, dan dipasang mengelilingi gedung. Besarnya nilai kapasitas *bracing* dari penelitian menunjukkan bahwa nilai kapasitas rasio *bracing* masih berada dalam kategori aman. Hasil analisis selanjutnya menunjukkan terjadinya peningkatan nilai gaya geser, dimana setelah diterapkannya pemasangan *bracing* gaya geser pada arah x meningkat hingga 49,8%, sedangkan pada arah y mencapai 49,1%. Hal berlainan dialami oleh simpangan dimana pada model dengan penambahan *bracing*, nilai penurunan didapatkan pada arah mencapai 49% dan untuk arah-y mencapai 64%, sedangkan pada *displacement*, penurunan yang terjadi mencapai 58% dan arah y mencapai 64%. Penggunaan *bracing* sebagai penambahan kekakuan lateral memberikan dampak memperbaiki kinerja struktur secara signifikan.

Kata kunci: Gaya gempa, kekakuan lateral, *displacement*, *story drift*, *bracing*.

Abstract. *The magnitude of the potential for earthquake damage in high rise buildings can cause structural failure. Buildings that have a low level of lateral stiffness are susceptible to drift. This research was conducted with the aim to determine the behavior of the building structure in conditions when the earthquake occurred before and after the addition of bracing. The analysis carried out using the method of analyzing earthquake response spectrum with the help of ETABS program. The results calculated in the form of shear (story shear), lateral displacement (displacement), and deviation between the chain (story drift). After several experiments, it was found that the bracing used was a double elbow 160.160.17 mm, and was installed around the building. The amount of bracing capacity value from the research shows that the bracing ratio capacity value is still in the safe category. The results of the subsequent analysis showed an increase in the value of shear force, where after the installation of bracing shear force in the direction of x increased to 49.8%, in the direction y reached 49.1%. Different things experienced by the deviation where in the model with the addition of bracing, the decrease value obtained in the x direction reached 49% and for the y direction reached 64%, while in the displacement, the decrease reached 58% and the direction of y reached 64%. The use of bracing as an enhancer for lateral stiffness significantly impacts structural performance.*

Keyword : seismic load, lateral stiffnes, displacement, story drift, bracing

1. Pendahuluan

Perkembangan gedung bertingkat mulai banyak mengalami perubahan yang dikarenakan mengikuti perkembangan konstruksi gedung bertingkat yang lebih modern baik secara arsitek maupun strukturnya. Hal ini yang membuat desain bangunan menjadi rumit (tidak beraturan), baik tidak beraturan secara horizontal maupun secara vertikal. Bentuk dasar struktur bangunan umumnya harus memberikan kontribusi terhadap tahanan beban yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Pada gedung yang memiliki ketidak beraturan kekakuan maupun distribusi beban yang bekerja pada suatu tingkat dapat menyebabkan runtuh. Titik perubahan kekakuan yang mendadak pada massa, dan kekuatan dalam bangunan dikenal sebagai titik lemah, bahwa struktur yang tidak teratur secara vertikal sangatlah berbahaya dan efek ketidakaturan massa secara vertikal juga berbahaya pada zona seismik (Rahman, 2018; Titiksh, 2017; Titiksh, 2017). Untuk bangunan yang memiliki ketidak beraturan ataupun memiliki tingkat kekakuan lateral yang rendah, rentan terhadap simpangan bahkan hingga terjadinya momen punturan (torsion). Karena, momen puntir (torsion) tidak dapat dihilangkan namun dapat diantisipasi dan diperkecil pengaruhnya (Astariani, 2010). Untuk memperoleh ketahanan terhadap respon gempa adalah meningkatkan kekakuan lateral pada suatu bangunan. Cara memperoleh kekakuan suatu bangunan untuk menambah stabilitas struktur adalah dengan memasang pengekang (*bracing*) untuk bangunan tinggi (Anggraeni, 2016; Agus, dan Syafril 2017; Tremblay dkk., 2003; Repadi dkk., 2016).

Sejak adanya perubahan standar dalam perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung sebagai standar yang berlaku, maka perhitungan respon bangunan yang digunakan adalah SNI 1726:2012, yang merupakan revisi dari SNI 03-1726-2002. Oleh karena itu penulis melakukan mitigasi untuk mengurangi resiko kerusakan bangunan yang dapat menimbulkan korban jiwa yang diakibatkan gempa dengan menggunakan peraturan SNI 1726:2012, dan dibantu menggunakan program *ETABS* untuk mempermudah dalam melakukan analisa. Hal ini dilakukan sebagai upaya dalam melakukan evaluasi kinerja dari sebuah

konstruksi bangunan sebagai alternatif untuk memperpanjang umur pelayanan sebuah gedung bertingkat.

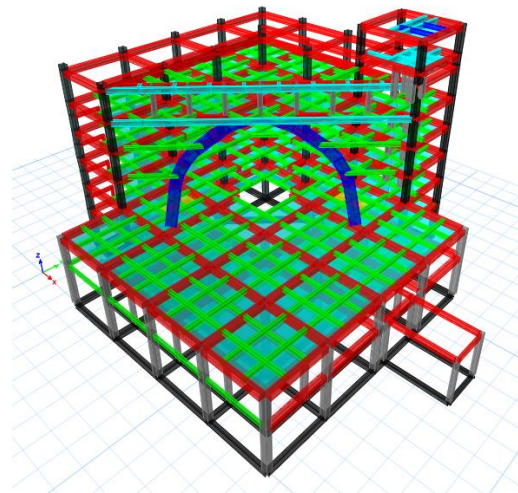
2. Metode penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan membandingkan studi literature terkait dengan penelitian. sekaligus melakukan pengumpulan data struktur yang digunakan sebagai material perencanaan bangunan (eksisting), kemudian dilakukan pemodelan 3 dimensi menggunakan program *ETABS*, dan dianalisa berdasarkan peraturan SNI 1726:2012.

2.1. Data Struktur

Gedung AR Fachruddin merupakan bangunan yang berfungsi sebagai gedung pendidikan yang memiliki kategori risiko IV dan memiliki nilai keutamaan bangunan I_e sebesar 1,5.

Gedung AR Fachruddin merupakan konstruksi beton bertulang yang berjumlah 5 lantai dengan beda elevasi pada lantai 1 memiliki tinggi 4,13 meter, dan lantai 2 hingga lantai 5 setinggi 3,42 meter dengan total tinggi elevasi hingga atap setinggi 21,23 meter.



Gambar 1. Tampak Gedung AR Fachruddin

Data yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini sebagai berikut ;

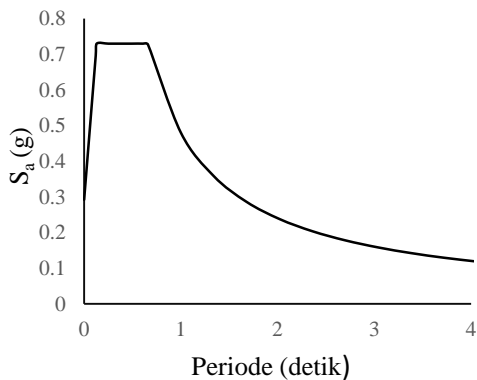
Jenis struktur merupakan beton bertulang dengan jenis tanah berupa tanah sedang (*SD*). Mutu beton pada bangunan (f_c') 25 Mpa, sedangkan untuk mutu baja dengan kuran $D < 13$ mutu baja yang dimiliki U24, dan untuk ukuran $D \geq 13$ memiliki mutu baja U39. Dimensi

struktur pelat lantai memiliki tebal 120 mm, sedangkan untuk dimensi balok ukuran paling besar memiliki dimensi (600x600)mm, untuk ukuran kolom yang digunakan rata rata berdimensi (600x600)mm.

2.2. Pembebanan

Menghitung beban mati struktur,yaitu berat sendiri struktur, beban mati tambahan, dan beban hidup. Peraturan yang digunakan merupakan peraturan berdasarkan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung, dengan jenis komponen berupa struktur beton bertulang memiliki berat sebesar 2400 kg/m³. Untuk beban mati tambahan seperti beban atap dan beban lantai dihitung secara manual dengan ukuran beban dihitung tiap kg/m².

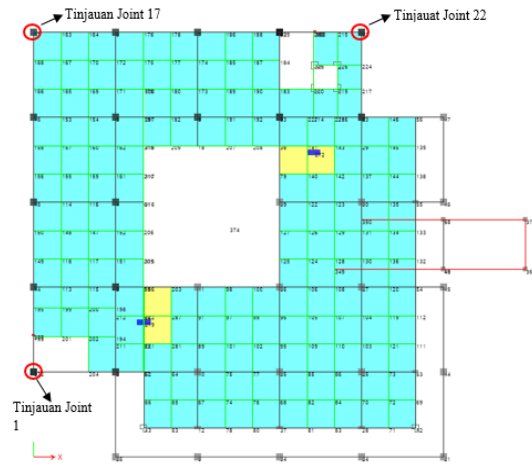
Beban gempa yang diperhitungkan adalah beban gempa respon spektrum dengan klasifikasi jenis tanah berupa tanah sedang dengan nilai *N* 48,6. Berdasarkan peta gempa 2017 percepatan batuan dasar pada periode 0,2 detik dan 1 detik didapatkan hasil *S_s* sebesar 1,1, dan *S₁* Sebesar 0,45, sedangkan untu koefisien situs *F_a* menghasilkan nilai sebesar 1, dan *F_v* sebesar 1,5. Untuk grafik respon spektrum hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 2.



Tabel 2.Grafik respon spektrum

2.3. Pemodelan dan analisis

Bangunan dimodelkan berdasarkan data yang diperoleh. Untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan analisis struktur perhitungan dibantu menggunakan program ETABS, dari pemodelan ini titik pengamatan dilakukan pada 3 joint tepi (joint 1, joint 17, dan joint 22), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



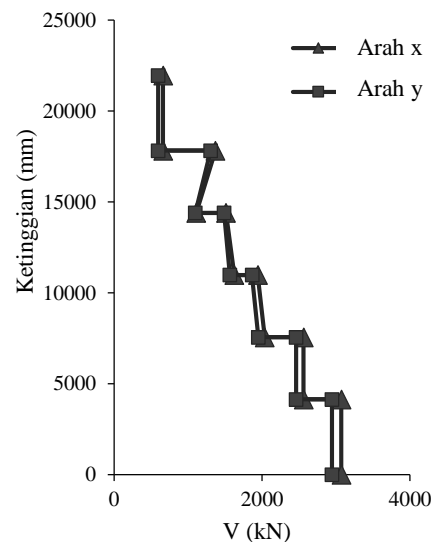
Gambar 3.lokasi titik tinjauan

Metode yang digunakan dalam menganalisis gedung AR Fachruddin adalah metode dinamis respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2012, kemudian hasil dari analisis dari ketiga joint tersebut digunakan untuk menghitung reaksi akibat beban gempa terkombinasi berupa *dicplacement*, *story shear*, dan *story drift*.

3. Hasil evaluasi kondisi eksisting (model 1)

3.1. Analisis gaya geser (story shear)

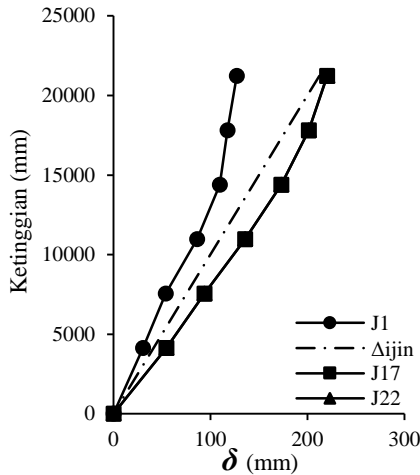
Gaya geser antar lantai yang dihasilkan dalam analisis ETABS merupakan gaya geser tingkat desain (penampang efektif), gaya geser antar lantai hasil analisa ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai gaya geser yang dihasilkan pada lantai dasar pada arah x sebesar 3071,04 Kn, dan arah y sebesar 2943,21 Kn.



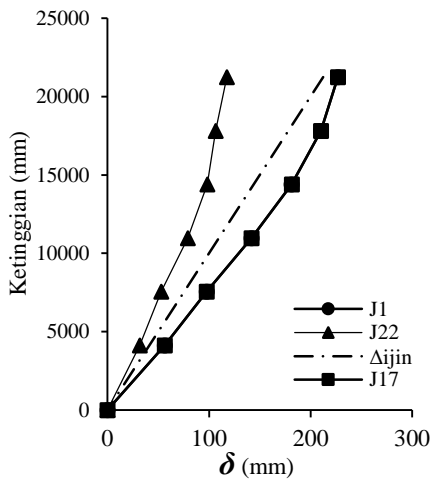
Gambar 4. Grafik gaya geser lantai

3.2. Analisis perpindahan lateral

Simpangan (*drift*) merupakan perpindahan antar dua lantai yang berdekatan atau perpindahan secara horizontal yang terjadi di tiap tingkat bangunan (Siagian dkk., 2017). Besarnya nilai *displacement* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Displacement arah x



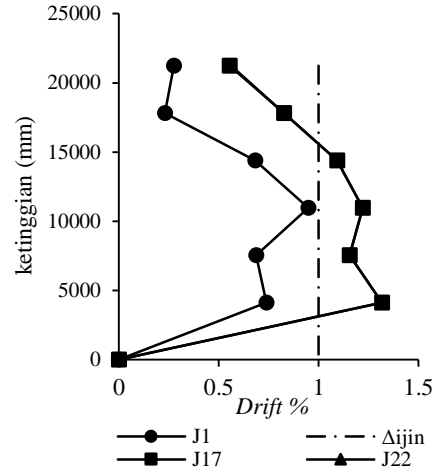
Gambar 6. Displacement arah y

Berdasarkan Gambar 5, 2 joint arah x terlihat mengalami perpindahan melebihi batasan ijin (joint 17 dan 22). Sedangkan pada Gambar 6, perpindahan lantai yang melebihi batasan ijin yang diijinkan terjadi pada joint 1, dan joint 17.

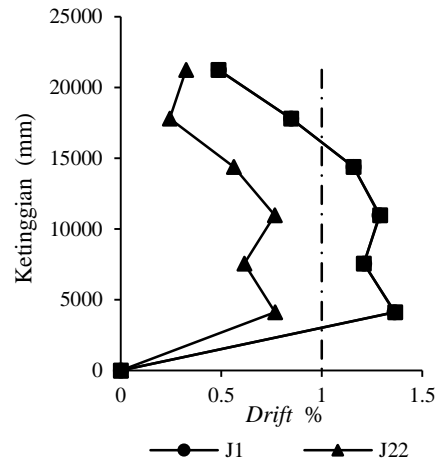
3.3. Analisis simpangan

Rasio simpangan dapat diilustrasikan sebagai besarnya perpindahan arah lateral yang bekerja pada masing-masing lantai, dimana rasio simpangan hasil analisa dengan menggunakan beban gempa terkombinasi tidak diijinkan melebihi batasan rasio yang telah

ditentukan dengan nilai 1. Sedangkan hasil analisa, nilai *drift* yang diperlihatkan Gambar 7 dan Gambar 8, dimana pada lantai 1 hingga lantai 4 nilai simpangan melebihi batas yang telah diijinkan.



Gambar 7. Grafik simpangan antar lantai arah-x



Gambar 8. Grafik simpangan antar lantai arah-y

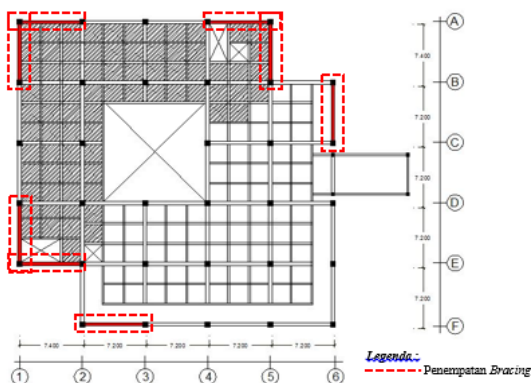
Pada Gambar 7 memperlihatkan joint 17 dan joint 22 pada lantai 1 hingga lantai 4 nilai simpangan yang dihasilkan melewati nilai batas simpangan yang diijinkan dengan nilai simpangan terbesar pada lantai 1 sebesar 1,32%.

Pada Gambar 8 memperlihatkan joint 1 dan joint 17 pada lantai 1 hingga lantai 4 nilai simpangan yang dihasilkan melewati nilai batasan yang diijinkan dengan nilai simpangan terbesar pada lantai 1 sebesar 1,36%. Berdasarkan hasil analisa pemodelan menggunakan program *ETABS* diketahui bahwa beberapa joint masih melebihi batas ijin untuk *displacement* dan simpangan antar lantai. Pada

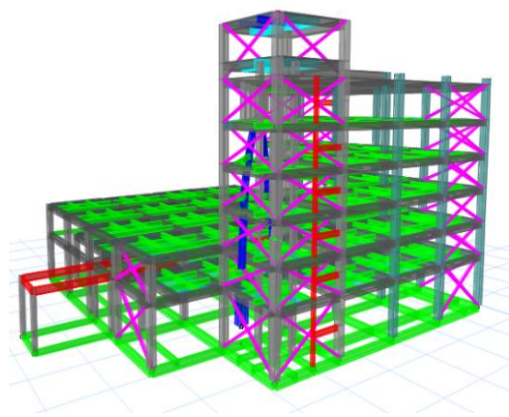
tahap selanjutnya, akan dilakukan pemasangan *bracing* pada gedung guna meningkatkan kekakuan lateral sebagai media untuk mengurangi defleksi dan simpangan berlebih yang dialami struktur.

4. Pengaruh sistem perkuatan *bracing* (model 2)

Model struktur dengan penambahan *bracing* didesain dengan tujuan untuk meningkatkan kekakuan lateral.



Gambar 9. Denah penempatan *bracing*



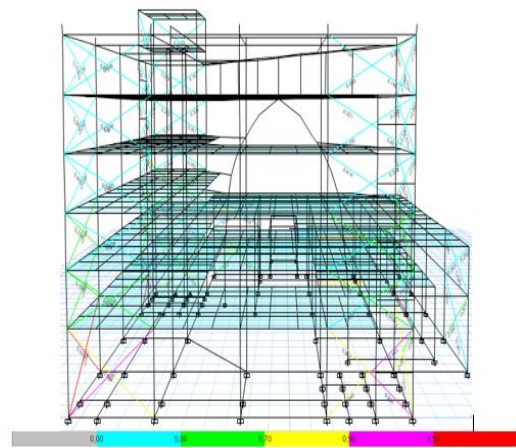
Gambar 10. Pemodelan *bracing* pada ETABS

Bracing yang digunakan berupa baja siku ganda dengan dimensi (160.160.17) mm dengan berat baja per-meter $\pm 40,7$ kg/m, disambung dengan pelat setebal 10 mm dan dimodelkan sebagai frame yang dipasang pada sudut luar bangunan (Gambar 9). Perletakan *bracing* yang digunakan, dipasang searah sumbu-x dan sumbu-y yang bersifat menerus (dipasang dari lantai dasar hingga lantai 5).

4.1. Rasio kekuatan *bracing*

Sebagai kondisi dari ukuran tekanan, rasio kapasitas diperiksa. Rasio kapasitas merupakan

faktor yang memberikan indikasi stress kondisi suatu batang (*frame*) terhadap kapasitas batang tersebut. Terjadinya *over stress* akibat kapasitas rasio melebihi batas dan joint tidak mampu mengakomodasi gaya geser sehingga melebihi batas. Berdasarkan gaya/kapasitas penampang, dimana kedua nilai merupakan hasil dari kekuatan atau momen dan tekuk lateral berdasarkan persamaan dimana nilai ratio ≤ 1 . Semakin meningkatnya rasio kekakuan suatu struktur, maka periode alami struktur, gaya perpindahan lateral dan simpangan semakin menurun dalam arah x, maupun dalam Arah y (Sudarsana dan Made, 2014), Namun seiring dengan meningkatnya kekakuan maka gaya geser lantai juga akan meningkat.



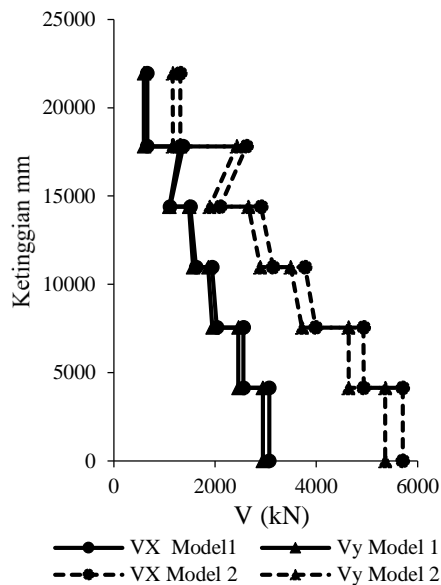
Gambar 11. P-M-M rasio kondisi *bracing*

Berdasarkan analisa pada ETABS dihasilkan rasio *bracing* mengalami tekan pada batang *bracing* yang berada pada lantai dasar dengan nilai rasio terbesar 0,979, berdasarkan persyaratan bahwa nilai rasio *bracing* belum melebihi 1, maka *frame* termasuk dalam kategori aman.

4.2. Analisis geser lantai

Gaya gempa yang terjadi pada arah-x dan arah-y mengalami peningkatan. Perbandingan nilai peningkatan rata-rata gaya geser yang dihasilkan pemodelan struktur pada arah-x sebesar 48% dan pada arah-y sebesar 46%. Hal ini di karenakan adanya pengaruh dari penambahan kekakuan, dan beban akibat penggunaan *bracing*, yang artinya gaya gempa statik ekuivalen sangat dipengaruhi oleh berat total bangunan. Gaya geser akibat gempa respon spektrum menunjukkan perubahan dimana geser

pada bangunan pada model 1 (tanpa *bracing*) menghasilkan gaya geser yang lebih rendah dibandingkan dengan daya geser pada model 2 (model pemakaian *bracing*). Hal ini menandakan bahwa struktur yang menjadi kaku akan menghasilkan gaya geser yang semakin besar (Soelarso dkk., 2016; Erwinsyah dkk., 2014), selain itu Perbedaan gaya geser yang terjadi di kedua model diakibatkan adanya perbedaan massa struktur (Putera dkk., 2018).



Gambar 12. Grafik gaya geser model 1 dan model 2

Untuk perbandingan peningkatan gaya geser antar lantai dapat dilihat pada Tabel 1.

4.3. Persentase penurunan nilai *displacement*

Pemasangan *bracing* sebagai media untuk meningkatkan kekakuan lateral pada struktur AR Fahrudin ini memberikan pengaruh cukup baik terhadap pengurangan nilai perpindahan horizontal (*displacement*) (Anggraeni dkk., 2016). Kontribusi *bracing* dalam menambah kekakuan lateral pada gedung AR Fahrudin terlihat bahwa masing masing lantai mengalami pengurangan defleksi yang sangat drastis diarah-x dan Arah-y, yang artinya penambahan *bracing* sebagai pengaku lateral mampu mengurangi besarnya nilai perpindahan horizontal pada struktur. Perbandingan persentase penurunan hasil perpindahan horizontal akibat gaya gempa pada masing

masing joint dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14. Penurunan rata rata horizontal arah-x yang terjadi pada tiap lantai, pada joint 1 sebesar 42,2 %, pada joint 17 sebesar 55,6 %, dan pada joint 22 sebesar 55,4%. Perbandingan rata-rata penurunan hasil perpindahan horizontal akibat gaya gempa arah-y yang terjadi pada tiap lantai pada joint sebesar 63,1%, pada joint 17 sebesar 63%, dan joint 22 sebesar 33,1% (Tabel 2 dan Tabel 3).

4.4. Analisis simpangan antar lantai

Penurunan secara drastis juga dialami oleh simpangan antar tingkat dimana struktur yang diberi tambahan kekakuan menjadikan rangka struktur lebih kaku dan memperlihatkan penurunan nilai simpangan di semua titik tinjauan. Yang artinya penambahan *bracing* baja pada gedung mampu menahan beban lateral lebih besar dibandingkan rangka tanpa penambahan pengekang (Youssef dkk., 2017; Haryono dan Dian, 2016; Qian, 2017; Nelwan dkk., 2018; Dutta dkk., 2017).

Perbandingan persentase penurunan simpangan antar lantai (*drift*) diperoleh. Gambar 15 dan Gambar 16, menunjukkan dimana simpangan mengalami penurunan secara signifikan pada semua titik tinjauan (joint 1, joint 17, dan joint 22), berdasarkan data hasil analisis program *Etabs*, masing masing titik tinjauan mengalami penurunan yang berbeda pada arah-x maupun arah-y. Nilai penurunan rata rata arah-x, yang dialami tiap joint 1, sebesar 35,2% joint 17 sebesar 55,6%, dan joint 22 sebesar 55,4%. Sedangkan pada arah-y besarnya penurunan yang terjadi pada tiap joint 1, sebesar 62,9% joint 17 sebesar 63,1%, dan joint 22 sebesar 26,2%.

Penurunan akibat meningkatnya kekakuan lateral dapat dilihat pada Tabel 4, dan Tabel 5. Semua penurunan secara drastis terlihat setelah diterapkannya pemasangan *bracing* pada model 2, penurunan nilai rasio simpangan terjadi seiring meningkatnya kekakuan lateral. Hal ini membuktikan bahwa penerapan pemasangan *bracing* terbukti efektif untuk mengurangi simpangan berlebih pada struktur gedung AR Fahrudin.

Tabel 1. Nilai perbandingan gaya geser dalam persen (%)

Lantai	Lokasi	Model 1		Model 2		Kenaikan %		Ketinggian mm
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (kN)	Vy (kN)	
5	Atas	661,27	594,71	1312,42	1164,19	49,6	48,9	21946
	Bawah	661,27	594,71	1317,09	1168,65	49,8	49,1	17813
4	Atas	1369,53	1304,06	2621,88	2426,82	47,8	46,3	17813
	Bawah	1110,40	1096,54	2099,35	1893,88	47,1	42,1	14393
3	Atas	1511,79	1485,45	2909,04	2659,37	48,0	44,1	14393
	Bawah	1624,06	1564,12	3147,04	2894,37	48,4	46,0	10973
2	Atas	1941,54	1864,90	3776,81	3492,10	48,6	46,6	10973
	Bawah	2036,14	1948,39	3985,75	3717,40	48,9	47,6	7553
1	Atas	2561,87	2458,66	4932,74	4636,55	48,1	47,0	7553
	Bawah	2561,87	2458,66	4935,26	4638,95	48,1	47,0	4133
Dasar	Atas	3071,04	2943,21	5705,61	5360,68	46,2	45,1	4133
	Bawah	3071,04	2943,21	5706,57	5361,56	46,2	45,1	0

Keterangan: model 1= model tanpa *bracing*; model 2 = model dengan pemasangan *bracing*

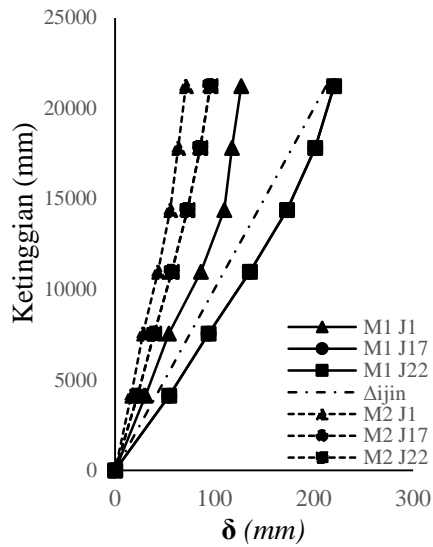
Tabel 2. Perbandingan nilai penurunan *displacement* model 1 dan model 2 arah x

Lantai	Ketinggian mm	δ Model 1 (mm)			δ Model 2 (mm)			Δ_a (mm)	selisih %		
		J1	J17	J22	J1	J17	J22		J1	J17	J22
Atap	21230	127,05	220,28	220,55	71,11	95,56	96,09	212,3	44,0	56,6	56,4
5	17810	117,66	201,34	201,34	63,38	85,72	85,72	178,1	46,1	57,4	57,4
4	14390	109,77	173,07	173,07	55,55	72,72	72,72	143,9	49,4	58,0	58,0
3	10970	86,41	135,72	135,72	43,08	56,87	56,87	109,7	50,1	58,1	58,1
2	7550	53,99	93,97	93,97	27,85	39,23	39,23	75,5	48,4	58,3	58,3
1	4130	30,47	54,43	54,43	15,91	22,45	22,45	41,3	47,8	58,8	58,8
Dasar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

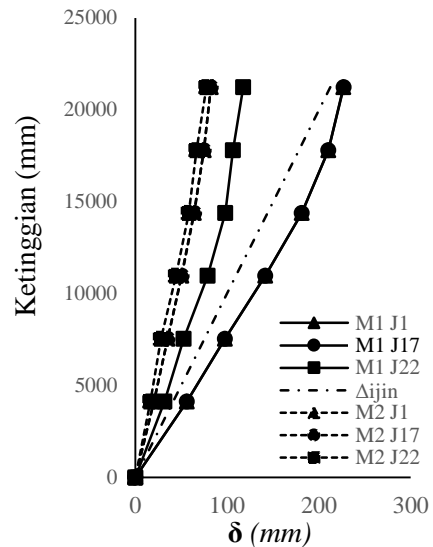
Tabel 3. Perbandingan nilai penurunan *displacement* model 1 dan model 2 arah y

Lantai	Ketinggian mm	δ Model 1 (mm)			δ Model 2 (mm)			Δ_a (mm)	selisih %		
		J1	J17	J22	J1	J17	J22		J1	J17	J22
Atap	21230	226,88	226,89	117,59	82,15	82,33	77,56	212,3	63,8	63,7	34,0
5	17810	210,22	210,28	106,45	74,51	74,7	66,69	178,1	64,6	64,5	37,4
4	14390	181,25	181,33	98,11	63,86	64,03	58,11	143,9	64,8	64,7	40,8
3	10970	141,64	141,73	78,9	50,41	50,54	44,48	109,7	64,4	64,3	43,6
2	7550	97,63	97,64	52,73	35,24	35,31	27,92	75,5	63,9	63,8	47,1
1	4130	56,33	56,333	31,7	20,16	20,28	16,36	41,3	64,2	64,0	48,4
Dasar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

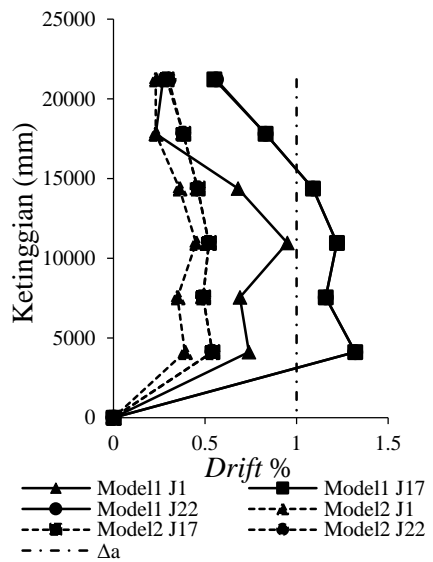
Keterangan: model 1= model tanpa *bracing*; model 2 = model dengan pemasangan *bracing*



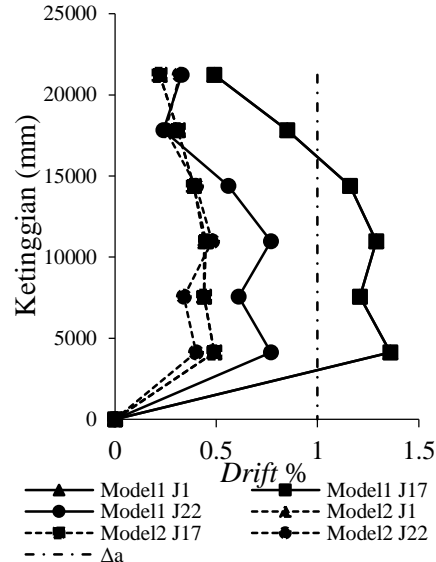
Gambar 13. Grafik perbandingan nilai displacement model 1 dan model 2 arah x



Gambar 14. Grafik perbandingan nilai displacement model 1 dan model 2 arah y



Gambar 15. Grafik nilai perbandingan penurunan simpangan model 1, dan model 2 arah x



Gambar 16. Grafik nilai perbandingan penurunan simpangan model 1, dan model 2 arah y

Tabel 4. Nilai penurunan drift model pemasangan bracing dan tanpa bracing arah x

Lantai	Ketinggian mm	Model 1			Model 2			Rasio ijin	Selisih Penurunan %		
		J1	J17	J22	J1	J17	J22		J1	J17	J22
Atap	21230	0,27	0,55	0,56	0,23	0,29	0,3	1	14,8	47,3	46,4
5	17810	0,23	0,83	0,83	0,23	0,38	0,38	1	0,0	54,2	54,2
4	14390	0,68	1,09	1,09	0,36	0,46	0,46	1	47,1	57,8	57,8
3	10970	0,95	1,22	1,22	0,45	0,52	0,52	1	52,6	57,4	57,4
2	7550	0,69	1,16	1,16	0,35	0,49	0,49	1	49,3	57,8	57,8
1	4130	0,74	1,32	1,32	0,39	0,54	0,54	1	47,3	59,1	59,1
Dasar	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabel 5. Nilai penurunan *drift* model pemasangan *bracing* dan tanpa *bracing* arah y

Lantai	Ketinggian mm	Model 1			Model 2			Rasio ijin	Selisih Penurunan %		
		J1	J17	J22	J11	J17	J22		J11	J17	J22
Atap	21230	0,49	0,49	0,33	0,22	0,22	0,32	1	55,1	55,1	3,0
5	17810	0,85	0,85	0,24	0,31	0,31	0,25	1	63,5	63,5	4,2
4	14390	1,16	1,16	0,56	0,39	0,39	0,4	1	66,4	66,4	28,6
3	10970	1,29	1,29	0,77	0,45	0,44	0,48	1	65,1	65,9	37,7
2	7550	1,21	1,21	0,61	0,44	0,44	0,34	1	63,6	63,6	44,3
1	4130	1,36	1,36	0,77	0,49	0,49	0,4	1	64,0	64,0	48,1
Dasar	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Keterangan: model 1= model tanpa *bracing*; model 2 = model dengan pemasangan *bracing*

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Hasil dari rasio kekuatan *bracing*, terindikasi mengalami tekan pada batang yang berada pada lantai dasar namun nilai rasio *bracing* belum melebihi 1, maka *bracing* termasuk dalam kategori aman. Hasil selanjutnya menjelaskan bahwa sekenario pemasangan *bracing* pada gedung AR Fachruddin terbukti memberikan dampak positif, dimana perpindahan lateral (*displacement*), dan simpangan antar tingkat (*drift*) mengalami penurunan diarah x dan arah y secara signifikan setelah diterapkannya pemasangan *bracing*.

Berdasarkan perbandingan analisa terhadap kinerja struktur dengan pemasangan *bracing* sebagai pengaku lateral, dapat meningkatkan gaya geser antar lantai, dimana seiring meningkatnya kekakuan lateral pada suatu bangunan gaya geser yang dihasilkan juga akan meningkat. Penggunaan *bracing* sebagai penambahan kekakuan lateral pada struktur gedung AR Fachruddin memberikan dampak yang baik terhadap kinerja struktur secara signifikan.

6. Daftar Pustaka

Agus, A., & Syafril, S. (2017). Perbandingan Analisis Respon Struktur Gedung Antara Portal Beton Bertulang, Struktur Baja dan Struktur Baja Menggunakan Bresing

Terhadap Beban Gempa. *Jurnal Teknik Sipil Itp Issn.* 3(1). 60-67.

Anggraeni, D. W., Widayanto, E., & Nurtanto, D. (2016). Pemakaian Bracing Pada Bangunan Tahan Gempa dengan Analisis Pushover (The Usage of Bracing on Earthquake Resistant Buildings with Pushover Analysis). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 1(01), 84-95.

Antonius, dan Aref Widhianto. 2013. Konferensi nasional teknik sipil: *Efek soft story* pada respon dinamik struktur gedung beton bertulang tingkat tinggi. 237-243.

Astariani, N. K. (2010). Pengaruh Torsi Pada Bangunan. *Jurnal GaneÇ Swara*, 4(3), 25-31.

Badan Standardisasi Nasional.2012. SNI-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

Dutta, S. C., Pranab. K., & Piyali. S. (2017). Seismic Behaviour of Irregular Structures *Structural Engineering International*, 27(4). 526-545.

Erwinsyah, F., Windah, R. S., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2014). Perhitungan Gaya Geser Pada Bangunan Bertingkat Yang Berdiri Di Atas Tanah Miring Akibat Gempa Dengan Cara Dinamis. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3). 209-214.

Haryono, S., & Diah Purnamawanti, D. A. (2016). Penggunaan Struktur Bresing Konsentrik Tipe X Untuk Perbaikan

- Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Pada Struktur Eksisting Terhadap Beban Lateral Akibat Gempa. *Teknik Sipil dan Arsitektur*, 19(23).
- Nelwan, I. T., Wallah, S. E., & Dapas, S. O. (2018). Respon dinamis bangunan bertingkat banyak dengan soft first story dan penggunaan braced frames element terhadap beban gempa. *Jurnal Sipil Statik*, 6(3).175-188.
- Putera , T. A., Ade. F.,& Suprayetno. (2018). Evaluasi perbandingan simpangan struktur srpm akibat pemodelan struktur yang berbeda. *Jurnal Education Building*, 4(1). 18-24.
- Rahman, S. A., & Salik, A. U. 2018. Seismic response of vertically irregular rc frame with mass irregularity. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9 (2). 24317-24321.
- Repadi, J. A., Sunaryati, J., & Thamrin, R. (2016). Analisis kinerja struktur beton bertulang dengan variasi penempatan bracing inverted V. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(2), 103-110.
- Soelarso, S., & Baehaki, B. (2016). Analisis perbandingan simpangan horisontal (*drift*) pada struktur gedung tahan gempa dengan menggunakan pengaku lateral (*bracing*) berdasarkan sni 03-1726-2002 dan sni 03-1726-2012. *Jurnal Fondasi*, 5(1). 24-34
- Sudarsana, K., & Yudha, M. E. A. (2014). Pengaruh Rasio Kekakuan Lateral Struktur Terhadap Perilaku Dinamis Struktur Rangka Beton Bertulang Bertingkat Rendah.
- Titiksh, A. (2017). EFFECTS OF IRREGULARITIES ON THE SEISMIC RESPONSE OF A MEDIUM RISE STRUCTURE. *ASIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING (BHRC)*, 18(8), 1307-1314.
- Tremblay, R., Archambault, M. H., & Filiatrault, A. (2003). Seismic response of concentrically braced steel frames made with rectangular hollow bracing members. *Journal of Structural Engineering*, 129(12), 1626-1636.
- Qian, K., Yu, Y., Wang, Y. M., & Li, B. (2017). The Effects of Bracing on the Behavior of RC Multi-Story Frames to Resist Progressive Collapse. In *Structures Congress 2017*, (180-186).
- Youssef, M. A., Ghaffarzadeh, H., & Nehdi, M. (2007). Seismic performance of RC frames with concentric internal steel bracing. *Engineering Structures*, 29(7), 1561-1568.