

PERBANDINGAN GAYA-GAYA DALAM DAN BERAT BAJA DENGAN SISTEM STRUKTUR DIAGRID DAN KONVENSIONAL PADA BANGUNAN ASIMETRIS

**Kadek Yudistira Mahendra Putra, I Made Nada, I Putu Agus Putra Wirawan,
I Made Sastra Wibawa**

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: yudistira097@gmail.com*

ABSTRAK: Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa, salah satu cara untuk mencegah kerusakan bangunan terhadap gempa adalah menggunakan sistem struktur *diagrid*. *Diagrid* adalah sistem struktur dengan menggunakan *bracing* sebagai pengganti kolom bagian luar sedangkan sistem konvensional adalah sistem struktur pemikul momen (*momen frame*). Karena di Indonesia banyak bangunan asimetris maka perlu adanya penelitian menggunakan sistem struktur *diagrid* pada bangunan asimetris. Analisis ini difokuskan terhadap perbandingan kedua sistem struktur (*diagrid* dan konvensional) yang meliputi gaya-gaya dalam dan berat yang akan dibandingkan besaran selisih dan berat yang akan dihasilkan dengan menggunakan aplikasi SAP2000. Hasil analisis menunjukkan nilai yang dihasilkan terhadap kedua sistem struktur yaitu *diagrid* lebih kecil dibandingkan dengan konvensional akan tetapi momen yang terjadi pada lantai genap terjadi peningkatan karena tidak adanya kolom yang akan menyalurkan beban dari balok pada pertemuan bagian asimetris tersebut, dengan perbandingan yaitu momen negatif balok 2% -27% untuk lantai 6 dan 0% - 30% untuk lantai 10. Perbandingan gaya geser balok yaitu 1% - 18% untuk lantai 6 dan 1% - 12% untuk lantai 10. Dan momen kolom *core* dengan perbandingan 8% - 69% untuk lantai 6 dan 0% - 30% untuk lantai 10. Sementara gaya aksial kolom *core* model DIA secara umum lebih besar dari model MF dengan perbandingan 10% - 16% untuk lantai 6 dan 12% - 20% untuk lantai 10. Perbandingan volume baja yang terjadi sistem struktur *diagrid* lebih efisien 9 % untuk lantai 6 dan 3 % untuk lantai 10 dibandingkan dengan bangunan dengan sistem struktur konvensional

Kata kunci: *Bangunan Asimetris, Sistem struktur diagrid, Sistem struktur konvensional, Struktur baja.*

ABSTRACT: *Indonesia is a country that is prone to earthquakes, one way to prevent damage to buildings against earthquakes is to use a diagrid. Diagrid is a structural system using bracing instead of the outer column while the conventional system is a moment resisting structural system (moment frame). Because in Indonesia there are many asymmetrical buildings, it is necessary to research using the diagrid in asymmetrical buildings. This analysis is focused on the comparison of the two structural systems (diagrid and conventional) which includes internal forces and weight which will be compared with the amount of difference and weight that will be generated using the SAP2000 application. The results of the analysis show that the resulting value for the two structural systems, namely the diagrid is smaller than conventional, but the moment that occurs on the even floor increases because there is no column that will transmit the load from the beam at the meeting of the asymmetrical section, with a comparison that is the comparison of the negative moment of the beam. 2% -27% for the 6th floor and 0% - 30% for the 10th floor. The ratio of the shear forces of the beams is 1% - 18% for the 6th floor and 1% - 12% for the 10th floor. And the core with a ratio of 8% - 69% for the 6th floor and 0% - 30% for the 10th floor. Meanwhile, the DIA model core column axial force is generally larger than the MF model with a ratio of 10% - 16% for the 6th floor and 12% - 20% for the 10th floor. The volume of steel that occurs in the diagrid structural system is 9% more efficient for the 6th floor and 3% for the 10th floor compared to buildings with conventional structural system.*

Keywords: *Asymmetrical building, Conventional structural system, Diagrid structural system, Steel structure.*

PENDAHULUAN

Indonesia sering disebut sebagai “Ring of Fire” karena posisinya berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik sehingga seringnya terjadi gempa bumi di Indonesia. Peristiwa gempa bumi menyebabkan banyak menelan korban jiwa, salah satu faktor terbesar yaitu keruntuhan pada bangunan salah satu cara untuk mencegah kerusakan bangunan terhadap

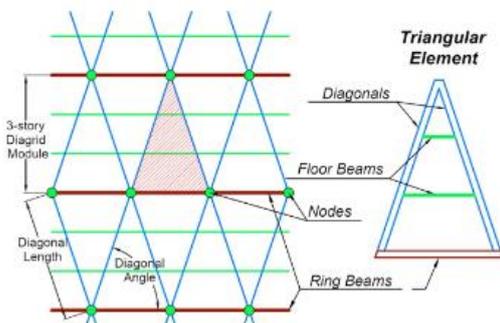
gempa adalah menggunakan sistem struktur *diagrid*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Deshpande, et.al (2015), sistem struktur *diagrid* lebih efisien 28% dibandingkan dengan struktur konvensional.

Sistem struktur *diagrid* (DIA) adalah sistem struktur dengan menggunakan *bracing* sebagai pengganti kolom bagian luar sedangkan sistem konvensional adalah sistem struktur

pemikul momen (MF). Karena di Indonesia banyak bangunan asimetris maka perlu adanya penelitian menggunakan sistem struktur *diagrid* pada bangunan asimetris.

LANDASAN TEORI

Sistem struktur diagrid merupakan salah satu sistem struktur bracing dengan bentuk kolom diagonal. Pada dasarnya struktur diagrid menggunakan prinsip rangka batang dengan membentuk sudut akibat posisi diagonalnya. Sudut-sudut tersebut terlihat segitiga sehingga bentuk tersebut dapat dimanfaatkan untuk menahan beban lateral maupun beban gravitasi, (Wirawan, 2020).



Gambar 1. Sistem struktur *diagrid*

Sumber: Asadi et al. (2018)

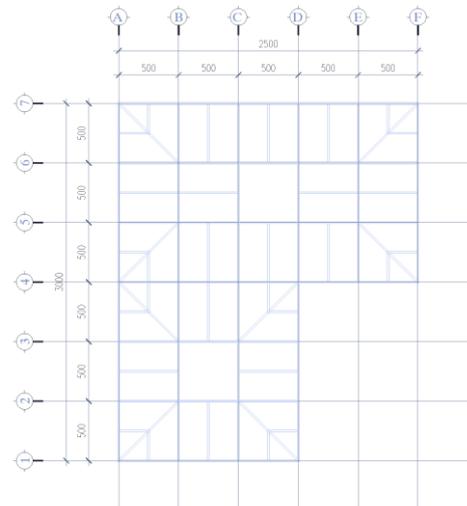
Menurut (Sanjaya, 2018), Struktur baja konvensional atau dikenal dengan sistem struktur rangka baja pemikul momen (*momen frame*) adalah suatu sistem struktur yang tersusun oleh batang baja yang membentuk rangka yang terdiri dari kolom vertikal dan balok yang terkoneksi satu sama lain, kolom dan balok tersebut bekerja secara bersama-sama dalam memikul beban yang bekerja pada struktur tersebut.

METODE PENELITIAN

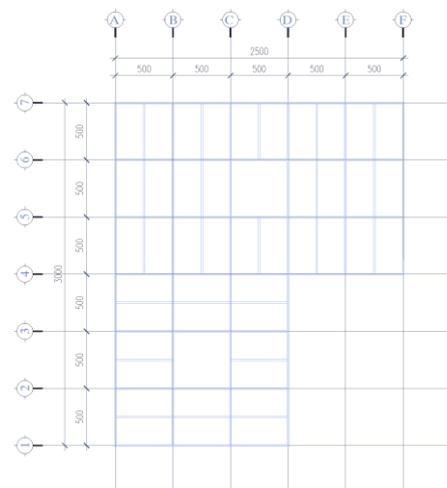
Model kedua sistem struktur ini yaitu diagrid dan konvensional dimodelkan 4 jenis yaitu struktur DIA lantai 6, struktur DIA lantai 10, struktur MF lantai 6 dan struktur MF lantai 10 dengan menggunakan struktur baja.

Tabel 1. Data Geometri Struktur

Deskripsi	Keterangan
Tinggi total	21 m & 35 m
Tinggi antar lantai	3,5 m
Beban Live lantai dan atap	2,4 kN/m ² & 0.96 kN/m ²
Beban SDead lantai	1.42 kN/m ²
Beban Lateral	Respons Spektrum (Lokasi Mataram)

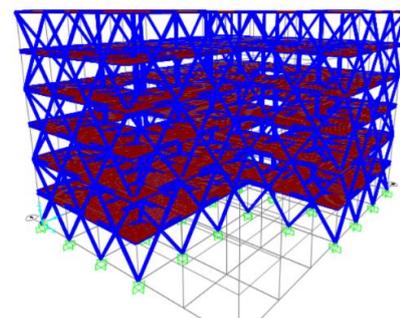


a).

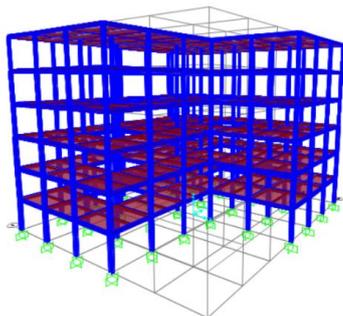


b).

Gambar 1. Denah Geometri a) DIA dan b). MF

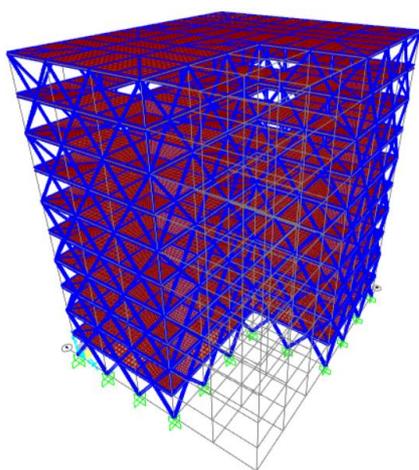


a).

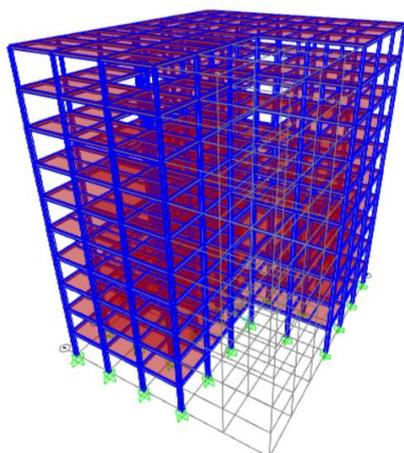


b).

Gambar 2. Pemodelan Struktur a). DIA dan b). MF 6 Lantai



a).



b).

Gambar 3. Pemodelan Struktur DIA dan MF 10 Lantai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampang yang digunakan dalam model yang sudah memenuhi syarat stress ratio penampang. Hasil analisis akan ditampilkan berupa analisis gaya-gaya dalam dan berat struktur yang akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

Dimensi Elemen Struktur

Dimensi struktur merupakan hasil desain dan analisis menggunakan aplikasi SAP2000 dan dimensi yang digunakan telah memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan yang tercantum pada SNI 1726-2019. Penampang untuk setiap model dapat dilihat pada Tabel 2 sampai Tabel 5.

Tabel 2. Dimensi model DIA Lantai 6

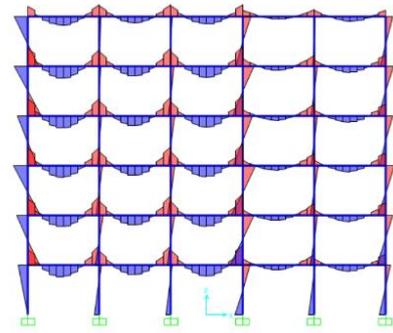
Lantai	Kolom Core	Diagrid	Balok Induk
Lantai 6	WF 200-50	WF 150-32	WF 250-30
Lantai 3-5	WF 300-94	WF 150-32	WF 350-42
Lantai 1-2	WF 350-137	WF 175-52	WF 350-42

Tabel 3. Dimensi model DIA Lantai 10

Lantai	Kolom Core	Diagrid	Balok Induk
Lantai 10	WF 200-50	WF 150-32	WF 250-30
Lantai 9	WF 300-94	WF 150-32	WF 350-42
Lantai 7-8	WF 300-94	WF 175-52	WF 350-42
Lantai 5-6	WF 350-137	WF 200-50	WF 350-42
Lantai 1-4	WF 400-172	WF 250-72	WF 350-42

Tabel 4. Dimensi model MF Lantai 6

Lantai	Kolom Core	Diagrid	Balok Induk
Lantai 6	WF 250-72	WF 250-30	WF 200-22
Lantai 4-5	WF 300-94	WF 350-42	WF 200-22
Lantai 1-3	WF 350- 137	WF 350-42	WF 200-22

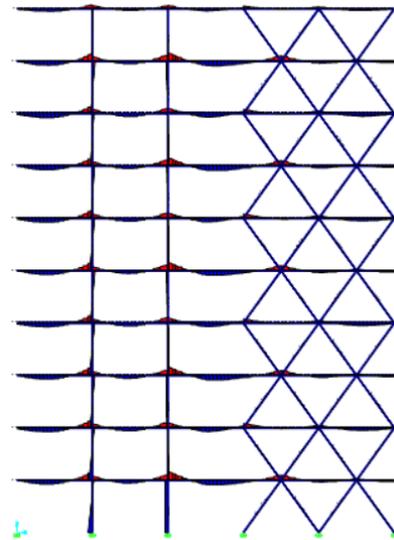


a).

Gambar 4. Gaya Momen model DIA dan MF pada Lt.6

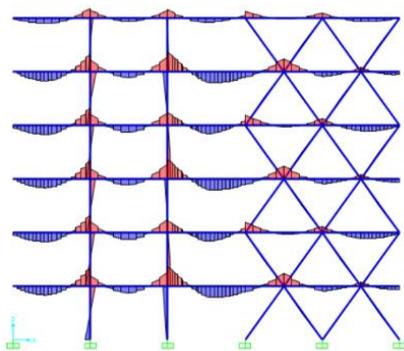
Tabel 5. Dimensi model MF Lantai 10

Lantai	Kolom Core	Diagrid	Balok Induk
Lantai 10	WF 250-72	WF 300-42	WF 200-22
Lantai 9	WF 300-94	WF 350-42	WF 200-22
Lantai 6-8	WF 350-137	WF 350-42	WF 200-22
Lantai 1-5	WF 400-172	WF 350-42	WF 200-22

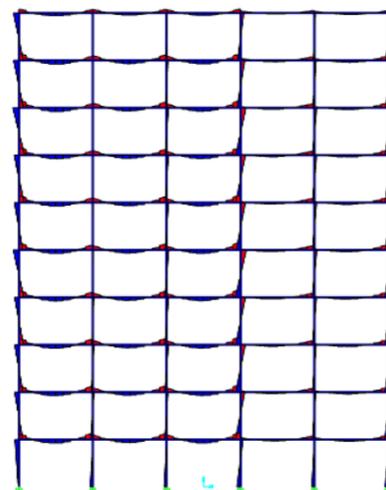


a).

Gaya-gaya dalam pada balok induk

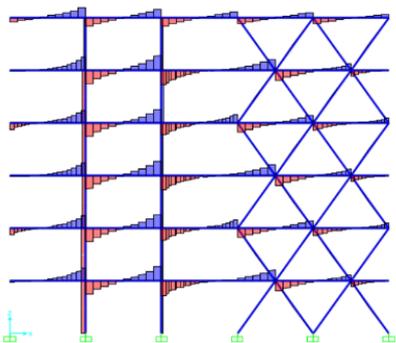


a).

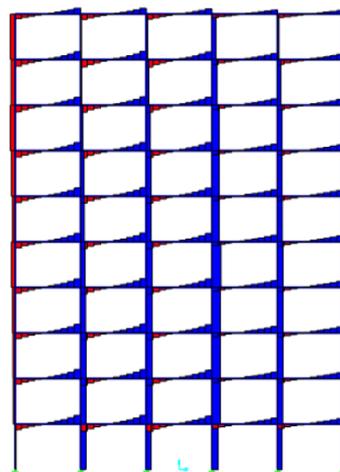


b).

Gambar 5. Diagram Gaya Momen model a).
DIA dan b). MF pada Lt. 10

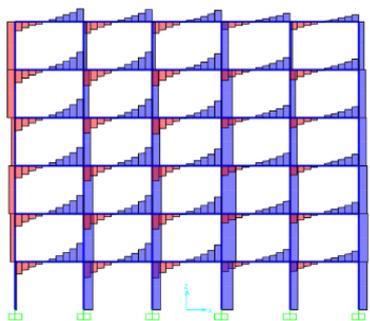


a).

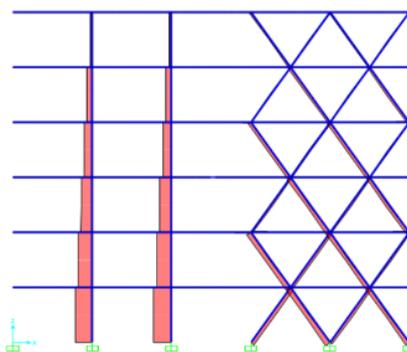


b).

Gambar 7. Diagram Gaya Geser pada model
DIA dan MF Lt. 10

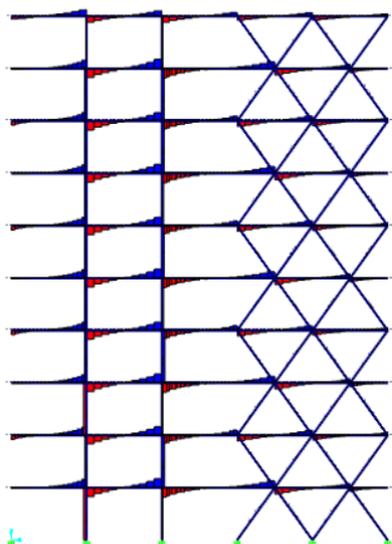


b).

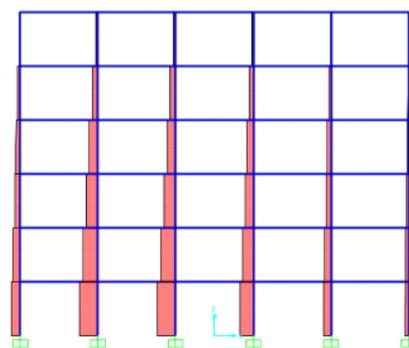


a).

Gambar 6. Gaya Geser pada model DIA dan
MF pada Lt.6

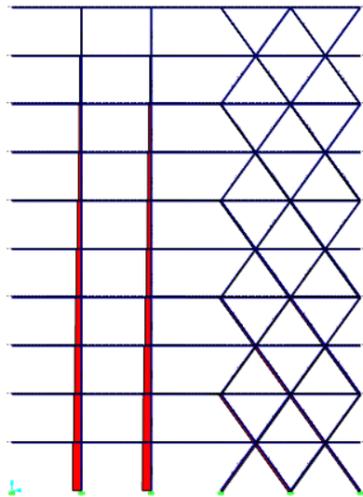


a).

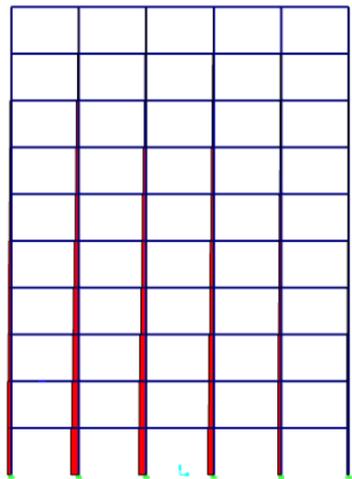


b).

Gambar 8. Diagram Gaya Aksial pada model
DIA Lt.6 dan Lt. 10



a).



b).

Gambar 4. 1 Diagram Gaya Aksial pada model MF Lt.6 dan Lt. 10

Tabel 6. Momen negative balok induk model DIA dan MF lantai 6

Lantai	Momen (KNm)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
Atap	-31.103	-36.428	15%
6	-65.968	-60.504	8%
5	-55.212	-66.534	17%
4	-66.433	-71.733	7%
3	-53.279	-73.135	27%
2	-67.267	-65.843	2%

Tabel 7. Gaya geser balok induk model DIA dan MF lantai 6

Lantai	Gaya Geser (KN)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
Atap	21.394	25.955	18%
6	35.791	33.567	6%
5	32.051	34.191	6%
4	35.684	34.621	3%
3	32.311	34.927	7%
2	35.715	35.977	1%

Tabel 8. Gaya geser balok induk model DIA dan MF lantai 6

Lantai	Gaya Geser (KN)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
Atap	22.291	25.33	12%
10	35.06	31.81	9%
9	31.506	31.89	1%
8	34.896	32.29	7%
7	31.89	32.92	3%
6	34.881	33.34	4%
5	31.921	33.63	5%
4	34.513	34.3	1%
3	31.792	35.11	9%
2	34.989	35.79	2%

Perbandingan antara kedua nilai momen tersebut bervariasi pada tiap lantai dengan rentang 2% -27% untuk lantai 6 dan 0% - 30% untuk lantai 10. Perbandingan gaya geser DIA terhadap MF untuk tiap lantai memiliki rentang 1% - 18% untuk lantai 6 dan 1% - 12% untuk lantai 10. Karena dalam penelitian ini menggunakan bangunan asimetris maka terjadi penerimaan beban yang sedikit lebih besar terhadap balok induk pada lantai 2,6,8 dan 10 karena tidak adanya tumpuan kolom pada balok pertemuan bentuk asimetris L tersebut, akan tetapi balok masih memenuhi kekuatan dan kekakuan terhadap struktur bangunan.

Gaya-gaya dalam pada Kolom

Tabel 9. Momen kolom model DIA dan MF lantai 6

Lantai	Momen (KNm)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
6	13.352	42.685	69%
5	44.752	48.476	8%
4	35.524	46.292	23%
3	34.766	55.655	38%
2	46.966	54.998	15%
1	32.079	48.149	33%

Tabel 10. Momen kolom model DIA dan MF lantai 10

Lantai	Momen (KNm)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
10	14.185	45.915	15%
9	47.45	51.111	0%
8	37.104	61.457	28%
7	37.417	57.271	19%
6	49.748	57.438	30%
5	40.703	57.435	15%
4	59.748	64.905	28%
3	44.622	58.072	7%
2	57.362	67.694	25%
1	43.34	67.454	6%

Tabel 11. Gaya aksial kolom model DIA dan MF lantai 6

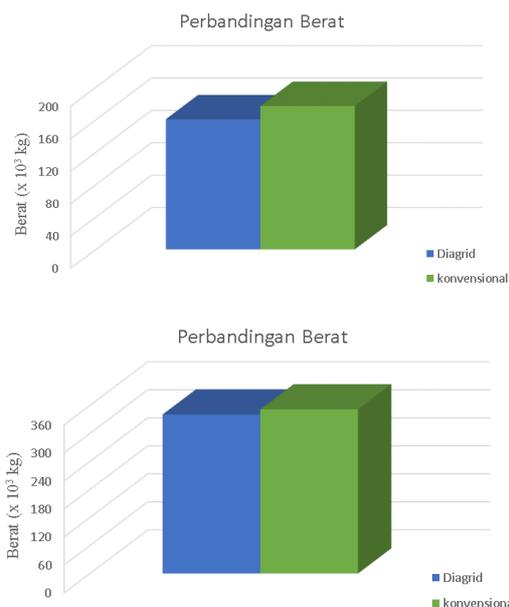
Lantai	Gaya Aksial (KN)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
6	-171.51	-153.53	10%
5	-422.37	-358.24	15%
4	-674.03	-567.92	16%
3	-926.39	-778.88	16%
2	-1182.8	-989.95	16%
1	-1439.4	-1207.4	16%

Tabel 12. Gaya aksial kolom model DIA dan MF lantai 10

Lantai	Gaya Aksial (KN)		Perbandingan (DIA/MF)
	DIA	MF	
10	-171.98	-150.95	12%
9	-419	-343.21	18%
8	-670.18	-538.12	20%
7	-921.89	-732	21%
6	-1178.9	-929.67	21%
5	-1435.8	-1131.1	21%
4	-1702	-1333.1	22%
3	-1966.2	-1537.7	22%
2	-2231.5	-1747.6	22%
1	-2495.1	-1963.6	21%

Perbandingan nilai momen model DIA terhadap MF pada lantai 6 bervariasi pada tiap lantai dengan rentang 8% - 69% sedangkan Perbandingan nilai momen model DIA terhadap MF pada lantai 10 bervariasi pada tiap lantai dengan rentang 0% - 30%. Gaya aksial pada model DIA secara umum memiliki nilai yang lebih besar dari nilai gaya aksial pada model MF. Perbandingan gaya aksial kolom model DIA terhadap MF memiliki rentang 10% - 16% untuk lantai 6 dan 12% - 20% untuk lantai 10.

Berat struktur



Gambar 5. Perbandingan berat struktur DIA dan MF

Dari hasil tersebut diketahui bahwa bangunan dengan sistem struktur *diagrid* lebih efisien 9 % untuk lantai 6 dan 3 % untuk lantai 10 dibandingkan dengan bangunan dengan sistem struktur konvensional.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil serta pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Momen negatif balok pada model DIA lebih kecil dari model MF. Karena dalam penelitian ini menggunakan bangunan asimetris maka terjadi gaya geser yang sedikit lebih besar terhadap balok induk pada lantai 2,6,8 dan 10 karena tidak adanya tumpuan kolom pada balok pertemuan bentuk asimetris L tersebut, Dan momen kolom *core* pada model DIA lebih kecil dari model MF sementara gaya aksial kolom *core* model DIA secara umum lebih besar dari model MF.
2. Dari hasil tersebut diketahui bahwa bangunan dengan sistem struktur *diagrid* lebih efisien dibandingkan dengan bangunan dengan sistem struktur konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2019b). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019). In *Standar Nasional Indonesia (SNI)* (Issue 8).
- Boake, T.M. (2014). *Diagrid Structures: Systems, Connections, Details*. Birkhauser. Basel.
- Deshpande, R. D., Patil, S. M. dan Ratan, Subramanya. (2015). *Analysis and Comparison of Diagrid and Conventional Structural System*. International Research Journal of Engineering and Technology. Tamilnadu.

Sanjaya, P. T. D. (2018). *Analisis dan Desain Tower Baja dengan Sistem Struktur Diagrid dan Rangka Pemikul Momen*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, pp 5-14.

Wirawan, I. P. A. P. (2021). Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur Baja dengan Sistem Struktur Diagrid dan Inverted V-Braced. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 4(1), 25-30.