

Kajian Struktur Gedung Beton Berbentuk U Terbalik Terhadap Gempa dengan Perkuatan *Bracing*

Bima Husada¹⁾, Hendramawat Aski Safarizki²⁾, Marwahyudi³⁾, Rida Handiana Devi⁴⁾

^{1, 2, 4)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Veteran bangun Nusantara, Letjen Hoemardani No 1 Sukoharjo, 57521, Indonesia

³⁾GFY Research Group, Universitas Sahid Surakarta, Jl. Adisucipto No 154, Surakarta Indonesia

Email: bimhus@gmail.com, hendra.mawat@gmail.com, yudhie_dsg@yahoo.co.id, ridahandiana@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dibidang kontruksi mampu merencanakan berbagai inovasi yang unik dan transformasi bentuk struktur bangunan di Indonesia. Namun, merencanakan struktur bangunan memungkinkan akan ada beberapa yang harus diselesaikan, salah satunya dengan inovasi gedung berbentuk U terbalik terhadap gempa, maka dengan dilakukan penambahan sebuah perkakuan *bracing* yang bertujuan dapat mengurangi pengaruh gempa pada gedung dengan metode analisis menggunakan software ETABS. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *bracing* tipe X dapat memengaruhi perkakuan pada Gedung U terbalik. Melihat hasil analisis simpangan antar lantai dinyatakan tidak aman maka harus dilakukan *bracing*. Setelah dilakukan penambahan *bracing* tipe X pada gedung U terbalik yang diletakan pada sudut-sudut gedung U terbalik mendapatkan hasil analisis simpangan antar lantai sangat signifikan dan dinyatakan aman. Dari hasil tersebut kesimpulannya bahwa *bracing* tipe X dapat menambah perkakuan pada gedung berbentuk U terbalik.

Kata kunci : *Bracing* tipe x Gedung U terbalik, Simpangan antar lantai

1. Pendahuluan

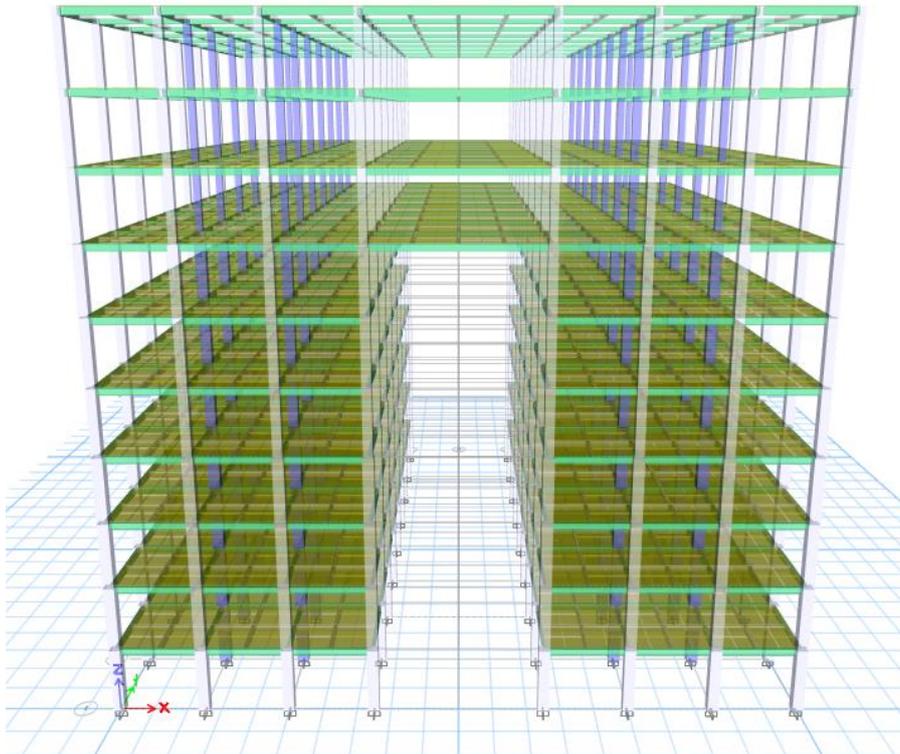
Salah satu penyebab keruntuhan bangunan adalah ketidakstabilan struktur. Saat mendesain suatu struktur, ketidakstabilan pada struktur merupakan hal dasar harus dihindari. Hal ini harus diperhatikan untuk berbagai jenis tinggi gedung. Struktur yang tidak stabil apabila menerima beban maka struktur tersebut mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) yang lebih besar dibandingkan struktur yang stabil. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar struktur menjadi lebih stabil adalah mengkombinasikan struktur dengan *bracing* (elemen pengaku). Sistem *bracing* dapat digunakan untuk menahan gaya vertikal seperti beban gravitasi dan gaya horisontal/gaya lateral seperti beban gempa, sehingga dapat mencegah goyangan berlebih pada struktur. Penggunaan *bracing* juga dimaksudkan agar saat terjadi gempa, gaya lateral yang mengenai struktur tidak hanya ditahan oleh elemen balok dan kolom pada struktur tetapi juga ditahan oleh sistem *bracing*. Namun, perlu diperhatikan penempatan *bracing* pada struktur yang berdiri di atas tanah miring karena penempatan *bracing* yang tidak tepat menyebabkan gaya geser yang terjadi pada kolom pendek lebih besar.

Bangunan bertingkat adalah bangunan yang mempunyai lebih dari satu lantai secara vertikal. Bangunan bertingkat ini dibangun berdasarkan keterbatasan tanah yang mahal di perkotaan dan tingginya tingkat permintaan ruang untuk berbagai macam kegiatan Tetapi perlu diperhatikan bahwa perencanaan bangunan bertingkat harus didesain dengan tepat. Salah satunya dengan mempertimbangkan apakah struktur mampu menahan beban-beban yang bekerja. Elemen Pengaku Portal (*Braced Frames Element*) adalah elemen struktur yang diletakan secara menyilang (diagonal) pada struktur portal, yang berfungsi untuk menopang/mengaku portal dalam menahan beban pada struktur (Nelwan dkk, 2018).

Baja dapat dikelompokkan berdasarkan kegunaannya, yaitu baja kontruksi dan baja non kontruksi. Baja konstruksi biasanya digunakan sebagai bahan untuk konstruksi bangunan dan bagian-bagian dari mesin. Ada beberapa keuntungan yang bisa didapat melalui penggunaan baja pada konstruksi bangunan, antara lain memiliki kekuatan yang tinggi, sifat homogenitas, elastisitas, daktilitas, awet, dan mudah dalam pemasangan dan pengerjaan (Sidara dkk, 2017).

Bracing pada struktur portal bertingkat banyak dinilai dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur bangunan gedung tersebut, sehingga dapat menahan beban lateral akibat angin atau gempa, selain itu penggunaan *bracing* juga cenderung lebih efisien dan ekonomis (Anwar, 2016).

Desain struktur merupakan salah satu bagian dalam perencanaan bangunan. Dalam pelaksanaannya faktor sains dan seni yang mendasar. Pertama faktor sains / ilmu, dalam desain struktur memiliki pedoman dan peraturan desain di mana pedoman tersebut di pergunakan agar bangunan yang direncanakan layak pakai untuk manusia. Yang kedua unsur seni, dalam desain bangunan kita harus memperhatikan keindahan bangunan untuk mengkolaborasikan bangunan yang baru dengan lingkungan sekitar. Dalam penelitian ini, penulis meneliti Gedung U terbalik dengan pemilihan material menggunakan material beton bertulang. Alasan penulis mengambil studi kasus ini adalah Gedung ini memiliki karakteristik unik yaitu terdapatnya penambahan massa atau beban pada struktur bagian atas dari lantai 7-10.



Gambar 1. Rekeyasa gedung U terbalik

Batasan masalah dan Tujuan

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah merencanakan struktur gedung beton berbentuk U terbalik dengan menggunakan *software* ETABS yang merancang struktur kolom, balok, dan plat lantai dan mengkonfigurasi letak *bracing* tipe X. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *bracing* tipe X sebagai perkakuan pada Gedung U terbalik.

2. Metode penelitian

Pengumpulan data

Dalam proses pengumpulan data dimaksudkan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam pengerjaan pra-rencana *design*. Data-data tersebut akan menjadi acuan dalam melakukan perencanaan struktur. Data-data yang dibutuhkan meliputi kegunaan dari bangunan itu sendiri, lokasi struktur, jumlah lantai, tinggi tiap lantai, tingkat daktalitas struktur, kuat tekan beton yang digunakan, tinggi leleh baja tulangan yang digunakan, modulus elastisitas, gambar

struktur dari desain dan peraturan-peraturan yang digunakan sebagai dasar teori pada proses pengerjaan. Penentuan wilayah gempa suatu daerah sangatlah penting karena akan berpengaruh pada perilaku struktur tersebut, hal demikian bisa terjadi karena setiap wilayah gempa mempunyai peraturan yang berbeda dalam memperlakukan suatu perencanaan struktur.

Preliminary Desain Kolom, Balok, Plat Lantai dan Beban mati, hidup, gempa

Desain gambar ini merupakan desain gambar awal yang akan di pergunakan untuk memberikan gambaran model bangunan yang akan direncanakan. Dalam penelitian ini penulis merencanakan denah gambar bangunan U terbalik. Pemilihan bentuk tersebut dikarenakan karena penulis ingin mengamati perilaku dari stabilitas struktur terhadap gempa pada bangunan yang terdapat penambahan massa pada atas bangunan. Pada tahap desain maka kita harus memiliki tafsiran awal berdasar atas perhitungan secara empiris yang diajarkan pada mata kuliah yang struktur beton, maka dari itu sangatlah penting dimengerti dan dipahami mata kuliah tersebut, dimensi yang dihitung adalah pelat lantai, balok dan kolom. Dengan tujuan kita memiliki perkiraan ukuran awal dari data pembebanan yang direncanakan.

Dalam perhitungan beban, digunakan dua metode. metode manual dan metode dengan *software* ETABS. Penggunaan dua metode ini dimaksudkan agar mendapatkan perhitungan beban yang lebih akurat dan teliti dalam perencanaan. metode manual menggunakan rumus-rumus yang telah diajarkan pada mata kuliah struktur beton ataupun pada referensi buku beton yang lainnya. Sedangkan metode dengan menggunakan *software* menggunakan permodelan struktur ETABS yang secara otomatis terdistribusi secara langsung oleh *software* sesuai dengan input beban-beban pada *software* ETABS. Dalam menghitung beban, digunakan 2 metode yaitu metode manual dan metode dengan *software* ETABS, penggunaan metode ini bermaksud agar mendapatkan perhitungan beban yang lebih akurat menggunakan rumus-rumus yang telah diajarkan pada mata kuliah struktur beton bertulang ataupun referensi dai buku beton lainnya. Sedangkan, metode dengan penggunaan *software* ETABS secara otomatis terdistribusi langsung oleh *software* sesuai data input beban-beban yang telah terinputkan ke *software* ETABS.

Analisa Struktur

Analisa struktur di lakukan dengan bantuan *software* ETABS yang bertujuan mengetahui respons struktur akibat bekerjanya gaya luar struktur dari bangunan. Gaya luar yang akan di perhitungkan adalah gaya vertikal dari beban mati dan beban hidup, sedangkan gaya horizontal atau lateral dari beban gempa dan beban hujan. Dari hasil analisa akan mendapatkan nilai simpangan antar lantai yang terjadi dan dari nilai tersebut dapat dilihat simpangan antar lantai apakah gedung berbentuk U terbalik aman atau tidak jika tidak aman kemudian dilakukan penambahan pekakuan *bracing* tipe X. kemudian dilakukan lagi analisis simpangan antar lantai setelah penambahan *bracing* tipe X. Dari hasil perhitungan analisis simpangan antar lantai seteleah penambahan *bracing* tipe X dapat disimpulkan apakah *bracing* tipe X berpengaruh dalam perkakuan yang terjadi pada gedung U terbalik.

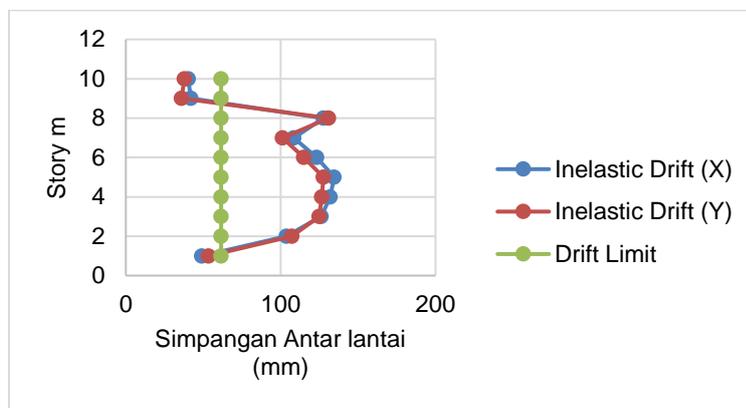
3. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1. hasil analisis simpangan antar lantai tanpa *bracing*

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek X	Cek Y
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)			
10	179,482	174,666	7,320	6,898	4000	40,260	37,939	61,538	OK	OK
9	172,162	167,768	7,631	6,540	4000	41,971	35,970	61,538	OK	OK
8	164,531	161,228	23,204	23,820	4000	127,622	131,010	61,538	NOT OK	NOT OK
7	141,327	137,408	19,728	18,402	4000	108,504	101,211	61,538	NOT OK	NOT OK
6	121,599	119,006	22,397	20,896	4000	123,184	114,928	61,538	NOT OK	NOT OK
5	99,202	98,11	24,462	23,199	4000	134,541	127,595	61,538	NOT OK	NOT OK

4	74,74	74,911	24,015	23,000	4000	132,083	126,500	61,538	NOT OK	NOT OK
3	50,725	51,911	22,938	22,702	4000	126,159	124,861	61,538	NOT OK	NOT OK
2	27,787	29,209	18,858	19,509	4000	103,719	107,300	61,538	NOT OK	NOT OK
1	8,929	9,7	8,929	9,700	4000	49,110	53,350	61,538	OK	OK

Setelah selesai melakukan permodelan gedung berbentuk U terbalik dengan menggunakan *software* etabs 18 dan memasukkan data input pembebanan, kemudian dilakukan analisis simpangan antar lantai pada gedung berbentuk U terbalik. Dari hasil analisis mendapatkan sebuah hasil terjadinya simpangan antar lantai dari lantai 2-8 bahwa gedung berbentuk U terbalik tidaklah aman karena hasil perhitungan *inelastic drift* dari arah X maupun arah Y melebihi *drift limit* hal ini terjadi karena terdapatnya penambahan massa atau beban pada bagian struktur atas pada lantai 7-10. Pada bagian ini sangat berpengaruh karena adanya sebuah struktur balok dan plat lantai yang membentang sepanjang 10m menghubungkan antar sisi gedung dengan sisi gedung satunya pada lantai 7- 10 arah x tanpa adanya sebuah kolom yang menyangga. Di bawah ini dapat dilihat hasil grafik simpangan antar lantai y.

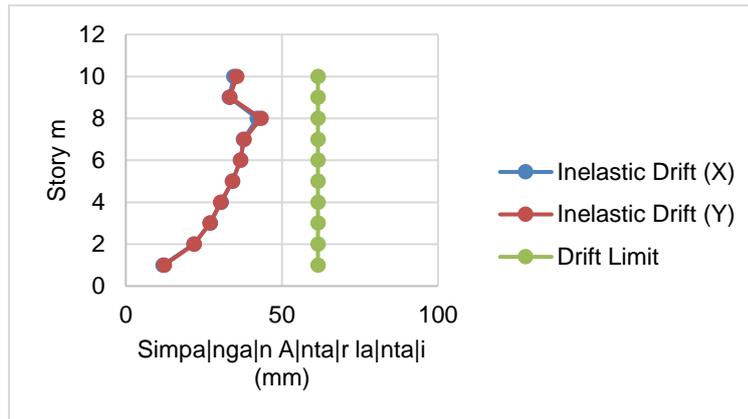


Gambar 2. Grafik hasil simpangan tanpa bracing

Tabel 2. hasil analisis simpangan antar lantai dengan bracing

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek x	Cek y
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)			
10	56,299	56,793	6,277	6,453	4000	34,524	35,492	61,538	OK	OK
9	50,022	50,34	6,028	6,052	4000	33,154	33,286	61,538	OK	OK
8	43,994	44,288	7,653	7,880	4000	42,092	43,340	61,538	OK	OK
7	36,341	36,408	6,855	6,892	4000	37,703	37,906	61,538	OK	OK
6	29,486	29,516	6,687	6,685	4000	36,779	36,768	61,538	OK	OK
5	22,799	22,831	6,215	6,202	4000	34,183	34,111	61,538	OK	OK
4	16,584	16,629	5,549	5,524	4000	30,520	30,382	61,538	OK	OK
3	11,035	11,105	4,914	4,893	4000	27,027	26,912	61,538	OK	OK
2	6,121	6,212	3,965	3,972	4000	21,808	21,846	61,538	OK	OK
1	2,156	2,24	2,156	2,240	4000	11,858	12,320	61,538	OK	OK

Maka dari itu penambahan *bracing* pada gedung berbentuk U terbalik harus dilakukan dan penambahan *bracing* tipe X yang bertujuan menambahkan perkakuan dan diletakkan pada sudut-sudut gedung. Dari hasil analisis simpangan antar lantai pada gedung berbentuk U terbalik mendapatkan sebuah hasil bahwa gedung berbentuk U terbalik dinyatakan aman karena hasil perhitungan *inelastic drift* tidak melebihi *drift limit*. Penambahan *bracing* pada gedung berbentuk U terbalik sangatlah berpengaruh terhadap perkakuannya.



Gambar 3. Grafik hasil simpangan bracing

4. Simpulan

Berdasarkan analisis simpangan antar lantai yang terjadi tanpa mengaplikasikan pemasangan *bracing* hasilnya tidak aman karena penambahan massa atau beban pada lantai 7-10 yang menghasilkan nilai *inelastic drift* arah X dan Y lebih besar dibandingkan *drift limitnya*. Maka penambahan *bracing* tipe X dilakukan pada area sudut-sudut gedung U terbalik. Dari hasil analisis simpangan antar lantai yang terjadi setelah penambahan *bracing* sangatlah signifikan dan hasil *inelastic drift* arah X menurun dengan rata-rata 62% dan arah Y menurun dengan rata-rata 60% dan gedung berbentuk U terbalik dinyatakan aman. Berdasarkan hasil penelitian adapun saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini adalah melanjutkan jenis perakuan *bracing* selain tipe X dan menambahkan studi tentang fondasi.

Daftar Pustaka

- Anwar, M. 2016. Modifikasi Perencanaan Struktur Hotel Persona Gresik Dengan Menggunakan Rangka Berpengaku Eksentris. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Ketentuan Seismik untuk Struktur Baja Bangunan Gedung: SNI 7860:2015, Jakarta, Indonesia.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung: SNI 1726:2019, Jakarta, Indonesia.*
- 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* Vol.6 No.3, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sidara, S. C. X, Sumajouw, M. D. J., Pandaleke, R., 2017. Evaluasi Kekuatan Balok Beton Bertulang dengan Balok Komposit Baja Menggunakan Floor Deck. *Jurnal Sipil Statik* Vol.5 No.9, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.