

BAB VI

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Analisis

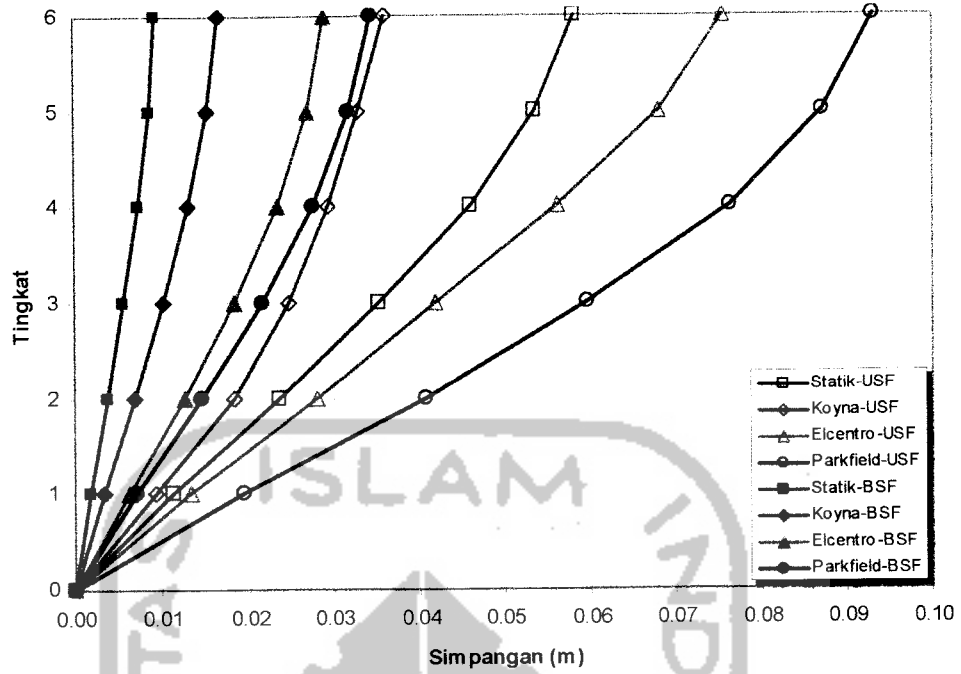
Hasil analisis dari penelitian ini berupa respon struktur antara lain : Simpangan (*Story Drift*), Simpangan Antar Tingkat (*Interstory Drift*), Momen Balok, Gaya Geser Balok, Momen Kolom, Gaya Geser Kolom, Gaya Aksial Kolom. Dalam hal ini variasi tipe bangunan yang dianalisis adalah : Tipe A yang merupakan tipe bangunan dengan satu portal *local braceframe* menahan dua portal *openframe* dan Tipe B yang merupakan tipe bangunan dengan satu portal *local braceframe* menahan tiga *openframe*. Untuk variasi jenis struktur berupa struktur *braced steel frame* (BSF) dan *unbraced steelframe* (USF). variasi tingkat yang digunakan yaitu 6 lantai, 10 lantai, 14 lantai, 18 lantai dan 22 lantai

6.1.1 Simpangan (*Drift Ratio*) Struktur Akibat Beban Gempa

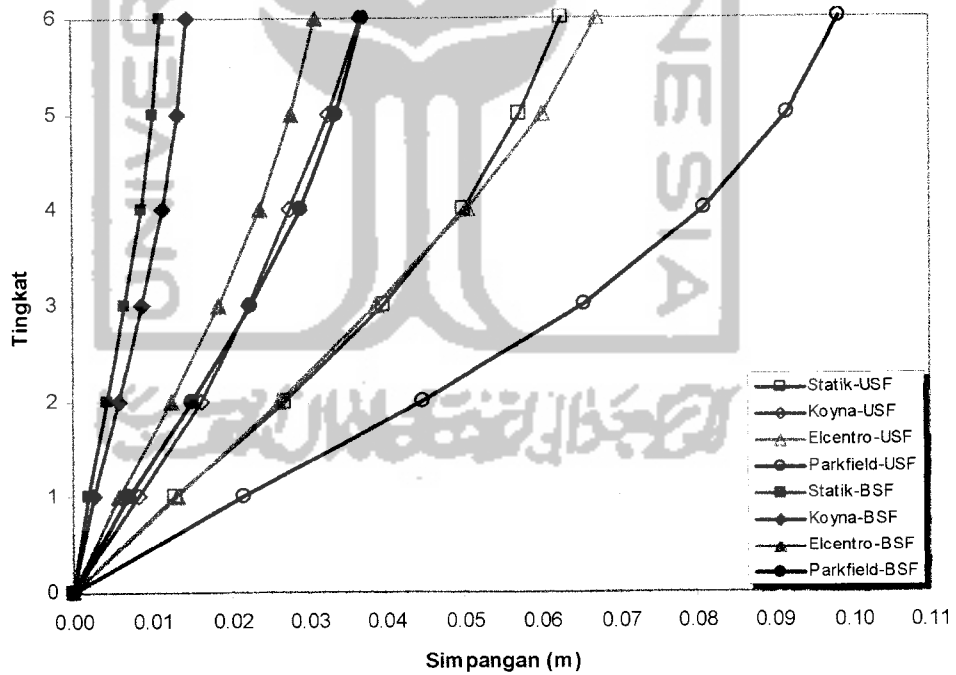
Simpangan merupakan respon dari struktur akibat beban yang bekerja pada struktur yang dianalisis. Hasil Analisis mengenai simpangan (*drift ratio*) untuk Struktur *Braced Steel Frame* (BSF) dan *Unbraced Steel Frame* (USF) yang didapatkan sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Simpangan total yang terjadi akan semakin besar pada variasi bangunan yang semakin tinggi, baik *unbraced steel frame* (USF) , *braced steel frame* (BSF), Tipe A maupun Tipe B. Hal ini dikarenakan semakin tinggi bangunan maka bangunan akan semakin *fleksibel*.
2. Simpangan yang terjadi pada struktur *unbraced steel frame* (USF) lebih besar dibandingkan dengan struktur BSF baik pada Tipe A maupun Tipe B. Hal ini disebabkan karena *bracing* akan menambah kekakuan pada struktur *braced steel frame* (BSF) sehingga peran *bracing* akan berguna dalam menahan beban gempa.
3. Simpangan total akibat beban statik merupakan representatif dari frekuensi bangunanya, hal ini ditunjukkan oleh kedekatan simpangan total akibat beban statik dan dinamik, yang mempunyai frekuensi yang berdekatan dengan frekuensi bangunanya.
4. Pada struktur *unbraced steel frame* (USF) semakin banyak portal pada suatu bangunan (tipe B), maka bangunan akan semakin kaku sehingga mengakibatkan simpangan total yang terjadi akibat beban statik semakin kecil. Sedangkan struktur *braced steel frame* (BSF) semakin banyak jumlah portal pada suatu bangunan, maka akan semakin fleksibel sehingga simpangan yang terjadi semakin besar, sehingga penggunaan *local bracing* tidak efektif pada bangunan dengan jumlah portal yang semakin banyak.

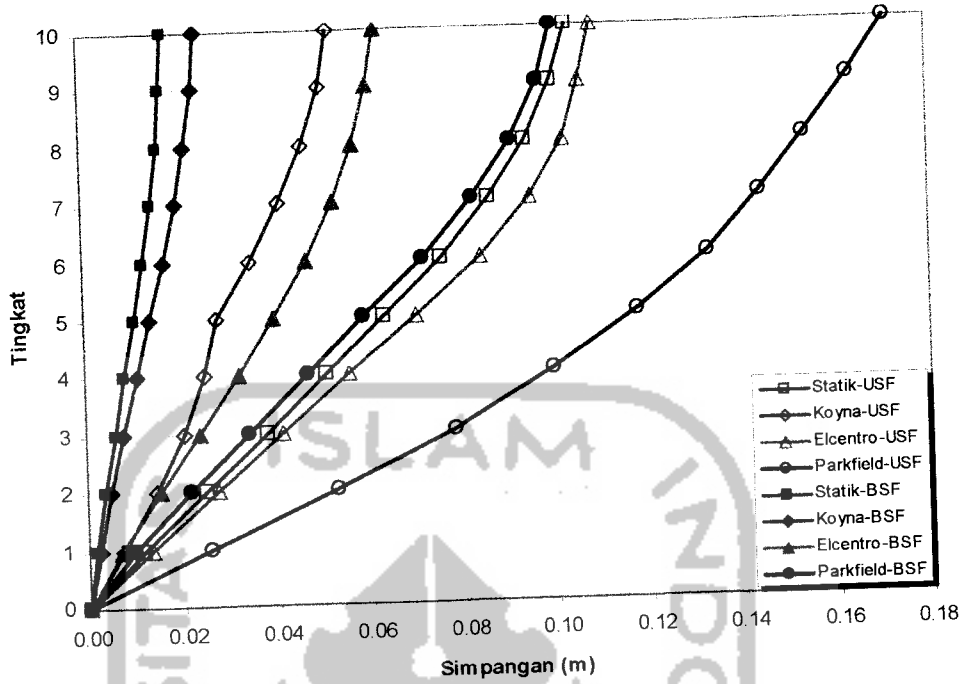
Keadaan simpangan yang terjadi dapat dilihat pada grafik 6.1 sampai dengan grafik 6.10 sebagai berikut :



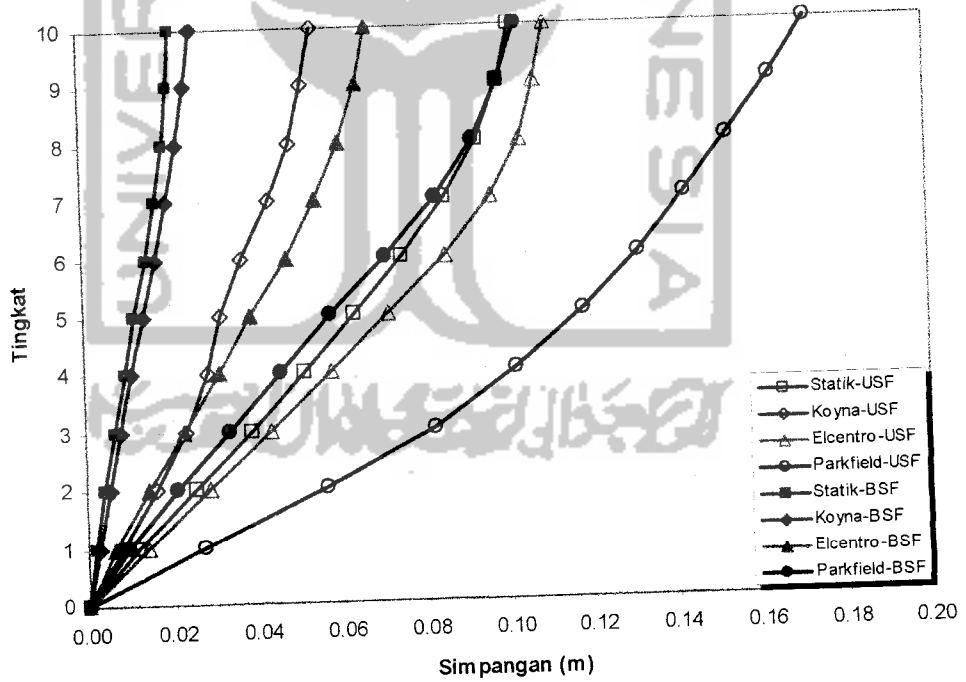
Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe A



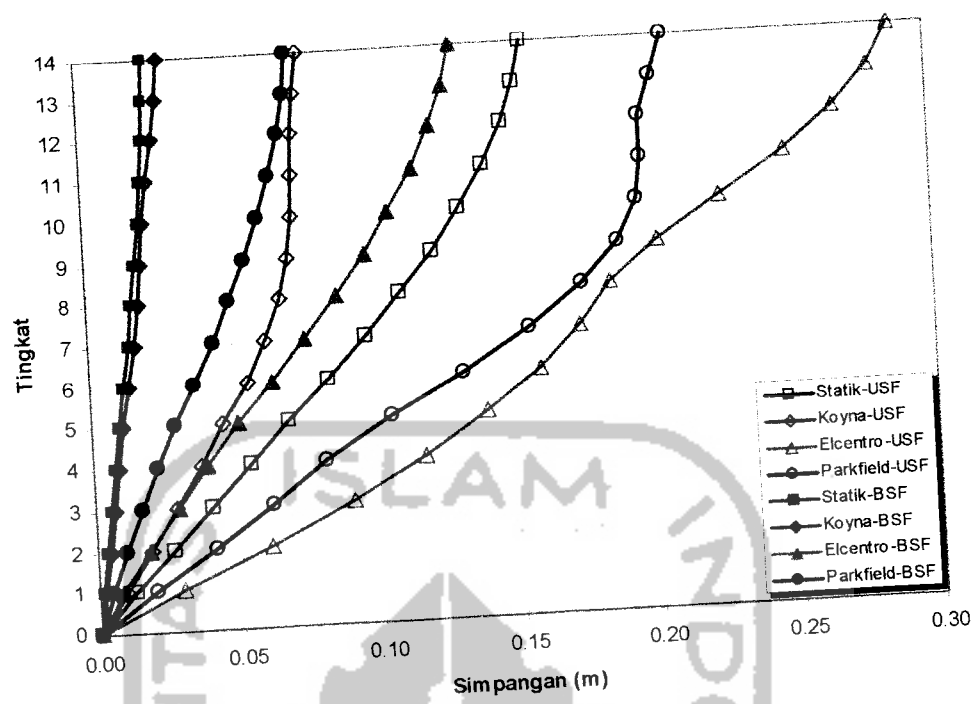
Grafik 6.2 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe B



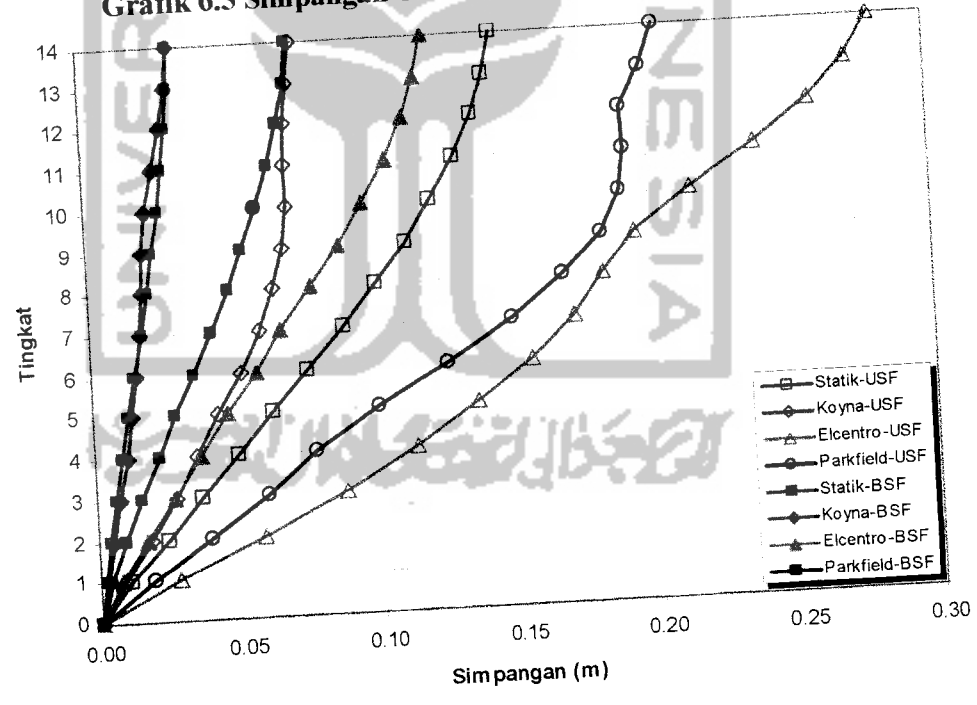
Grafik 6.3 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe A



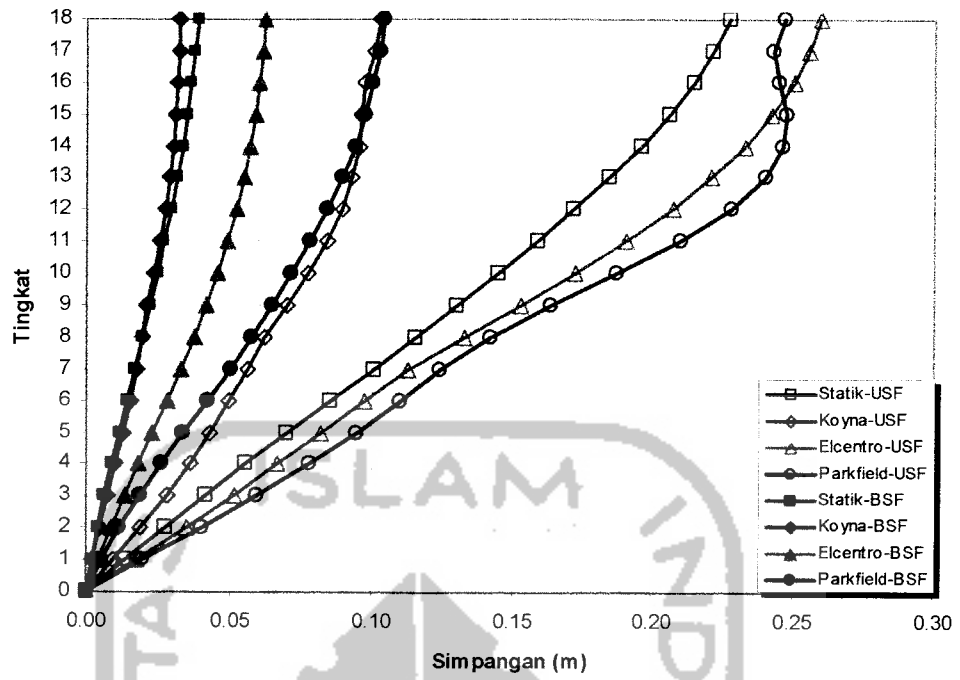
Grafik 6.4 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe B



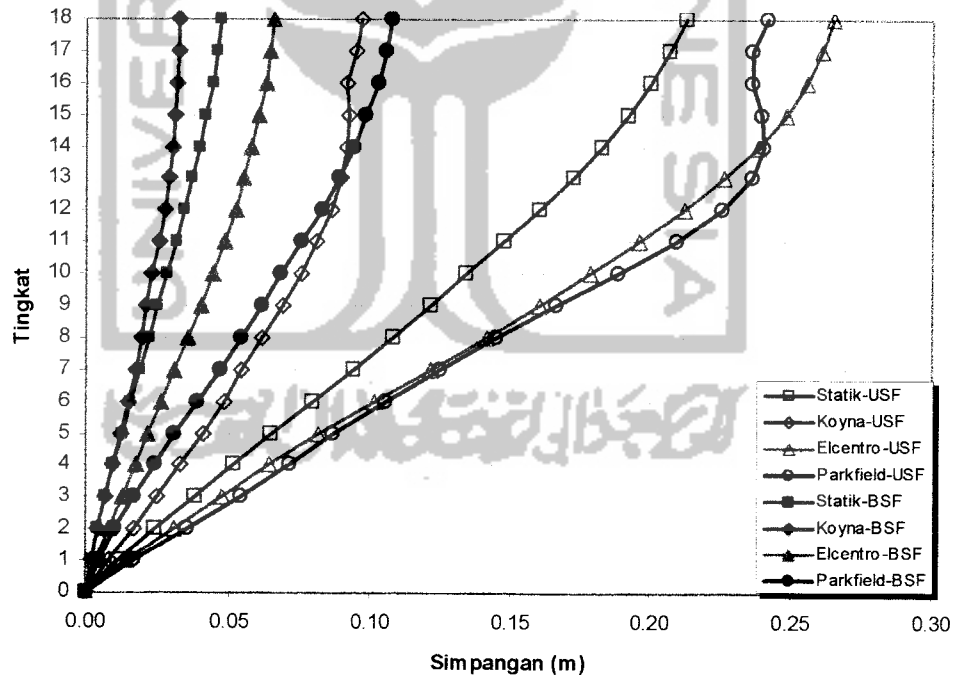
Grafik 6.5 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe A



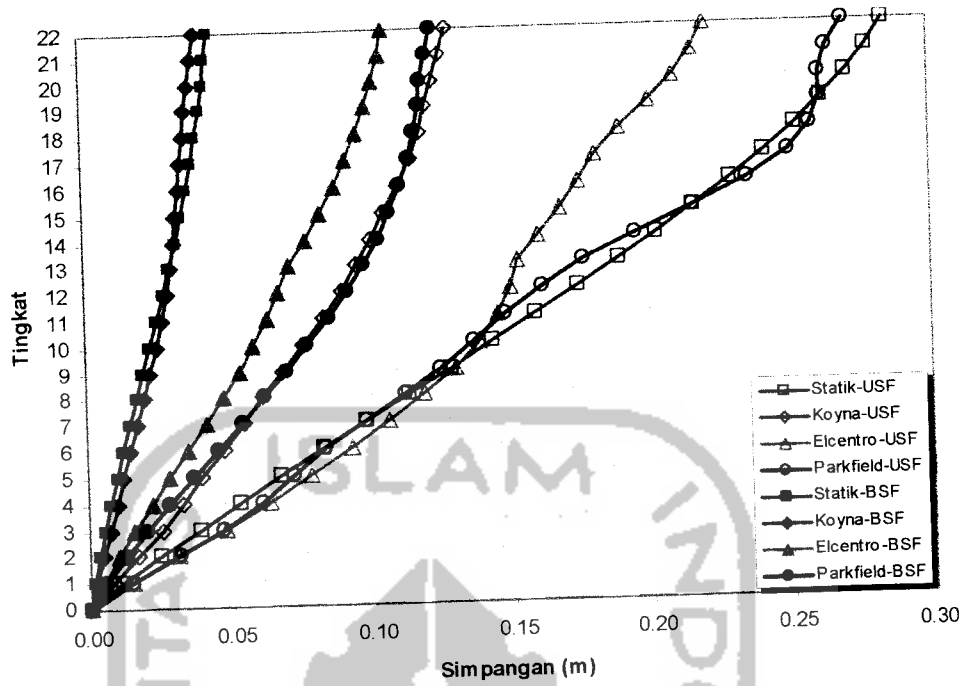
Grafik 6.6 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe B



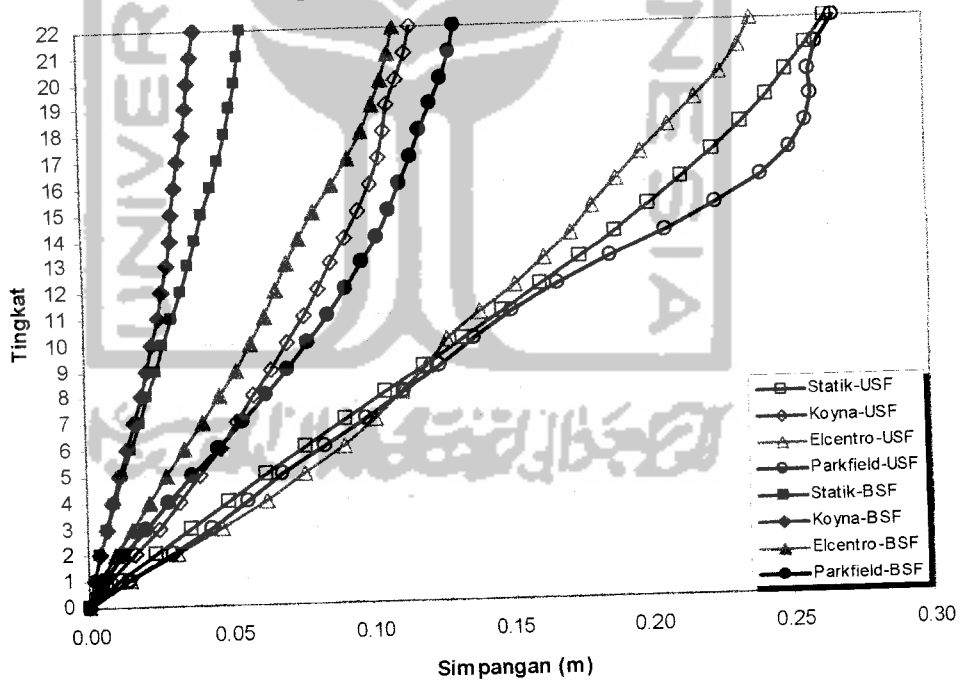
Grafik 6.7 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.8 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.9 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe A

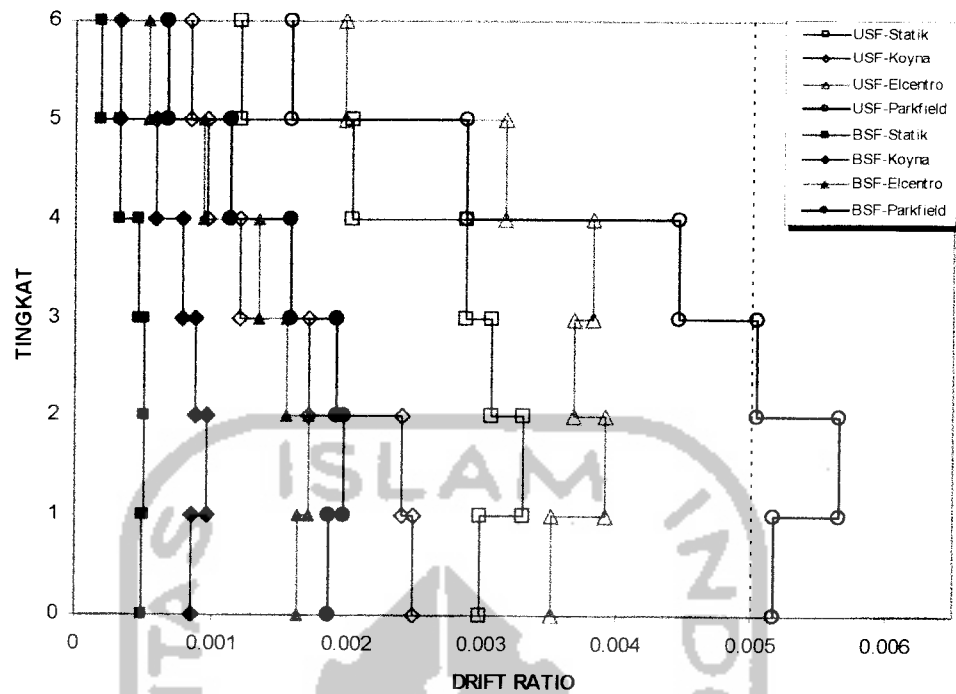


Grafik 6.10 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe B

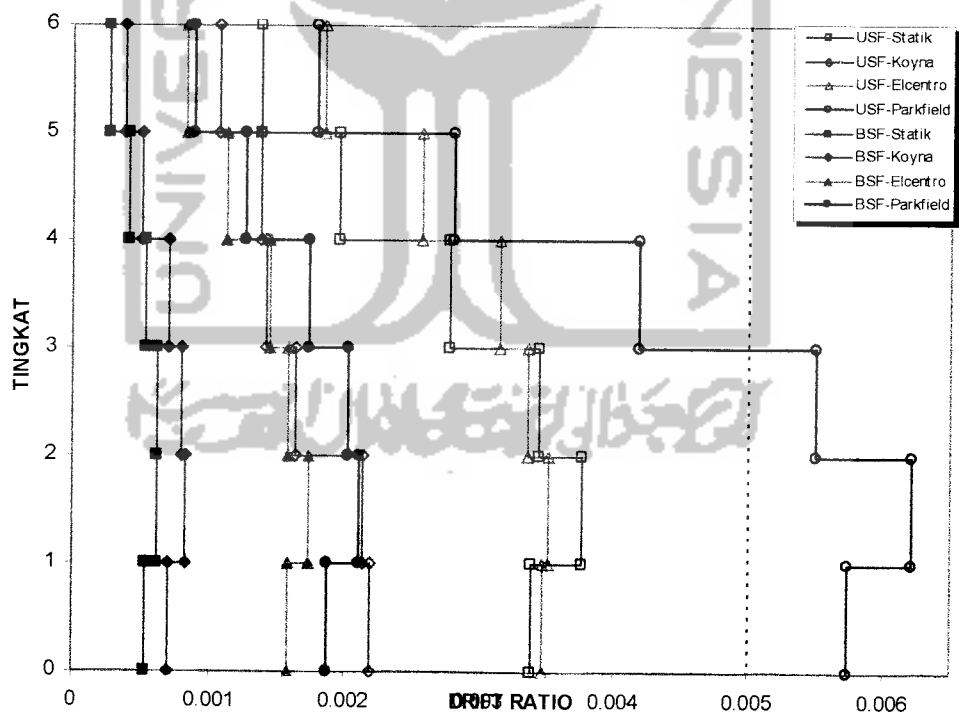
6.1.2 Simpangan Antar Tingkat (*Inter Story Drift*)

Simpangan struktur akan mempengaruhi besarnya simpangan antar tingkat (*Inter Story Drift Ratio*). Dari analisis yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

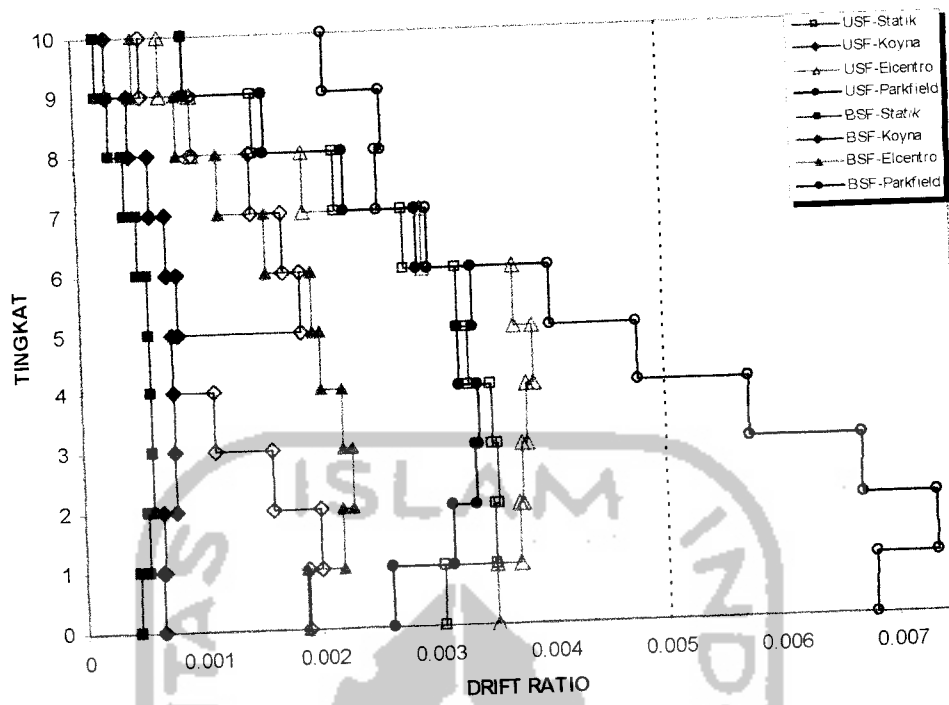
1. Nilai simpangan antar tingkat (*inter story drift*) pada variasi struktur *braced steel frame* (BSF) sudah memenuhi syarat nilai maksimum simpangan antar tingkat yaitu kurang dari 0.5%h, sedangkan pada struktur *unbraced steel frame* (USF) pada pembebanan gempa dinamik dengan frekuensi menengah (Elcentro) dan rendah (Parkfield) lebih dari 0,5%h pada tingkat-tingkat tertentu, hal ini disebabkan karena banyaknya kandungan frekuensi pada pembebanan gempa dinamik tersebut.
2. Simpangan antar tingkat struktur *unbraced steel frame* (USF) lebih besar besar dibandingkan dengan struktur *braced steel frame* (BSF) , hal ini disebabkan karena struktur *braced steel frame* (BSF) lebih kaku sehingga simpangan antar tingkat menjadi lebih kecil.
3. Pola simpangan antar tingkat yang terjadi pada struktur *unbraced steel frame* (USF) akibat beban statik ekuivalen lebih reguler dibandingkan dengan pola simpangan antar tingkat akibat beban dinamik yang cenderung tidak teratur, hal ini disebabkan karena pengaruh banyak frekuensi yang terkandung dalam beban gempa dinamik tersebut. Selengkapnya dapat dilihat pada grafik 6.11- grafik 6.20 sebagai berikut :



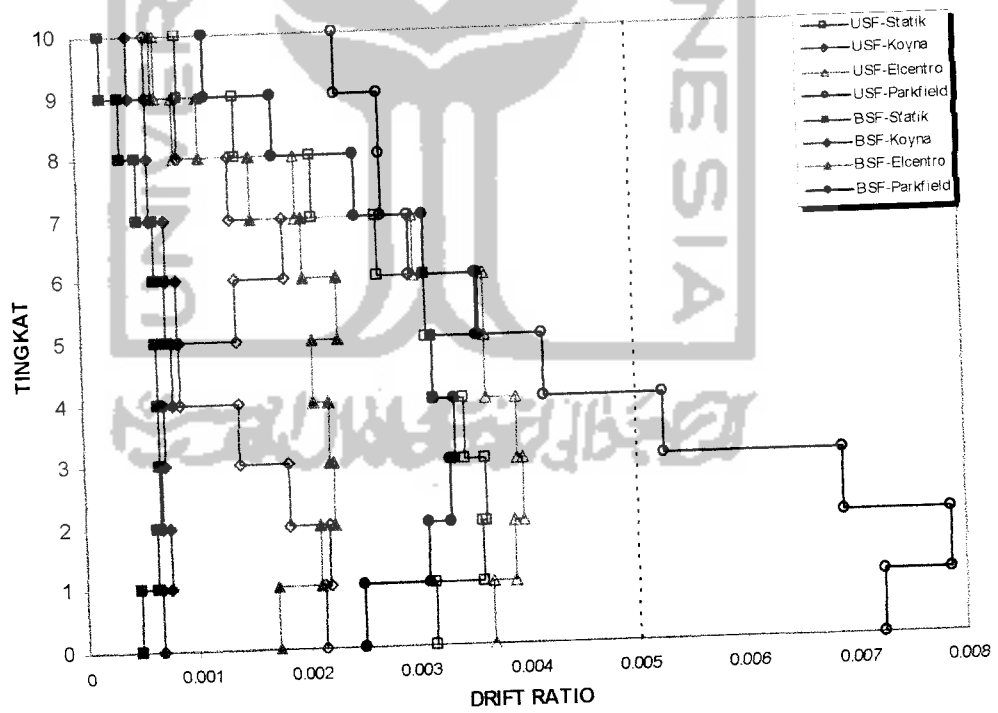
Grafik 6.11 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 6 Lantai Tipe A



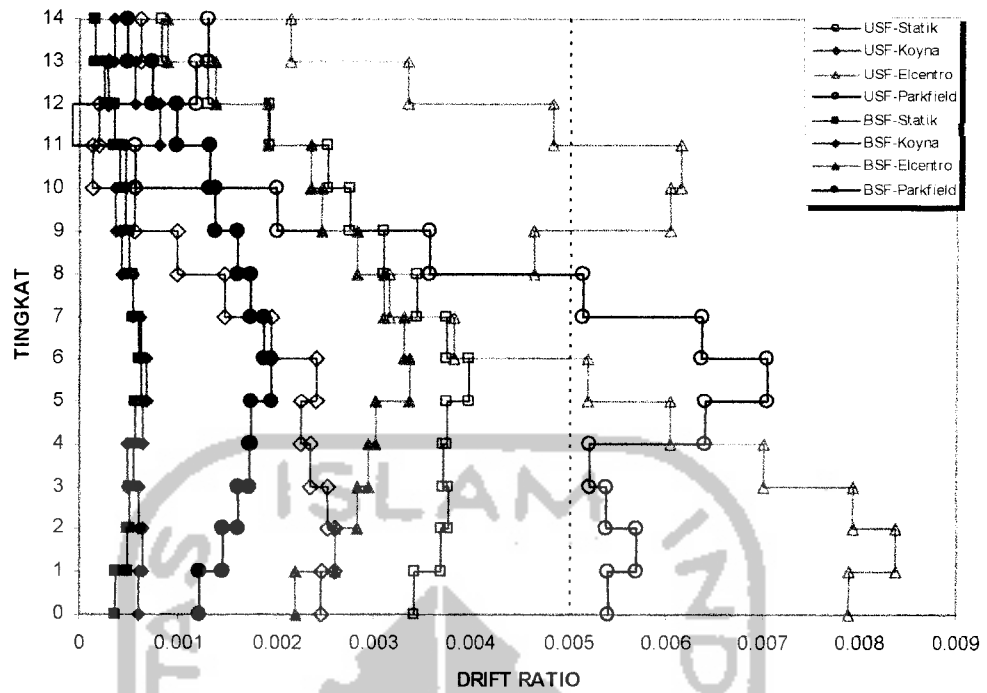
Grafik 6.12 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 6 Lantai Tipe B



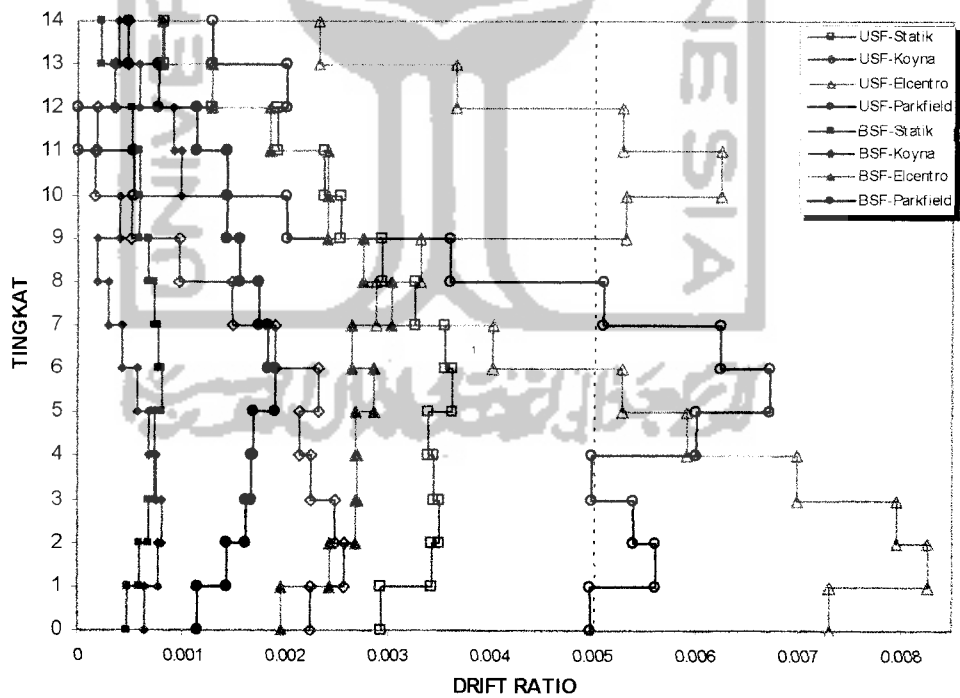
Grafik 6.13 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 10 Lantai Tipe A



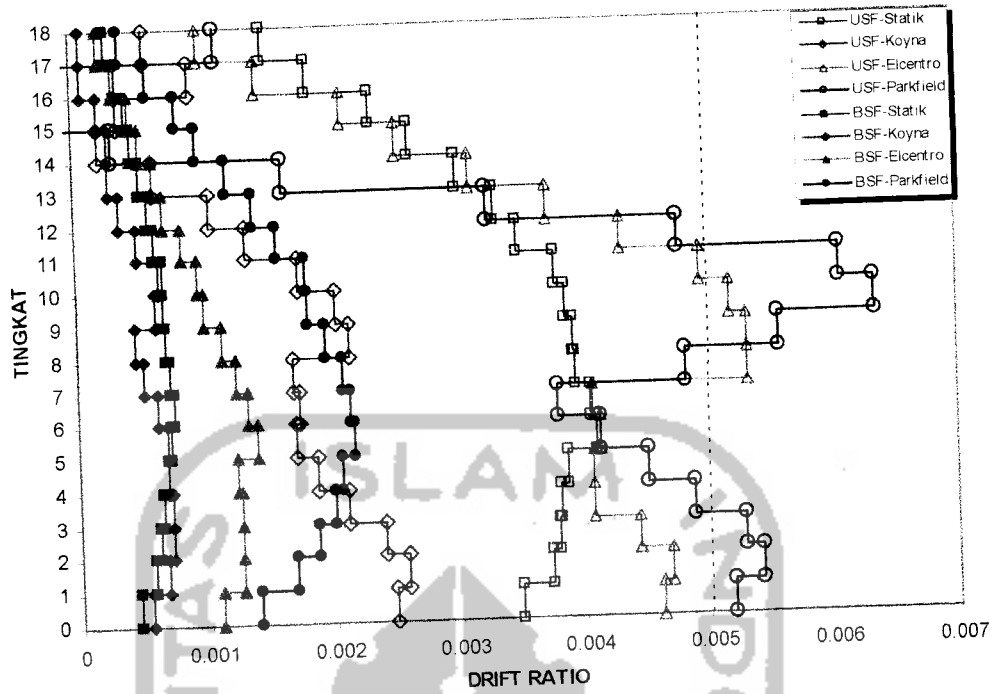
Grafik 6.14 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 10 Lantai Tipe B



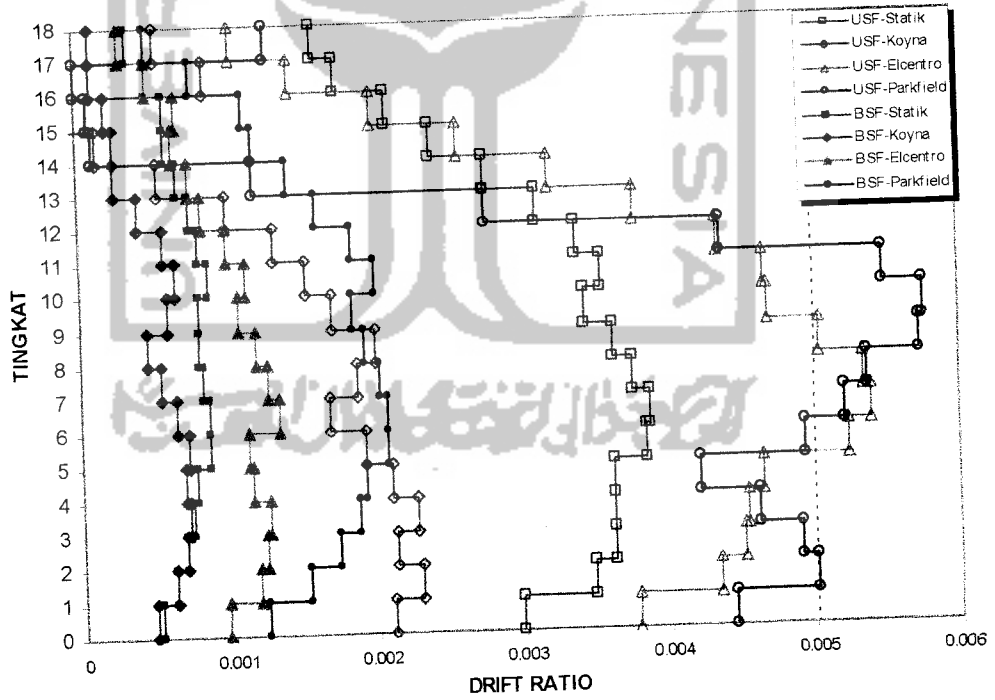
Grafik 6.15 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 14 Lantai Tipe A



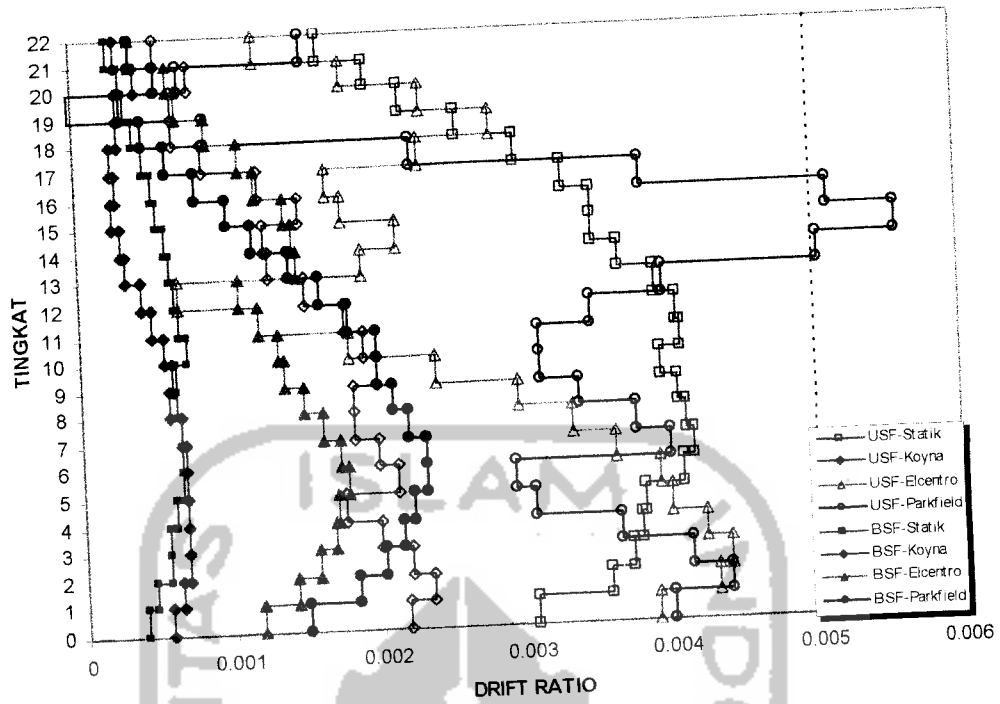
Grafik 6.16 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 14 Lantai Tipe B



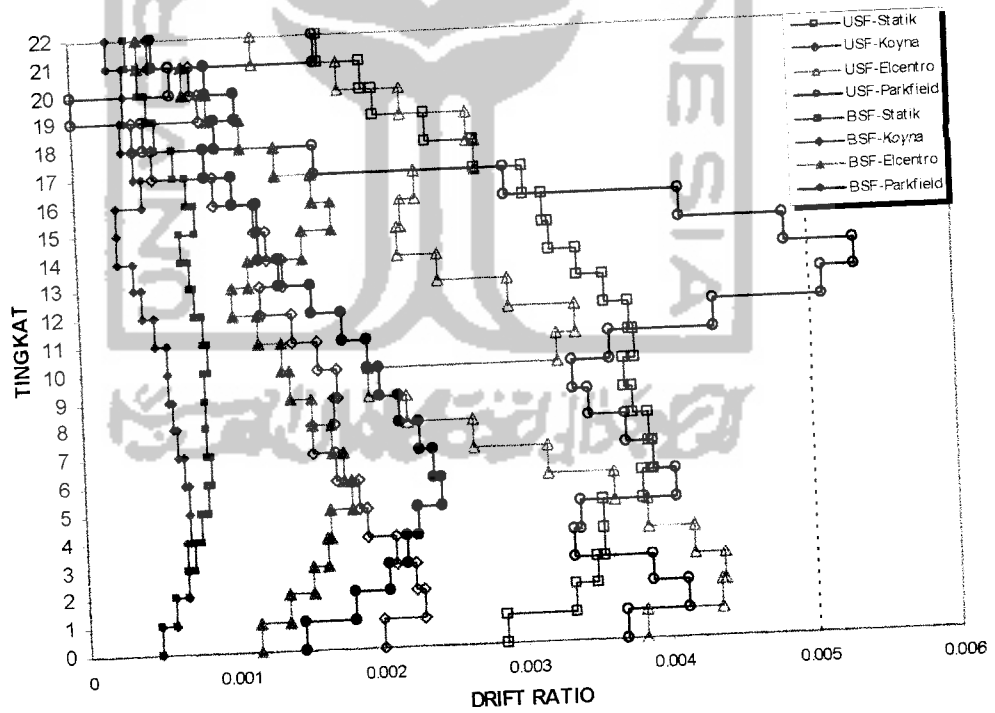
Grafik 6.17 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.18 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.19 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 22 Lantai Tipe A

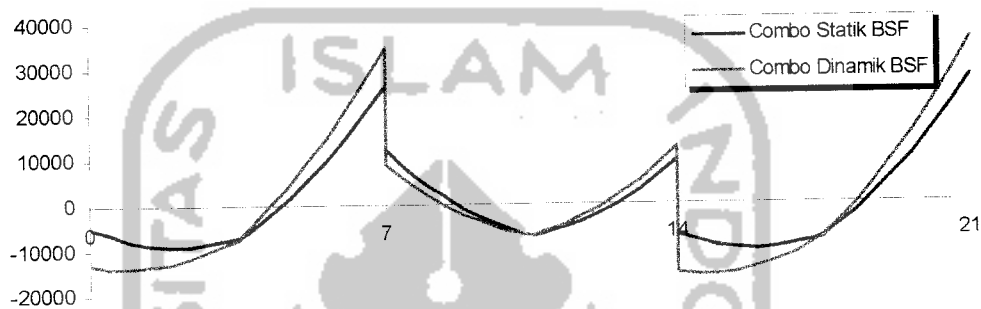


Grafik 6.20 Simpangan Antar Tingkat Struktur Baja 22 Lantai Tipe B

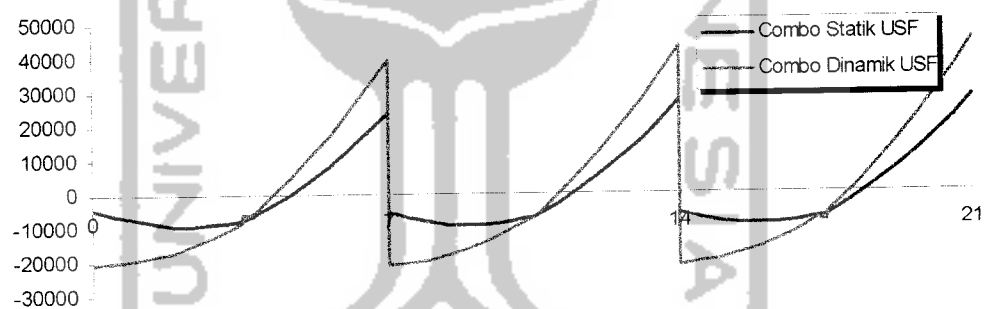
6.1.3 Momen dan Geser Balok

6.1.3.1 Momen Balok

Beban-beban yang bekerja pada struktur, yang meliputi beban grafitasi dan beban gempa akan mempengaruhi besarnya respon struktur berupa momen dan geser. Contoh diagram momen balok struktur BSF dan USF dapat dilihat pada gambar 6.21 dan gambar 6.22 sebagai berikut :

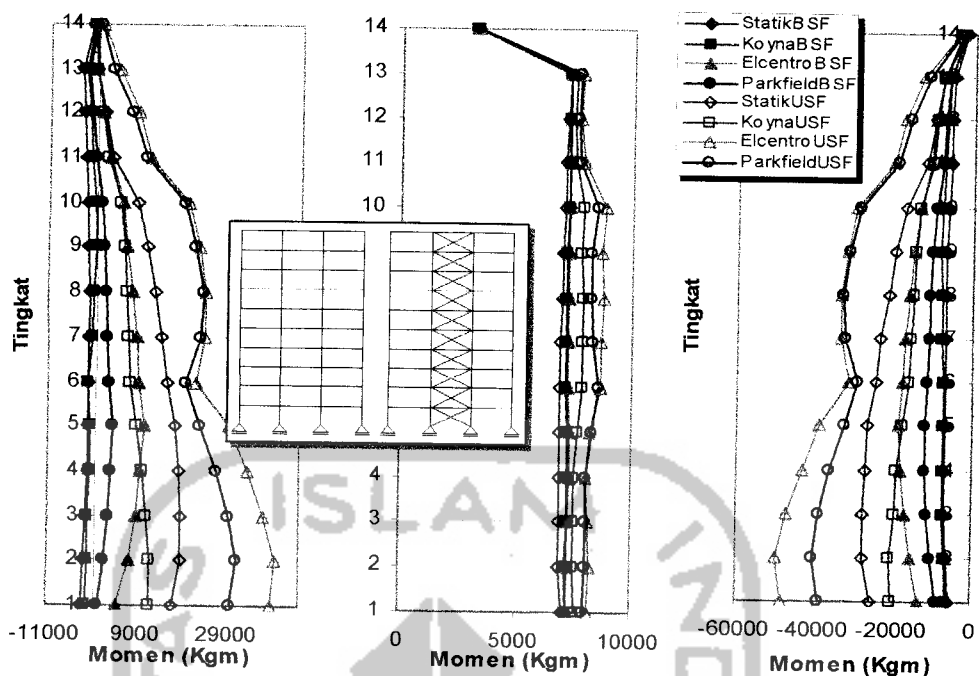


Gamabar 6.21 Diagram Momen Balok Struktur BSF 14 Lantai

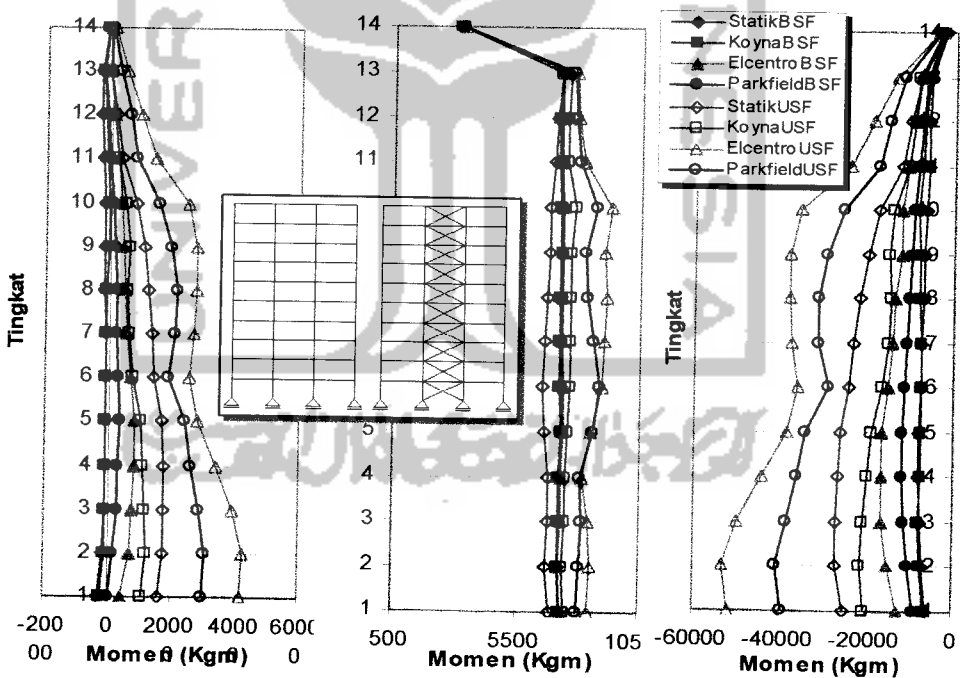


Gamabar 6.22 Diagram Momen Balok Struktur USF 14 Lantai

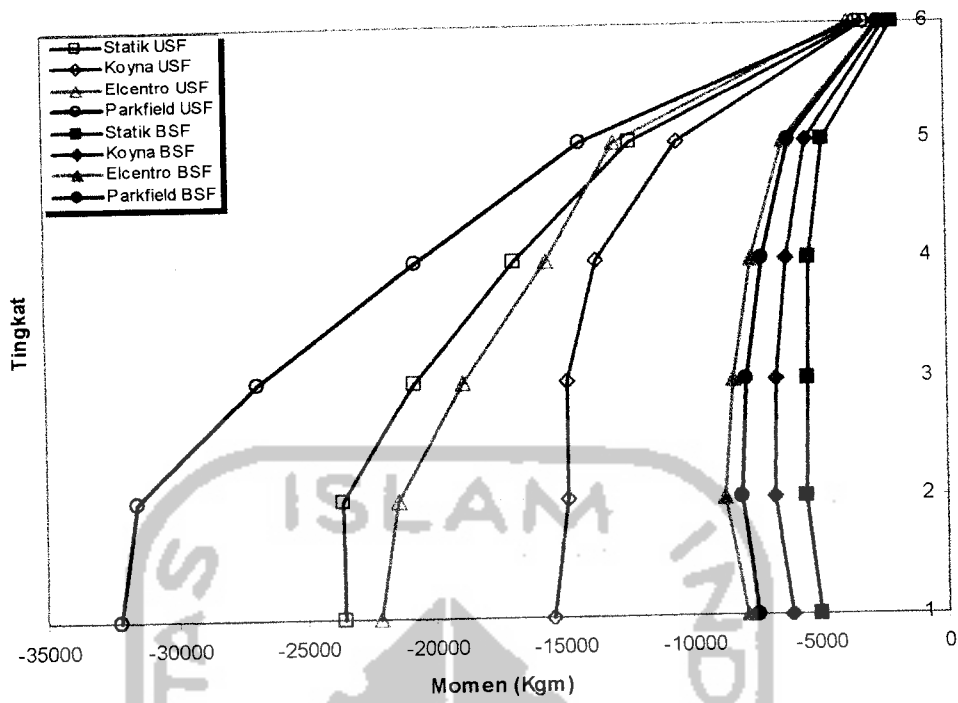
Dalam pengambilan sampel momen balok yang diambil adalah momen balok ujung kiri, tengah dan ujung kanan untuk bangunan 14 lantai (grafik 6.23-grafik 6.24), sedangkan bangunan 6, 10,18 dan 22 lantai momen balok yang diambil hanya pada ujung kanan saja, karena mempunyai tipikal yang sama seperti 14 lantai (grafik 6.25-grafik6.32) sebagai berikut :



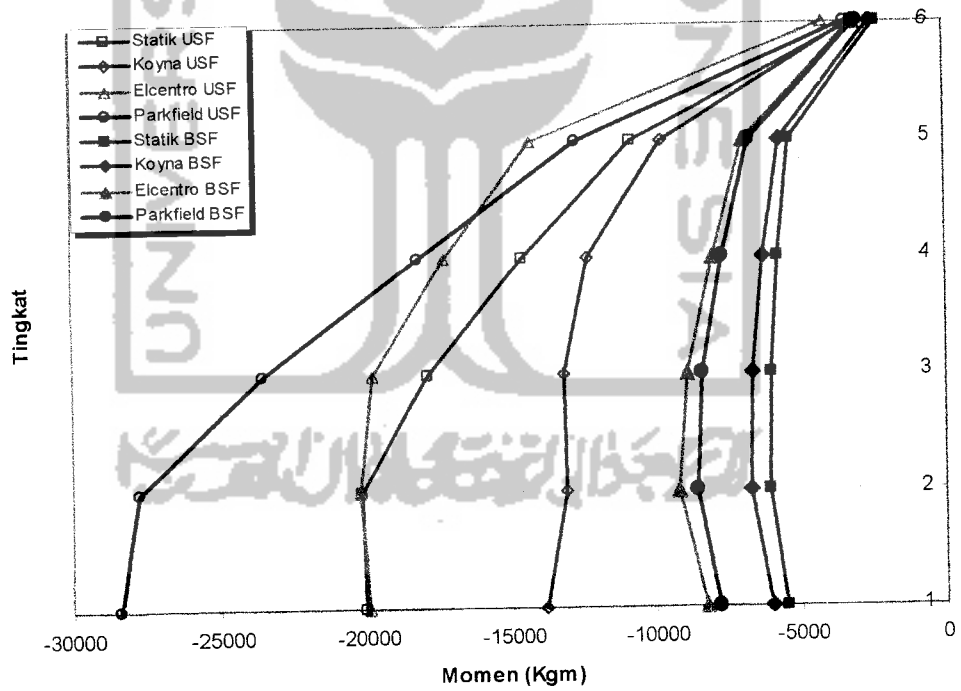
a. Momen Ujung Kiri b. Momen $\frac{1}{2}$ L c. Momen Ujung Kanan
Grafik 6.23 Momen Balok Bentang Kanan 14 Lantai Tipe A



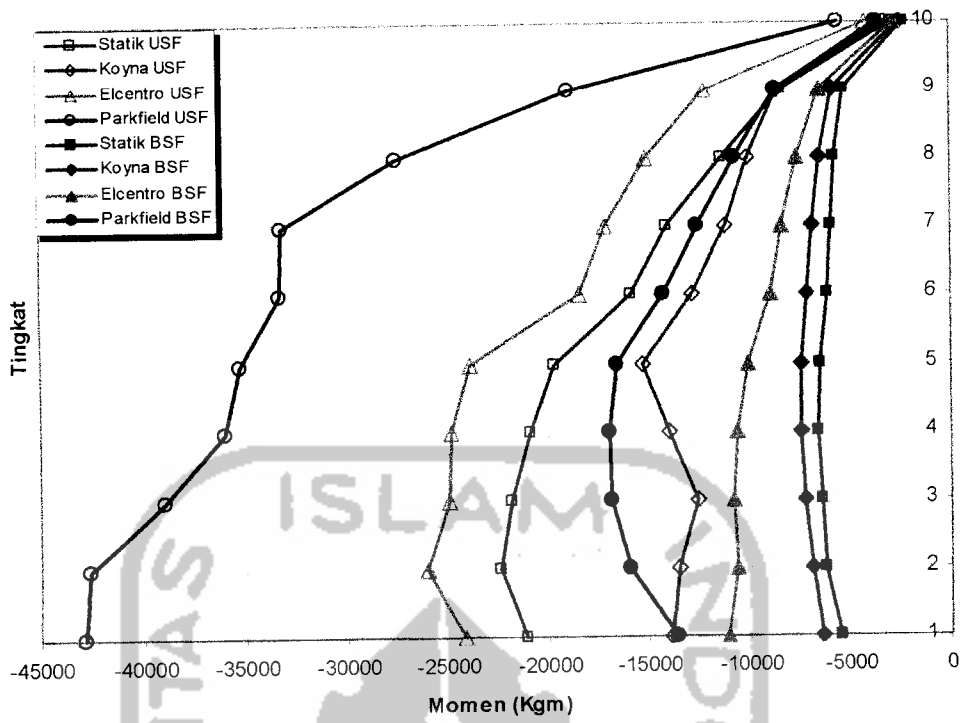
a. Momen Ujung Kiri b. Momen $\frac{1}{2}$ L c. Momen Ujung Kanan
Grafik 6.24 Momen Balok Bentang Kanan 14 Lantai Tipe B



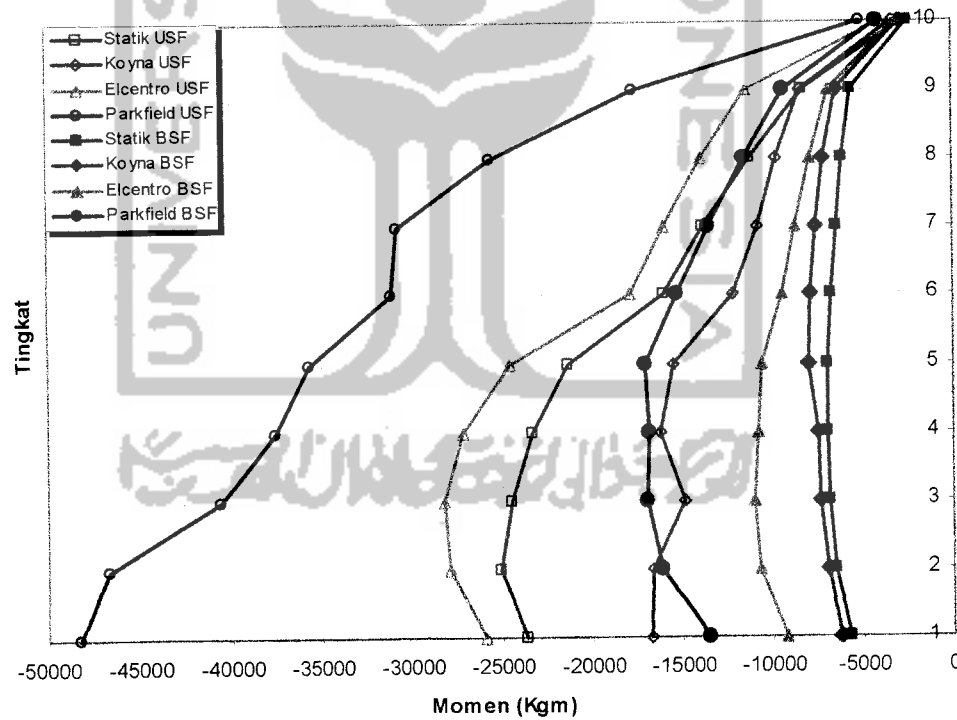
Grafik 6.25 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 6 Lantai Tipe A



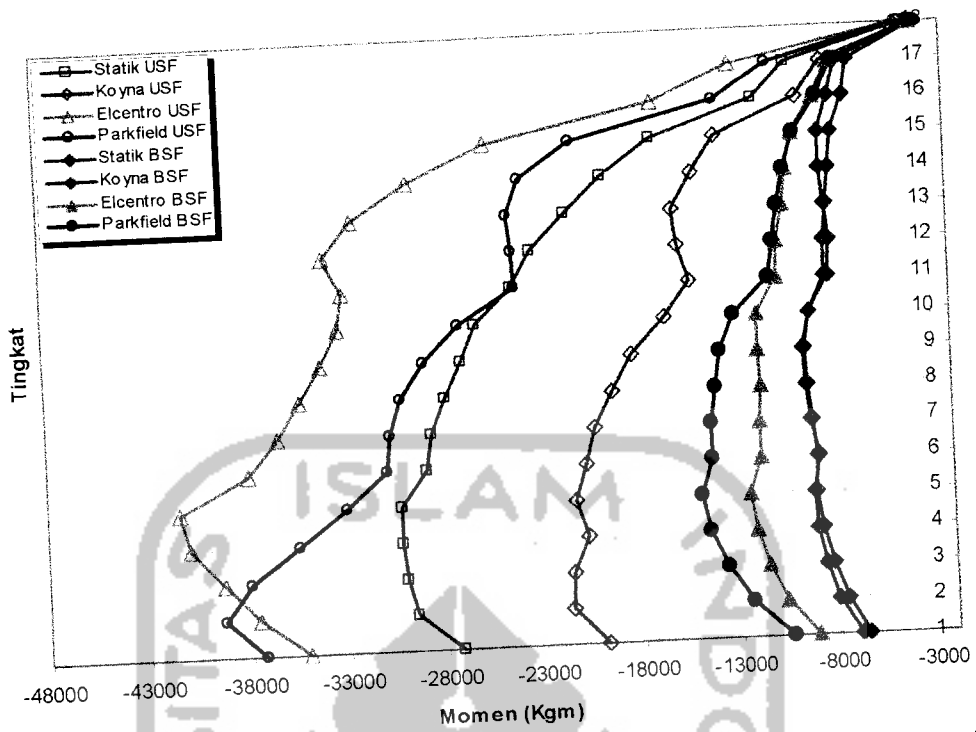
Grafik 6.26 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 6 Lantai Tipe B



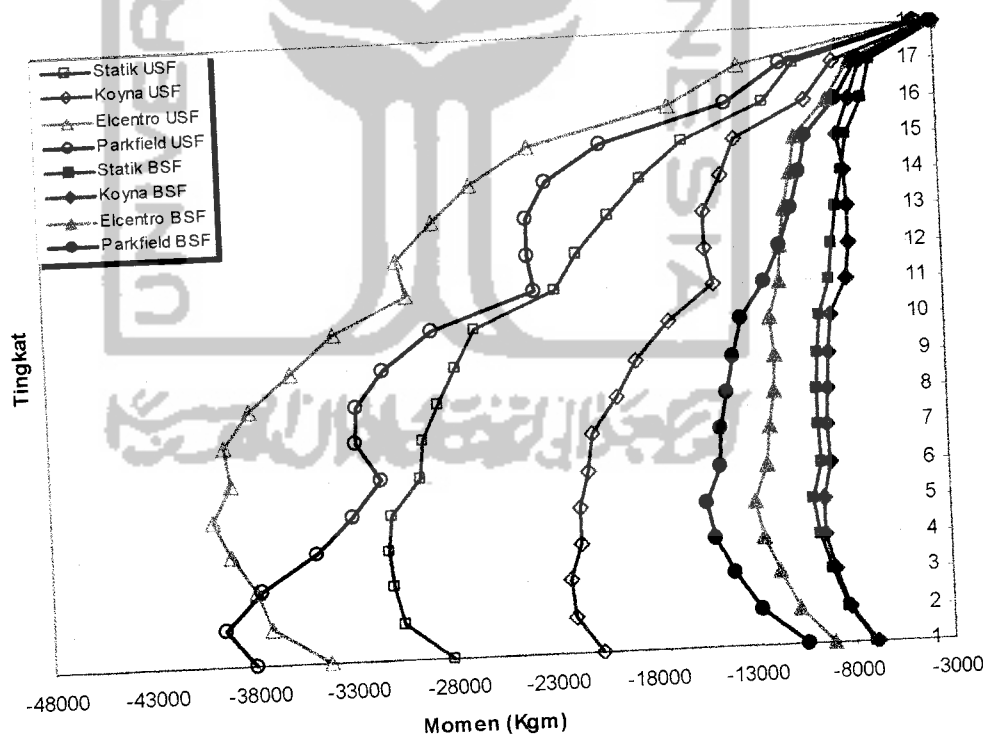
Grafik 6.27 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 10 Lantai Tipe A



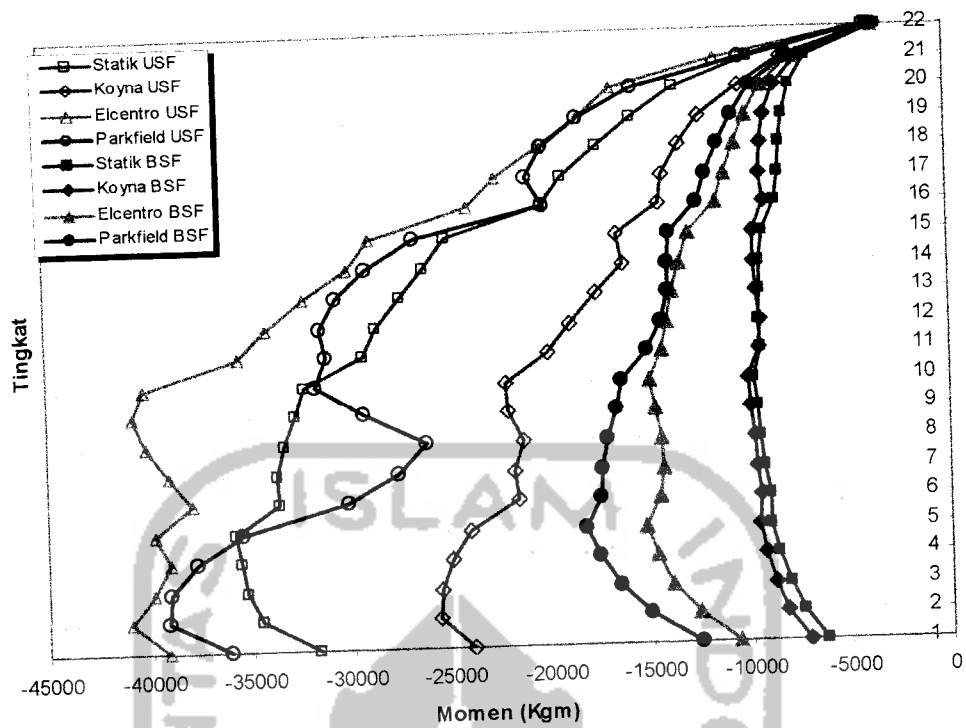
Grafik 6.28 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 10 Lantai Tipe B



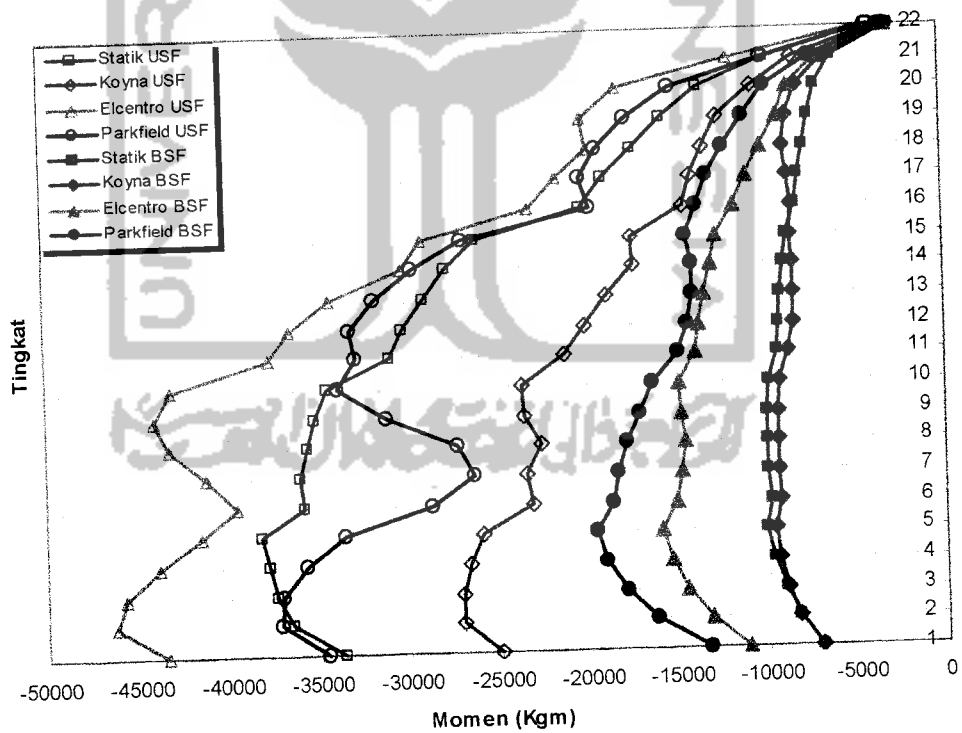
Grafik 6.29 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.30 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 18 Lantai Tipe B



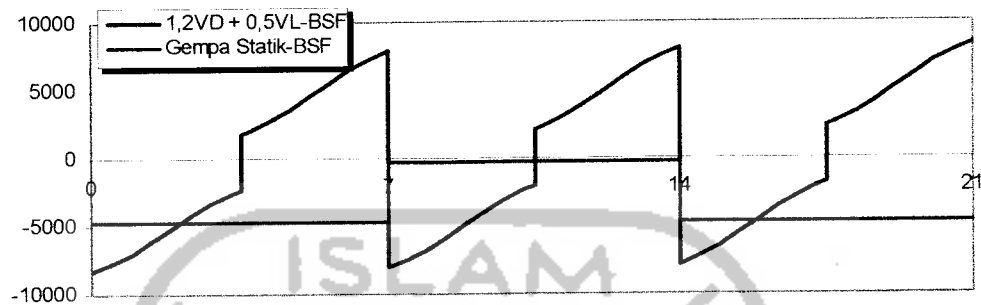
Grafik 6.31 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 22 Lantai Tipe A



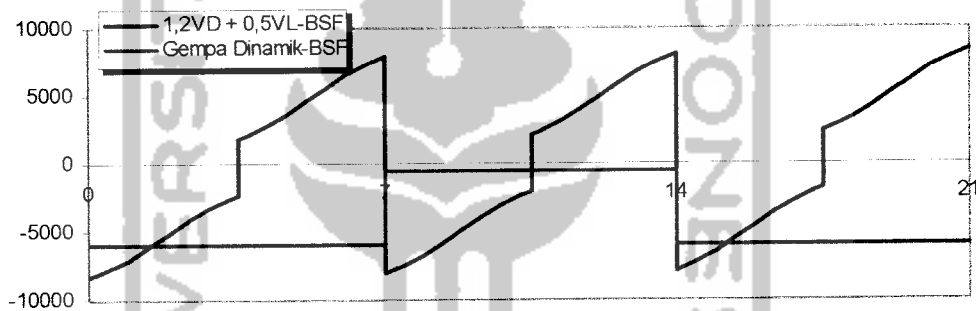
Grafik 6.32 Momen Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 22 Lantai Tipe B

6.1.3.2 Gaya Geser Balok

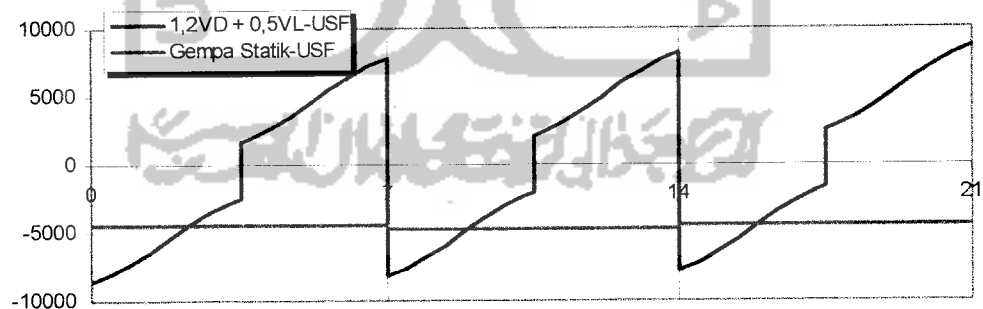
Pola gaya geser balok yang terjadi akibat pembebanan ststik maupun dinamik ditunjukkan pada gambar 6.33 sampai dengan gambar 6.36 sebagai berikut :



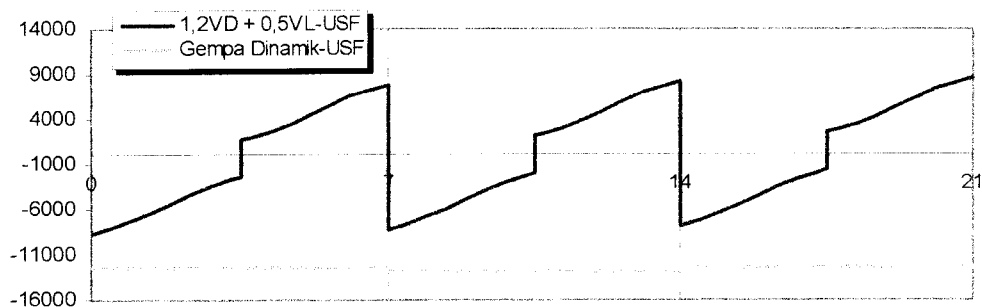
Gambar 6.33 Diagram Gaya Geser Balok Struktur BSF 14 Lantai



Gambar 6.34 Diagram Gaya Geser Balok Struktur BSF 14 Lantai

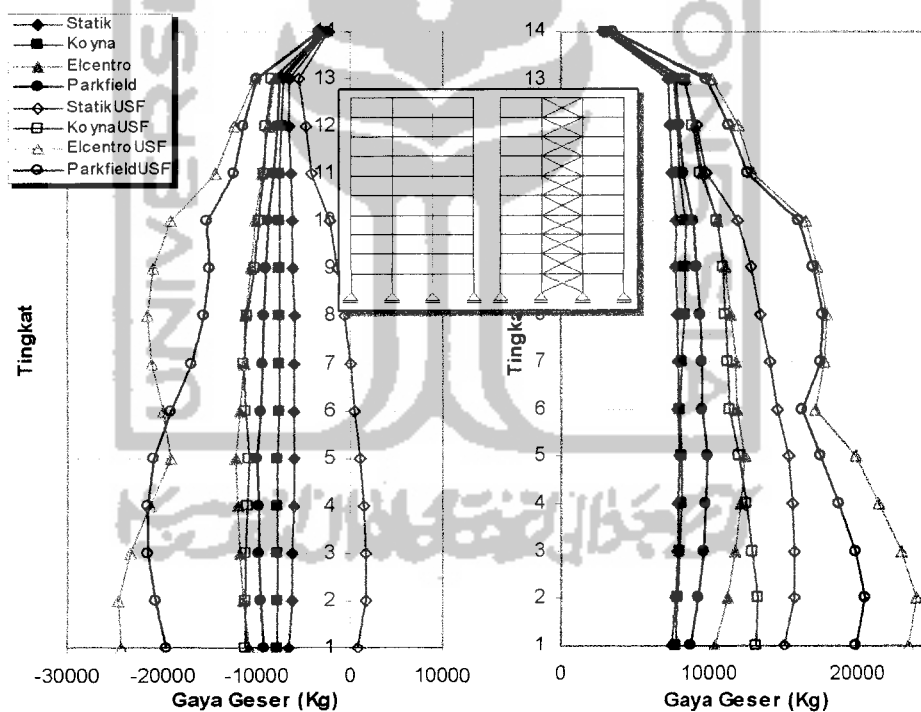


Gambar 6.35 Diagram Gaya Geser Balok Struktur USF 14 Lantai



Gambar 6.36 Diagram Gaya Geser Balok Struktur USF 14 Lantai

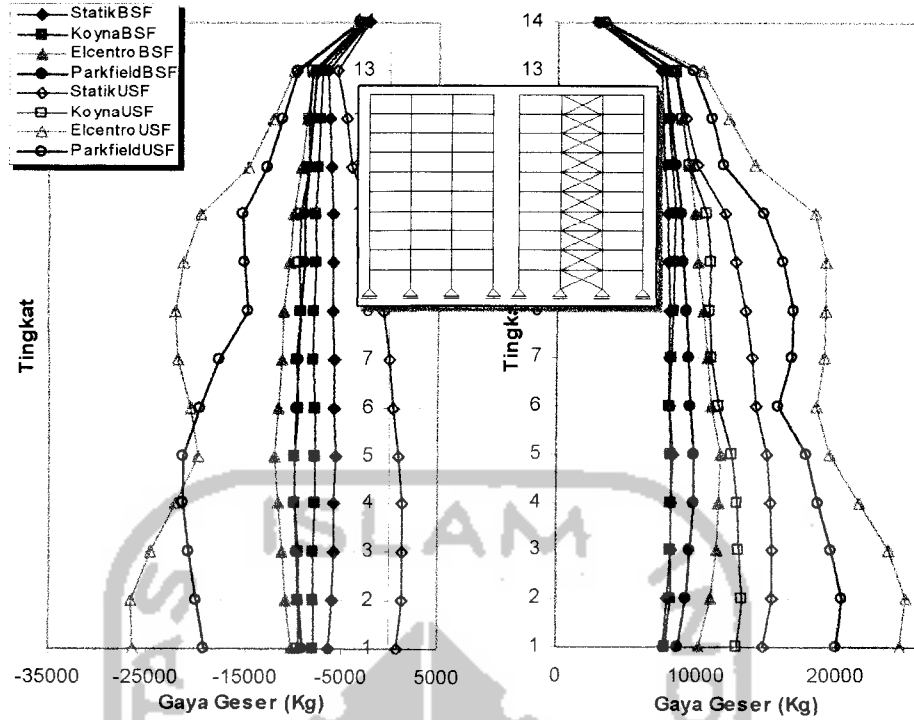
Dalam pengambilan sampel gaya geser balok yang diambil adalah gaya geser balok pada ujung kiri dan ujung kanan untuk bangunan 14 lantai (grafik 6.37-grafik 6.38), sedangkan bangunan 6, 10, 18 dan 22 lantai gaya geser balok yang diambil hanya pada ujung kanan saja karena mempunyai tipikal yang sama seperti 14 lantai (grafik 6.39-grafik 6.46) sebagai berikut :



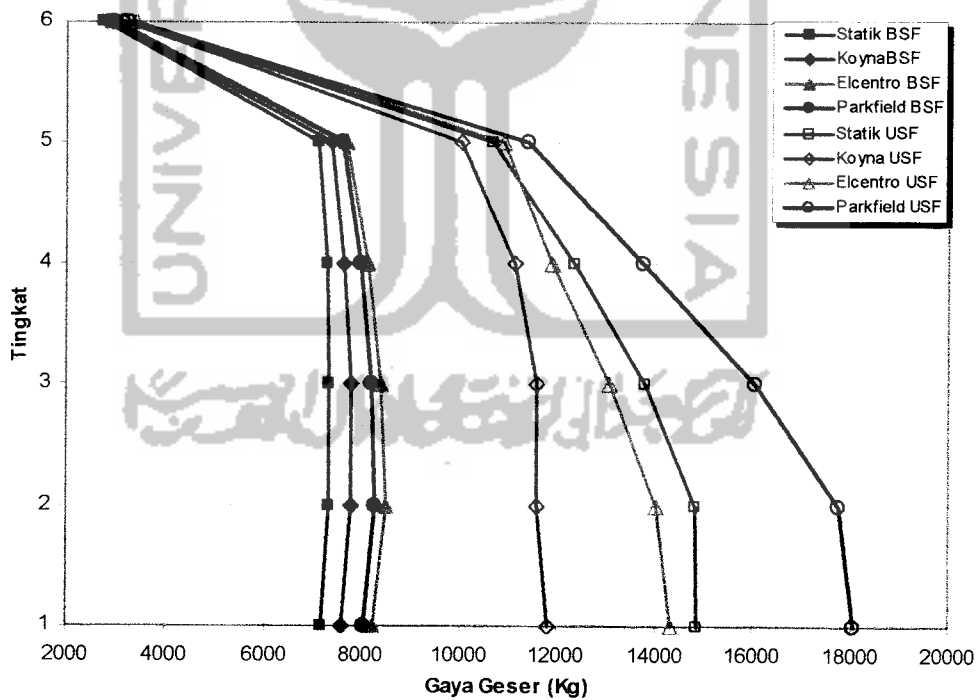
a. Gaya Geser Ujung Kiri

b. Gaya Geser Ujung Kanan

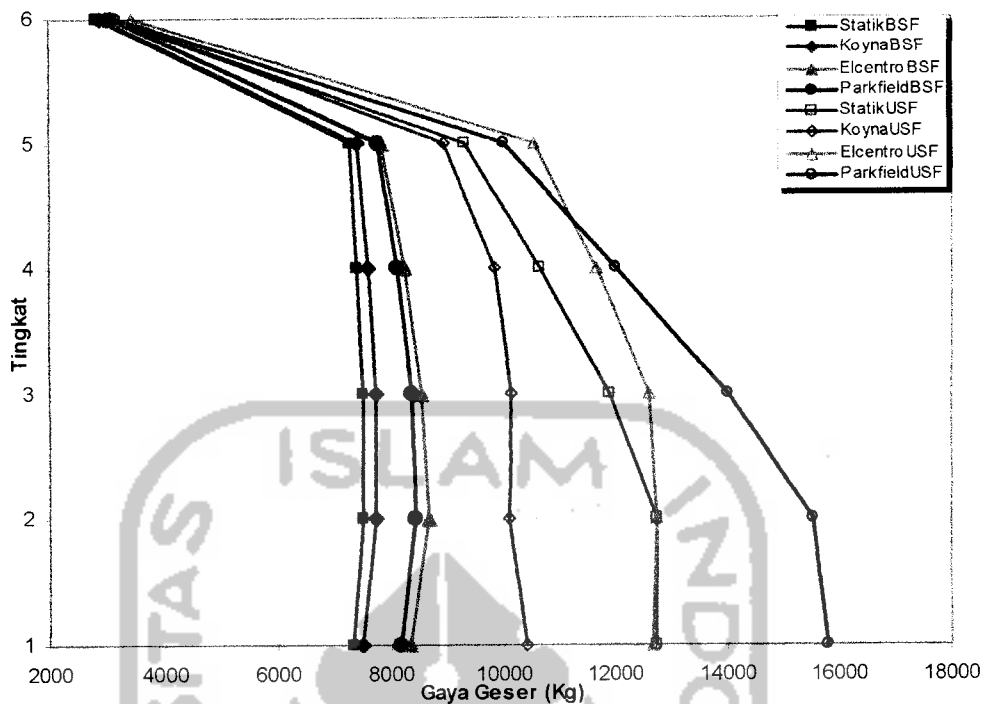
Grafik 6.37 Gaya Geser Balok Bentang Kanan 14 Lantai Tipe A



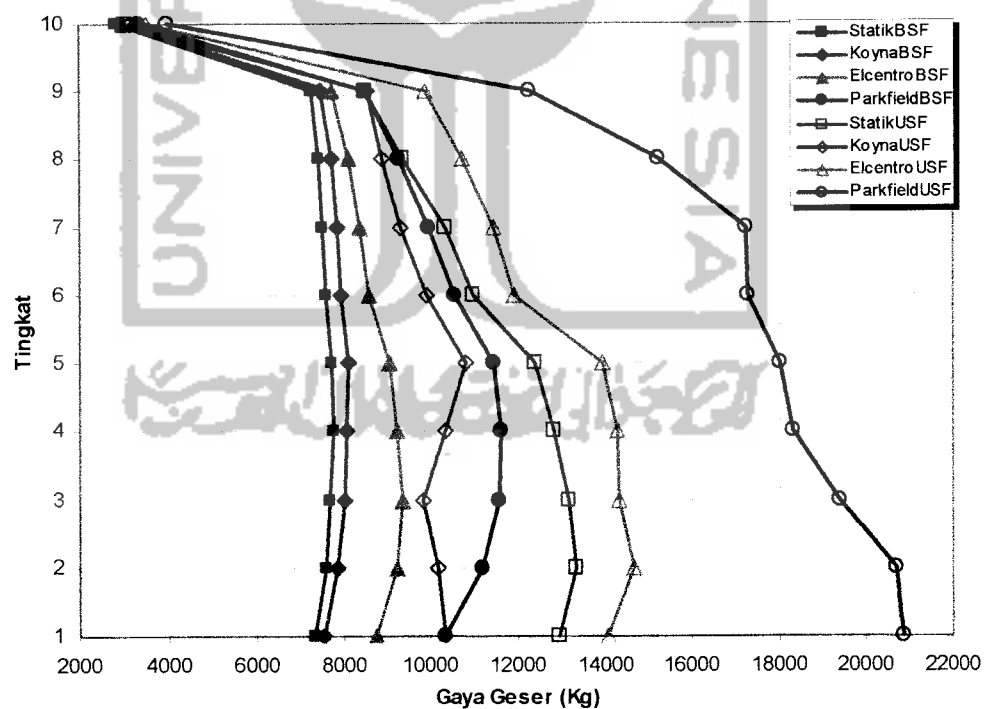
a. Gaya Geser Ujung Kiri b. Gaya Geser Ujung Kanan
Grafik 6.38 Gaya Geser Balok Bentang Kanan 14 Lantai Tipe B



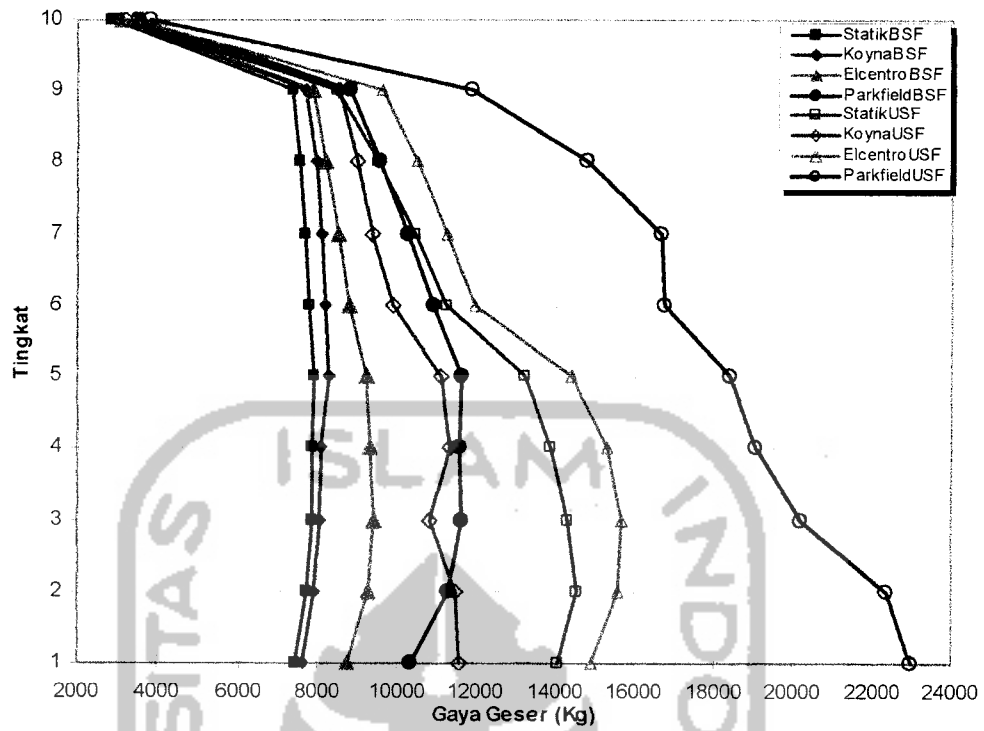
Grafik 6.39 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 6 Lt Tipe A



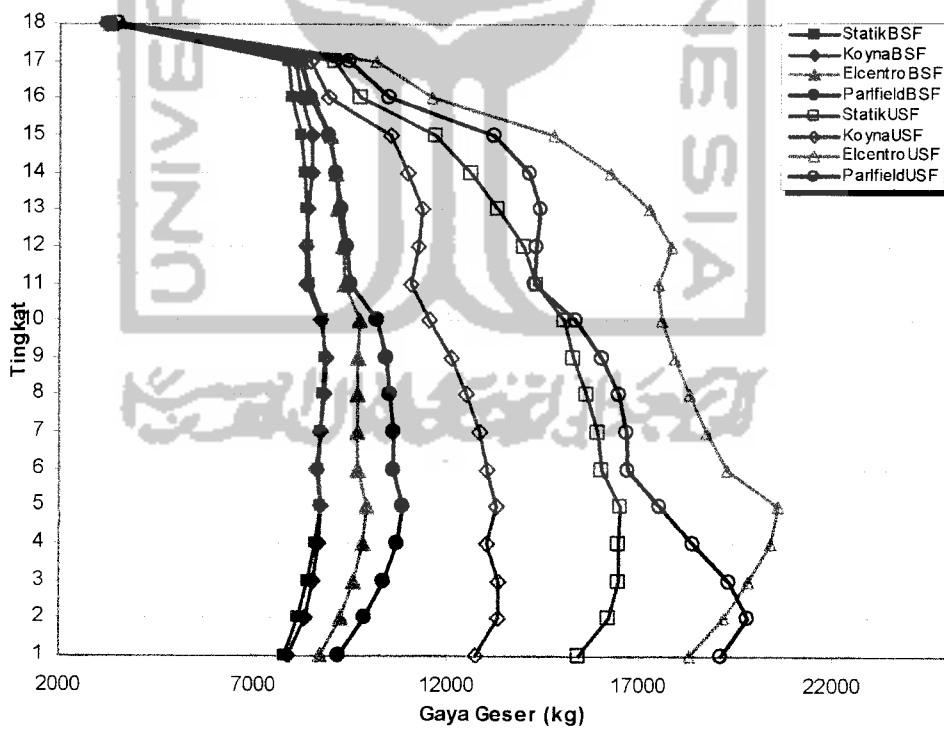
Grafik 6.40 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 6 Lt Tipe B



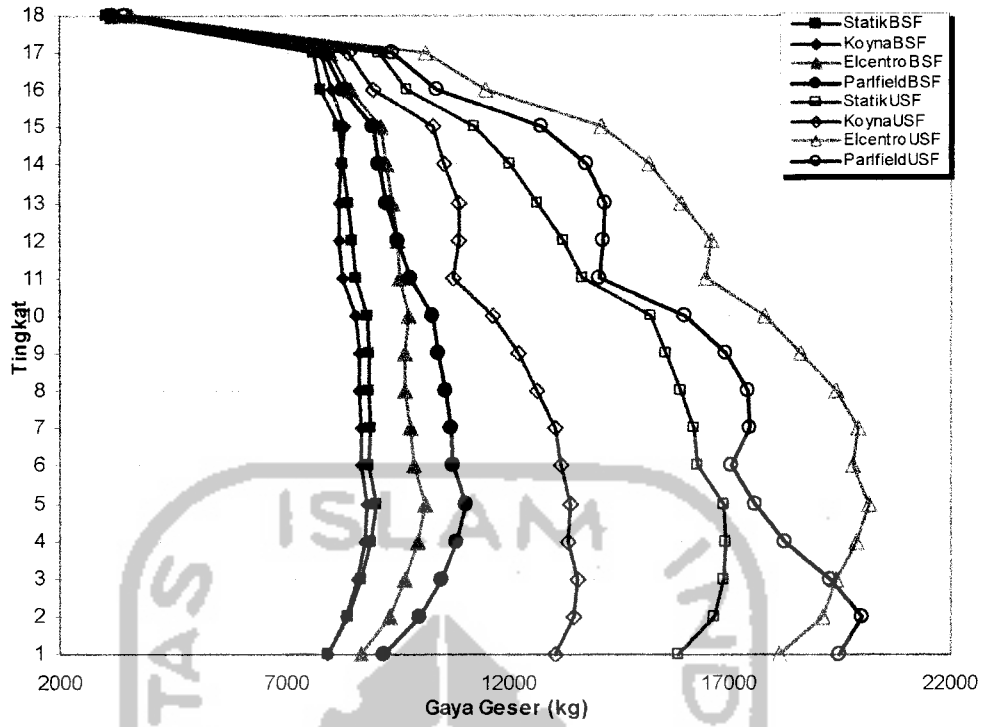
Grafik 6.41 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 10 Lt Tipe A



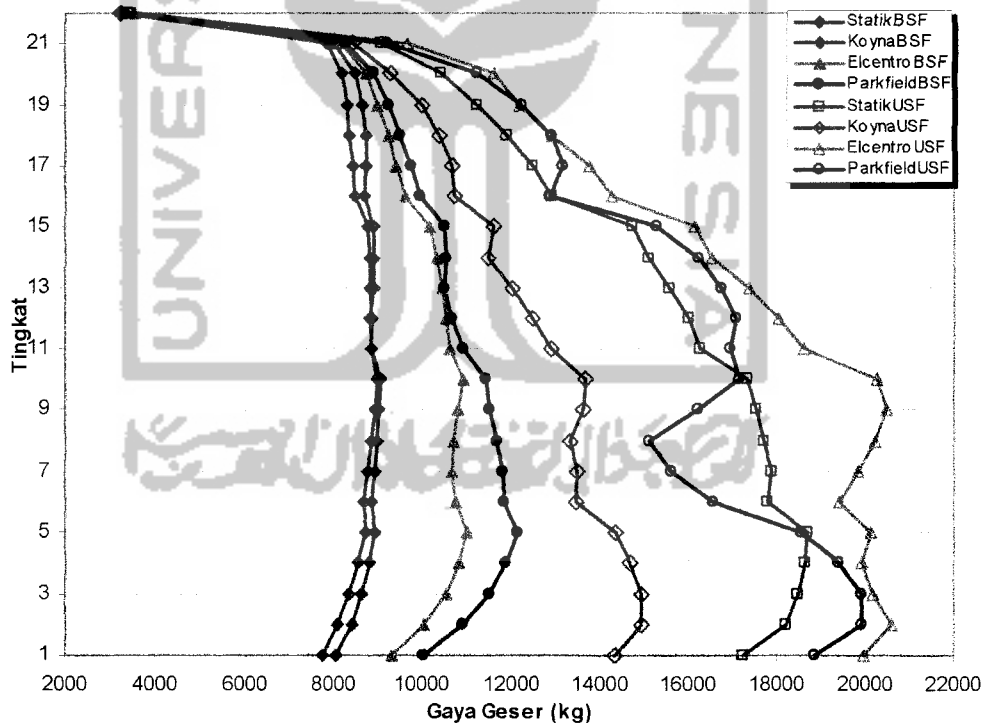
Grafik 6.42 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 10 Lt Tipe B



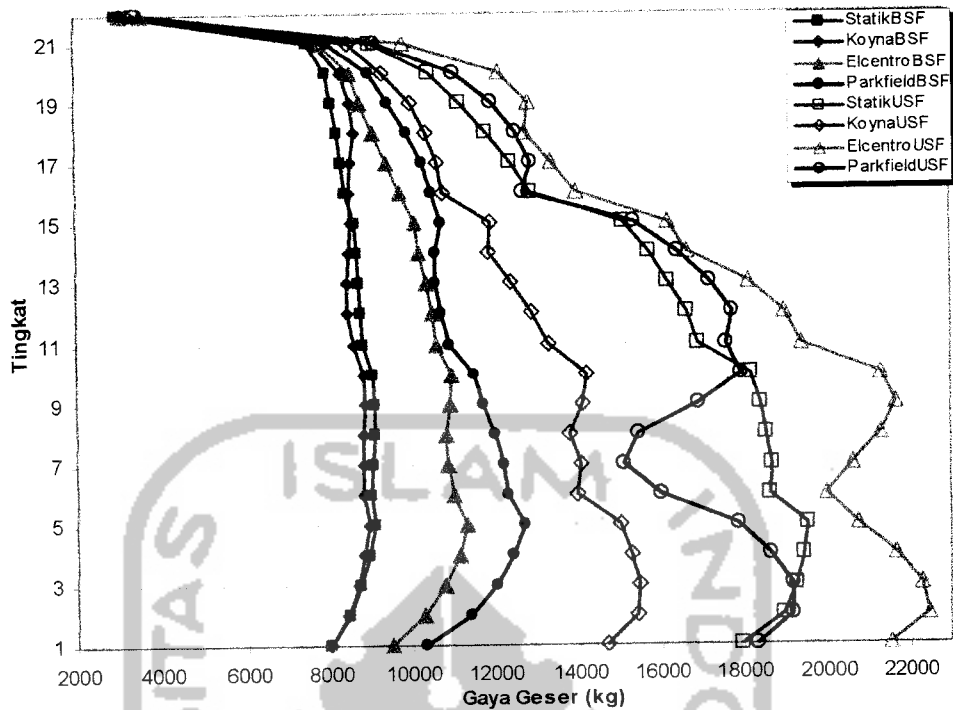
Grafik 6.43 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 18 Lt Tipe A



Grafik 6.44 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 18 Lt Tipe B



Grafik 6.45 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 22 Lt Tipe A



Grafik 6.46 Gaya Geser Balok Ujung Kanan Bentang Kanan 22 Lt Tipe B

Pembahasan Momen dan Gaya Geser Balok :

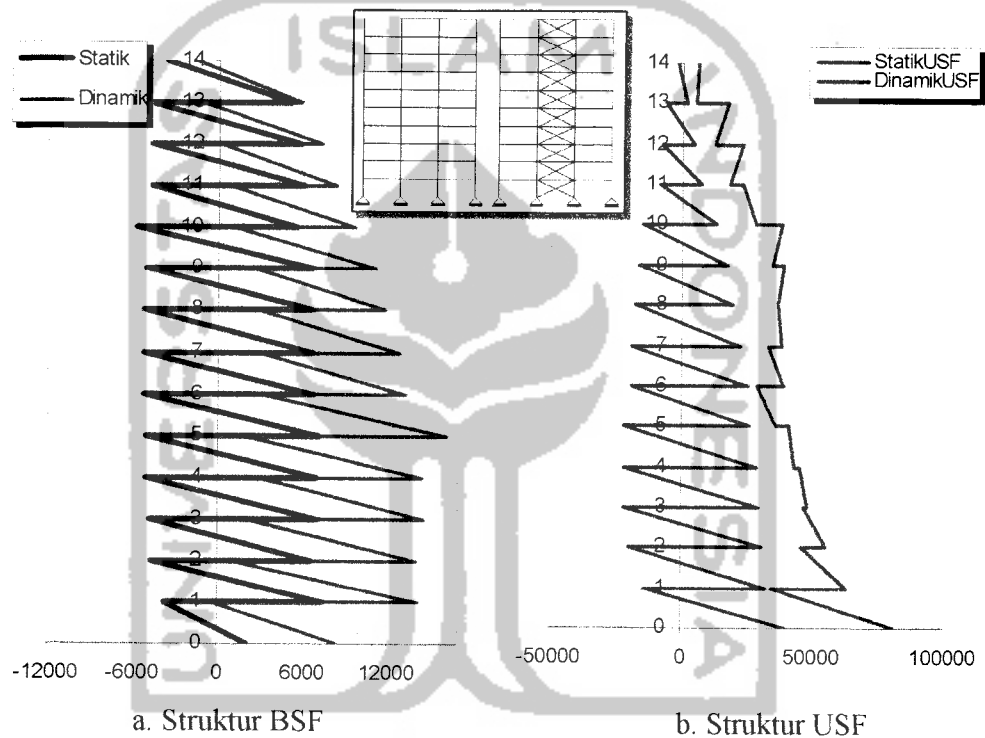
1. Semakin tinggi bangunan momen dan gaya geser balok yang terjadi semakin besar, baik *unbraced steel frame* (USF), *braced steel frame* (BSF), Tipe A maupun Tipe B.
2. Momen dan gaya geser balok yang terjadi pada struktur *unbraced steel frame* (USF) lebih besar dibandingkan dengan struktur BSF baik pada Tipe A maupun Tipe B. Hal ini disebabkan karena *bracing* akan menambah kekakuan pada struktur *braced steel frame* (BSF), sehingga pengaruh beban gempa menjadi lebih kecil

3. Momen dan geser balok pada struktur *unbraced steel frame* (USF) akibat beban gempa statik akan saling berdekatan dengan beban dinamik apabila frekuensi gempa dan frekuensi bangunan berdekatan. Sedangkan pada struktur *braced steel frame* (BSF) momen dan geser balok yang terjadi relatif sama pada setiap tingkatnya.
4. Momen dan gaya geser balok pada struktur *braced steel frame* (BSF) relatif reguler apabila dibandingkan dengan struktur *unbraced steel frame* (USF), hal ini disebabkan oleh adanya *bracing* yang dapat memperkecil pengaruh gempa yang terjadi.
5. Pada struktur *braced steel frame* (BSF) pola momen balok yang terjadi pada bentang tengah akibat kombinasi beban gempa dan beban gravitasi mendekati pola momen balok akibat beban gravitasi. Hal ini dikarenakan adanya penambahan pengaku pada bentang tengah tersebut.
6. Momen balok dan geser balok yang terjadi pada bentang tengah struktur *braced steel frame* (BSF) lebih kecil dibandingkan dengan bentang tepi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengaku *local* pada bentang tengah dapat memperkecil besarnya momen dan geser balok yang terjadi akibat kombinasi pembebanan akibat gravitasi dengan beban gempa.

6.1.4 Momen , Gaya Geser dan Gaya Aksial Kolom

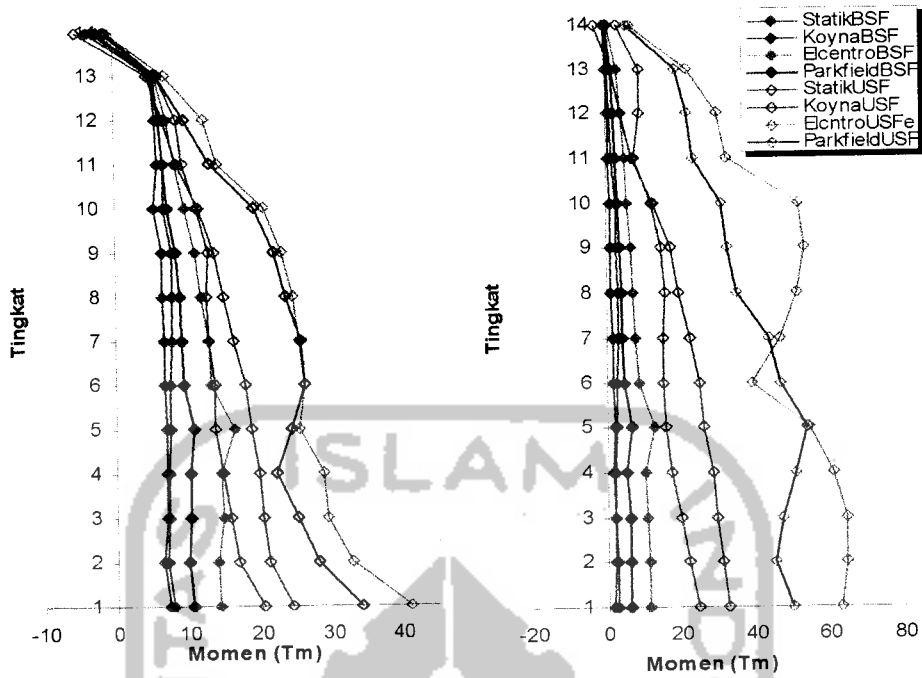
6.1.4.1 Momen Kolom

Momen kolom merupakan respon struktur akibat pembebanan struktur, baik akibat beban statik maupun dinamik. Momen kolom diambil dari momen desain kolom, yaitu merupakan nilai maksimum yang terjadi pada setiap joint kolom. Pola momen kolom yang terjadi pada struktur BSF dan USF dapat dilihat pada gambar 6.47 sebagai berikut :



Gambar 6.47 Diagram Momen Kolom BSF dan USF 14 Lantai

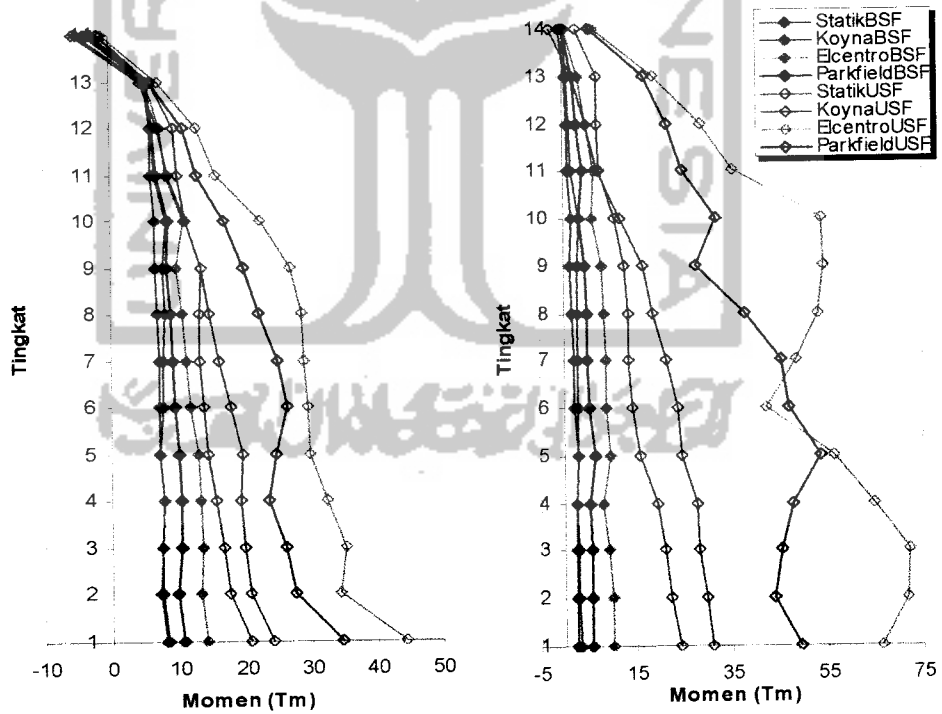
Dalam pengambilan sampel momen kolom yang diambil adalah momen kolom pada portal tepi kolom tepi dan tengah untuk bangunan 14 lantai (grafik 6.48-grafik 6.49), sedangkan bangunan 6, 10,18 dan 22 lantai momen kolom yang diambil hanya pada portal tepi kolom tepi saja karena mempunyai tipikal yang sama seperti 14 lantai (grafik 6.50-grafik6.57) sebagai berikut :



a. Kolom Tepi

b. Kolom Tengah

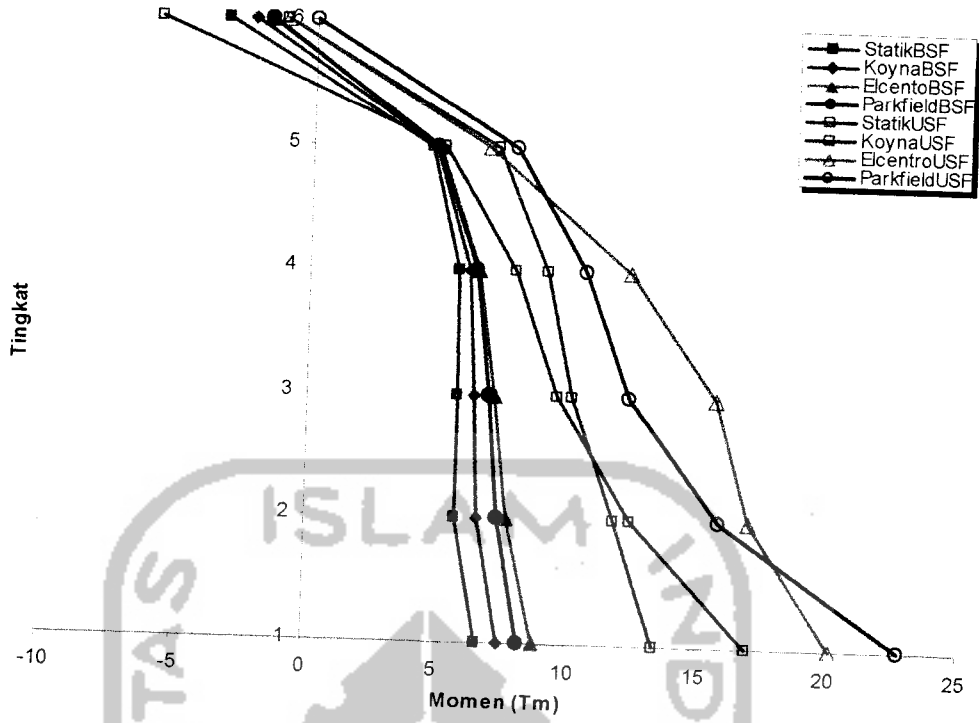
Grafik 6. 48 Momen Kolom Struktur Baja 14 Lantai Tipe A



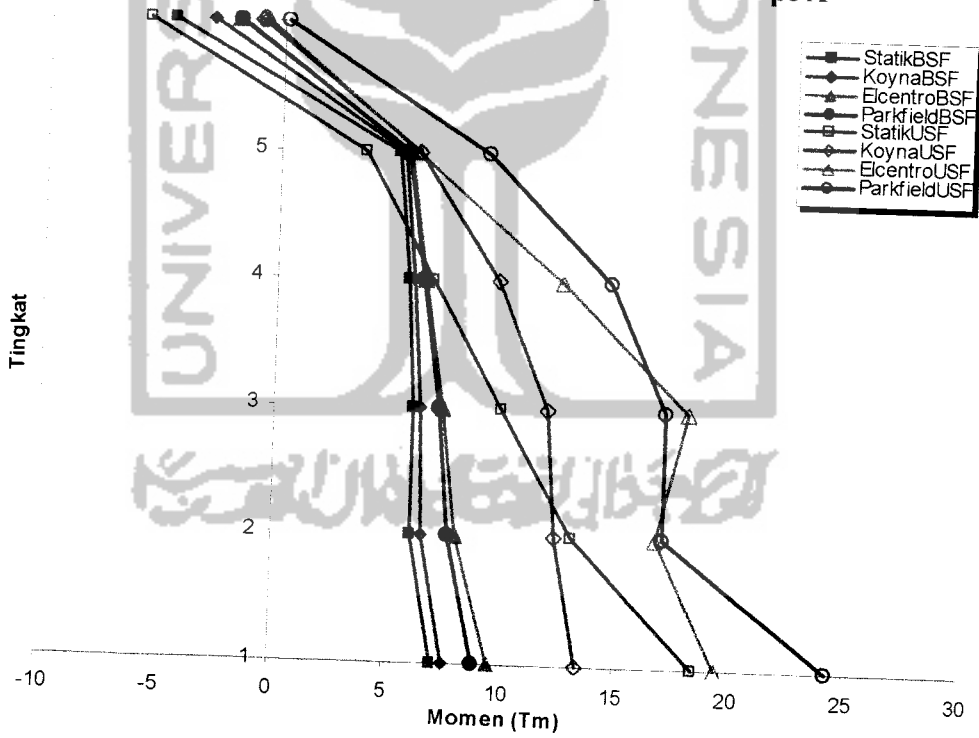
a. Kolom Tepi

b. Kolom Tengah

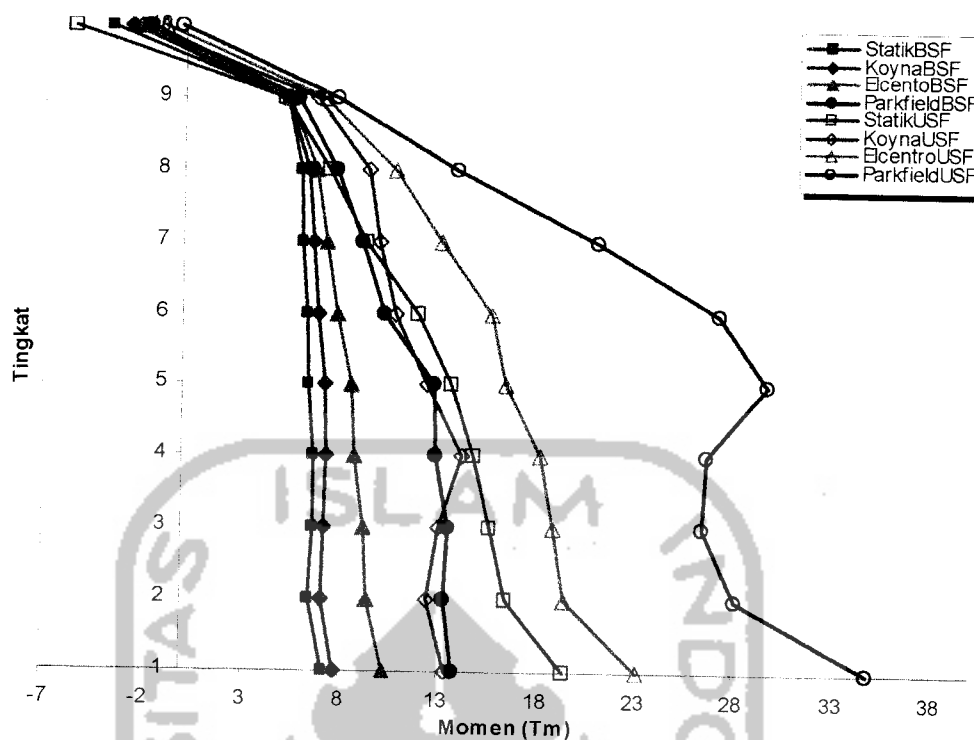
Grafik 6. 49 Momen Kolom Struktur Baja 14 Lantai Tipe B



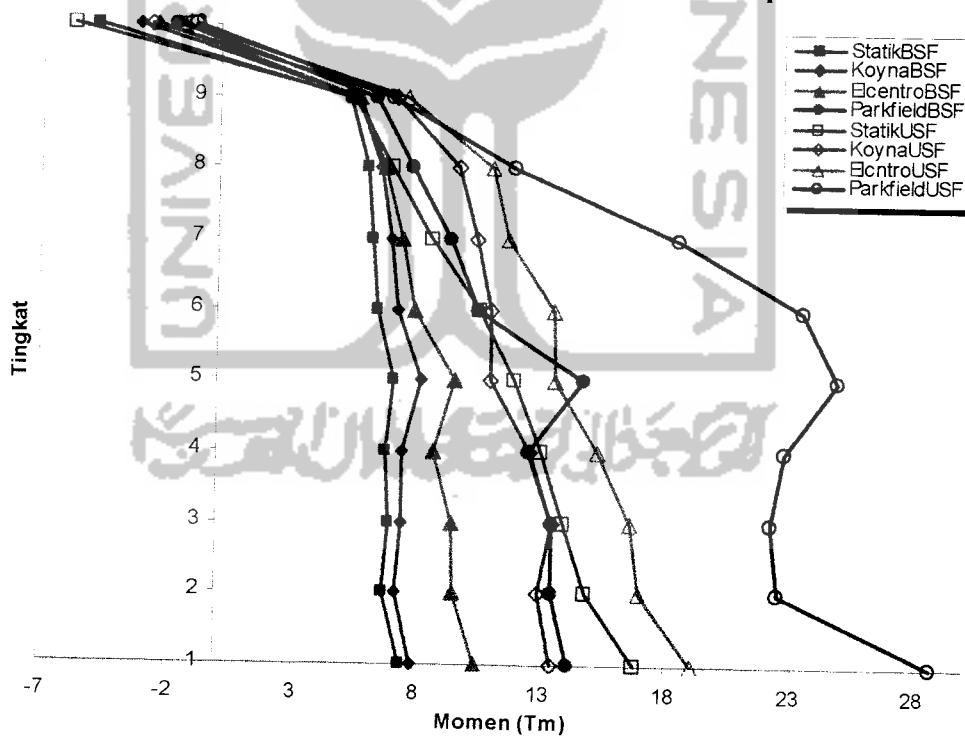
Grafik 6.50 Momen Kolom Tepi 6 Lantai Tipe A



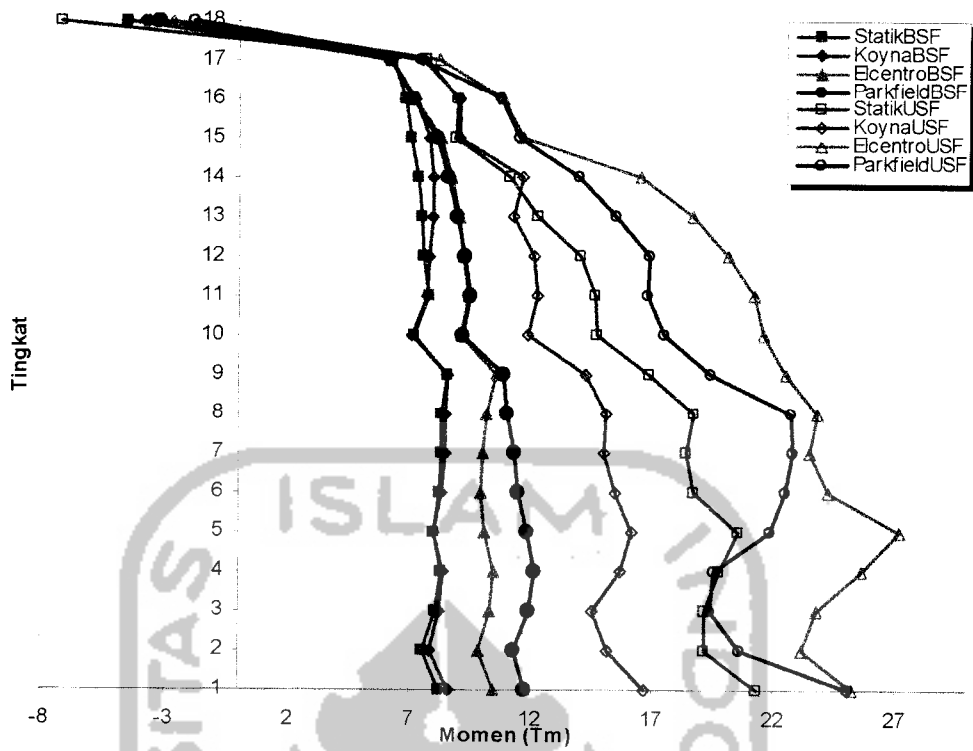
Grafik 6.51 Momen Kolom Tepi 6 Lantai Tipe B



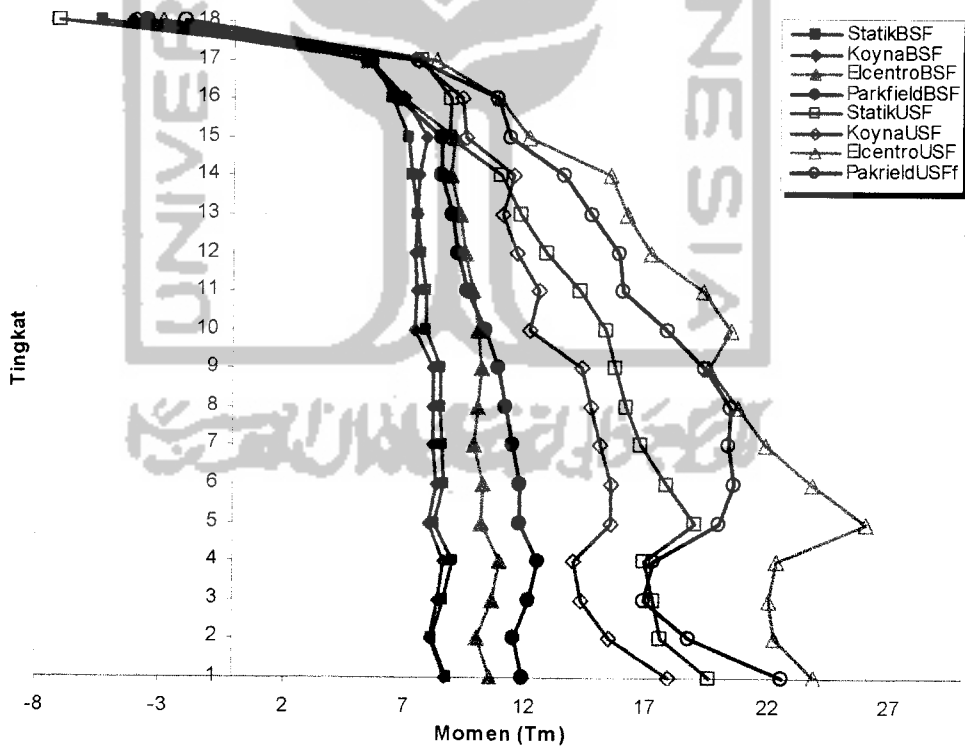
Grafik 6.52 Momen Kolom Tepi 10 Lantai Tipe A



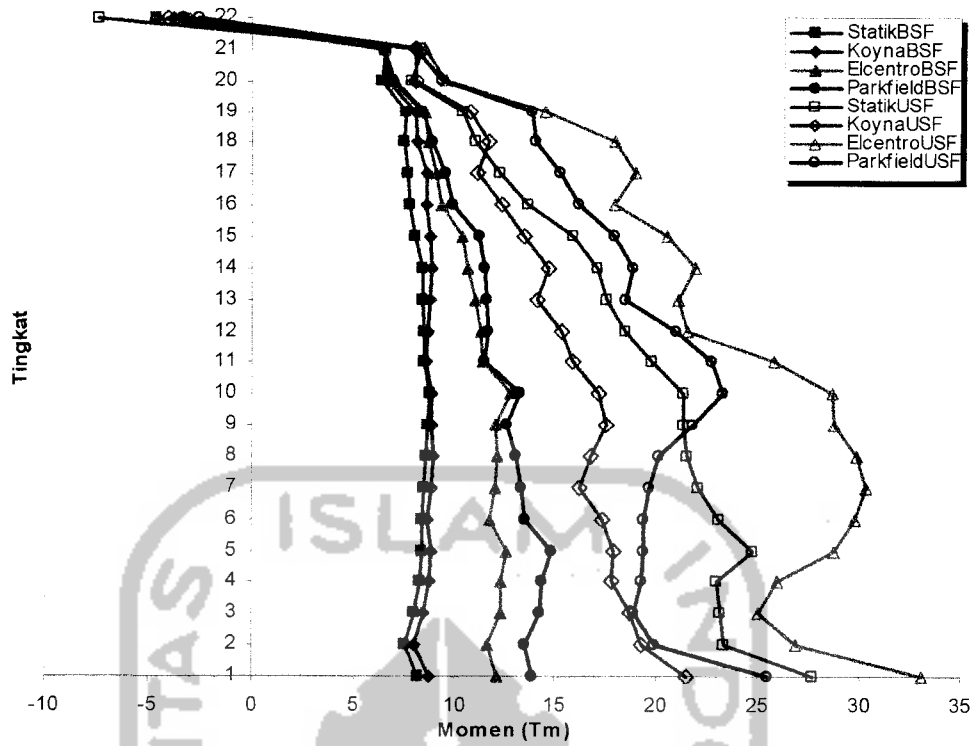
Grafik 6.53 Momen Kolom Tepi 10 Lantai Tipe B



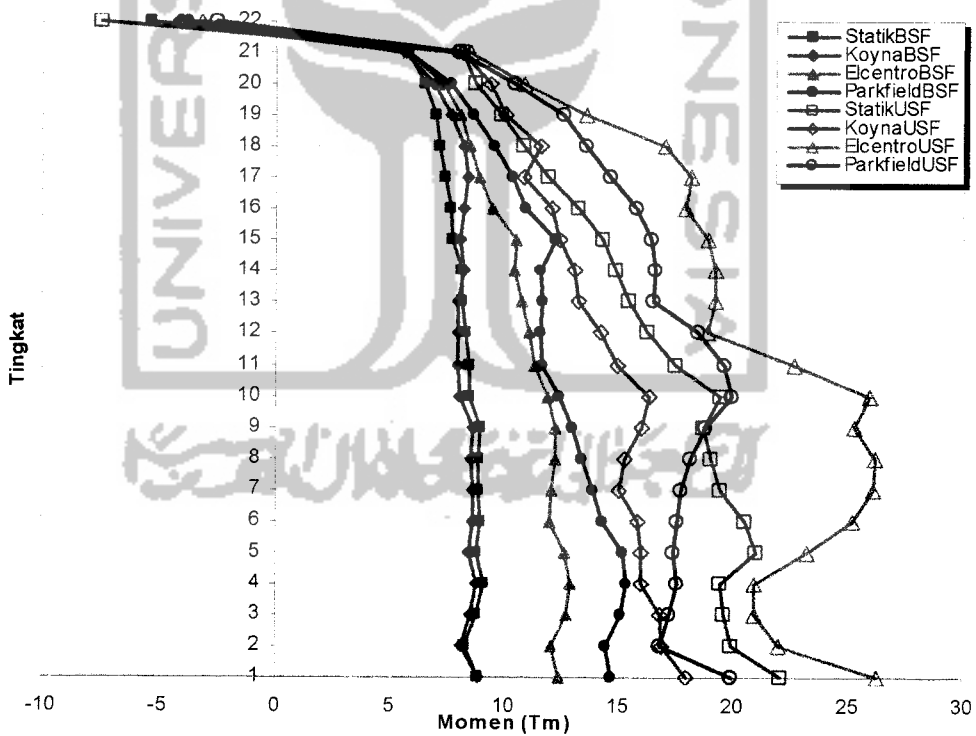
Grafik 6.54 Momen Kolom Tepi 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.55 Momen Kolom Tepi 18 Lantai Tipe B



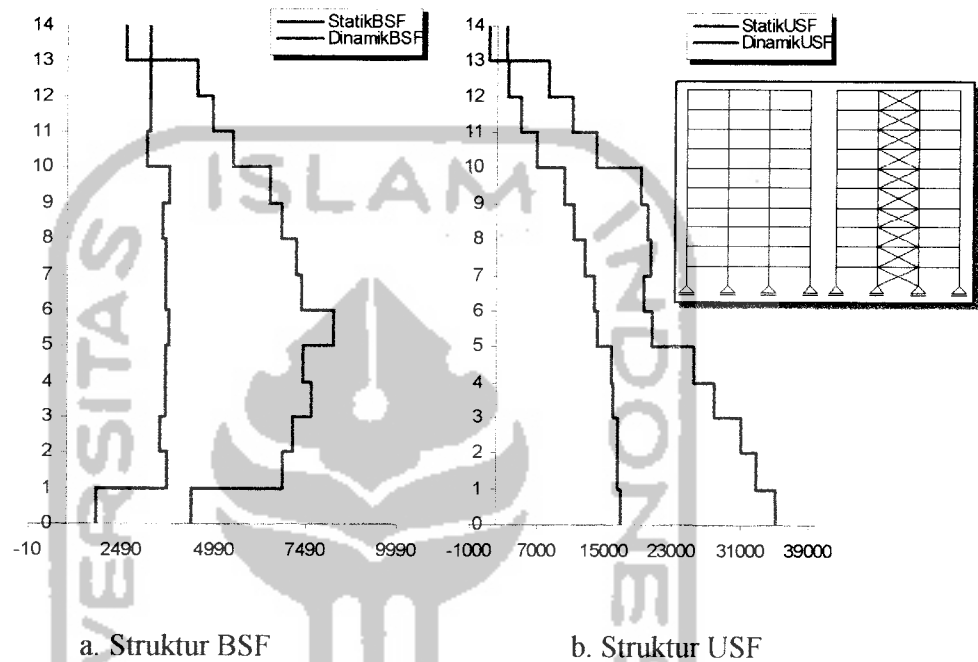
Grafik 6.56 Momen Kolom Tepi 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.57 Momen Kolom Tepi 22 Lantai Tipe B

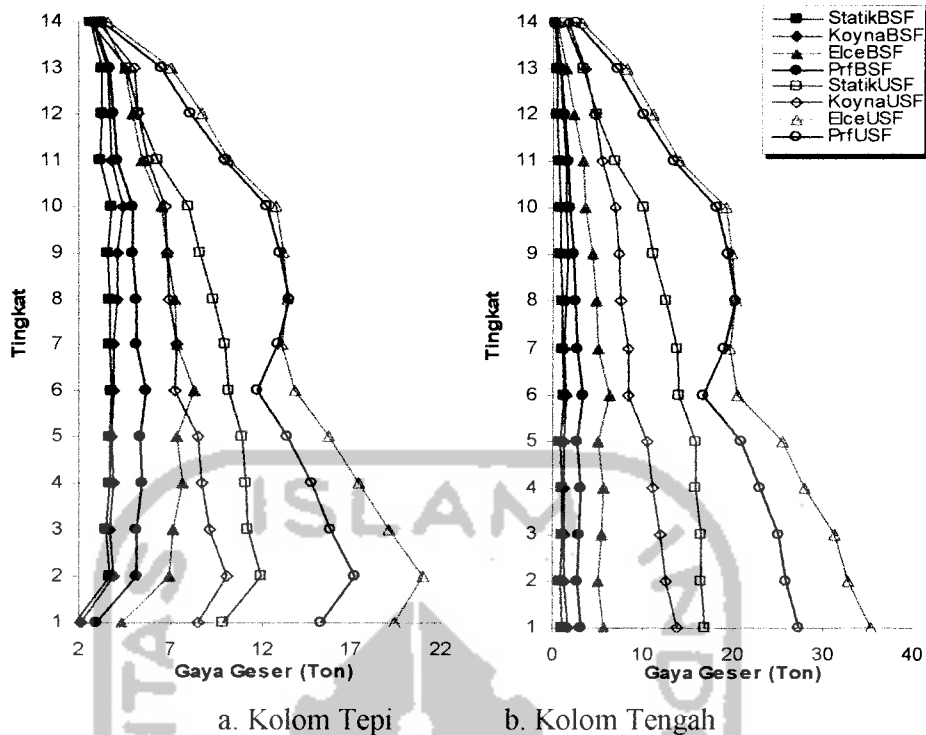
6.1.4.2 Gaya Geser Kolom

Gaya geser kolom terjadi akibat adanya momen kolom, hal ini akan dapat dilihat hubungan dan pola yang sama antara momen kolom dan gaya geser kolom. Contoh diagram gaya geser yang terjadi pada struktur 14 lantai dapat dilihat pada gambar 6.58 sebagai berikut :

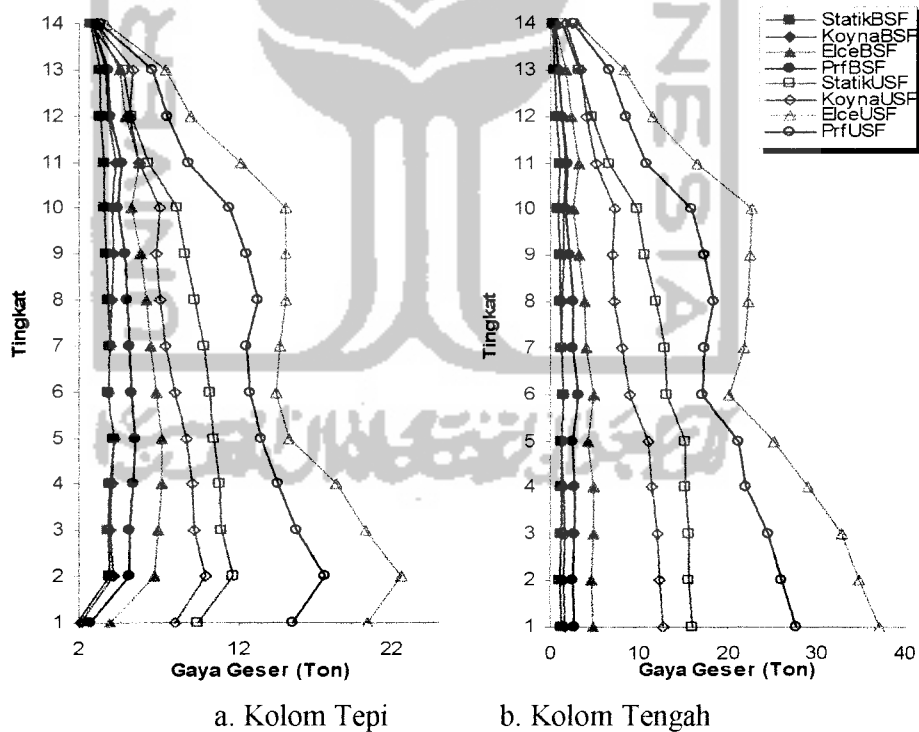


Gambar 6.58 Diagram Gaya Geser BSF dan USF 14 Lantai

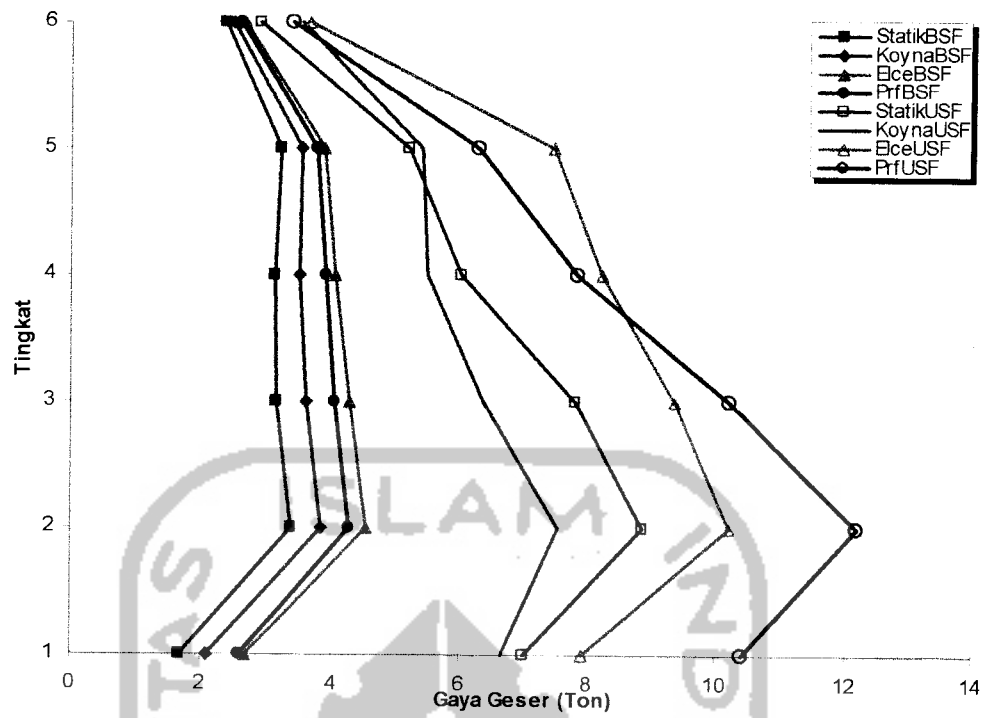
Dalam pengambilan sampel gaya geser kolom yang diambil adalah gaya geser kolom pada portal tepi kolom tepi dan tengah untuk bangunan 14 lantai (grafik 6.59-grafik 6.60), sedangkan bangunan 6, 10, 18 dan 22 lantai gaya geser kolom yang diambil hanya pada portal tepi kolom tepi saja, karena mempunyai tipikal yang sama seperti 14 lantai (grafik 6.61-grafik 6.68) sebagai berikut :



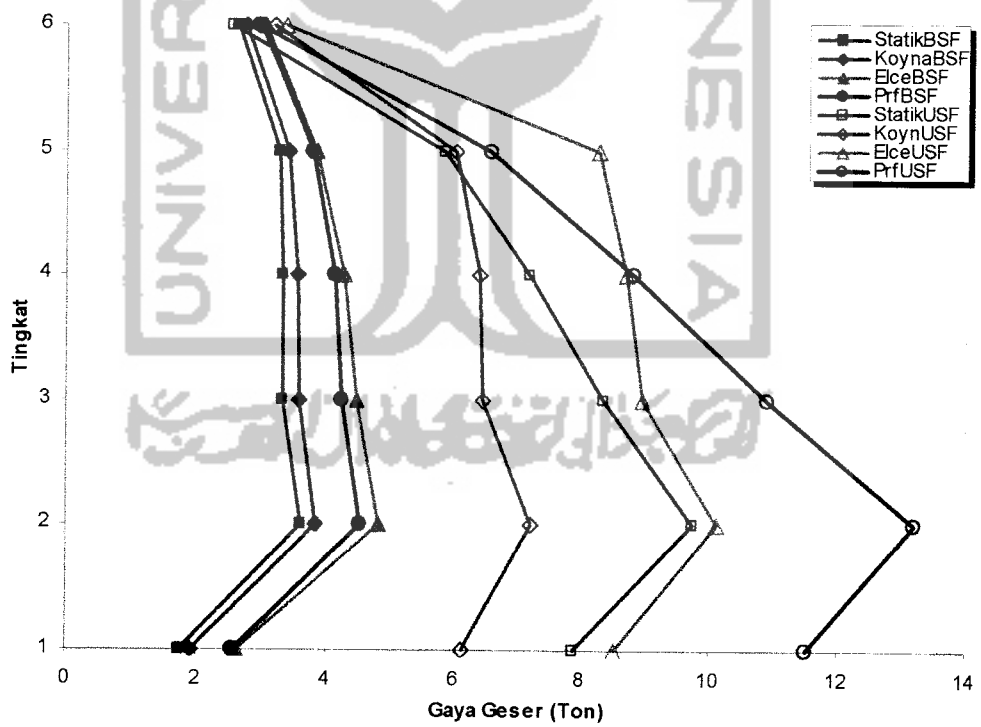
Grafik 6.59 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Struktur Baja BSF 14 Lantai Tipe A



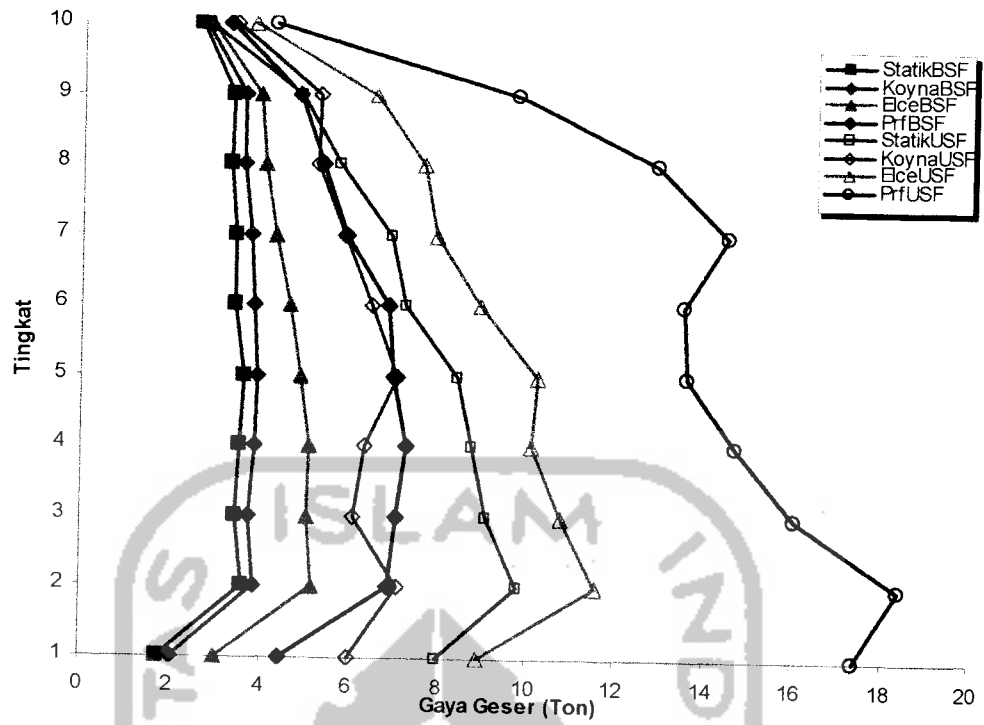
Grafik 6.60 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Struktur Baja BSF 14 Lantai Tipe B



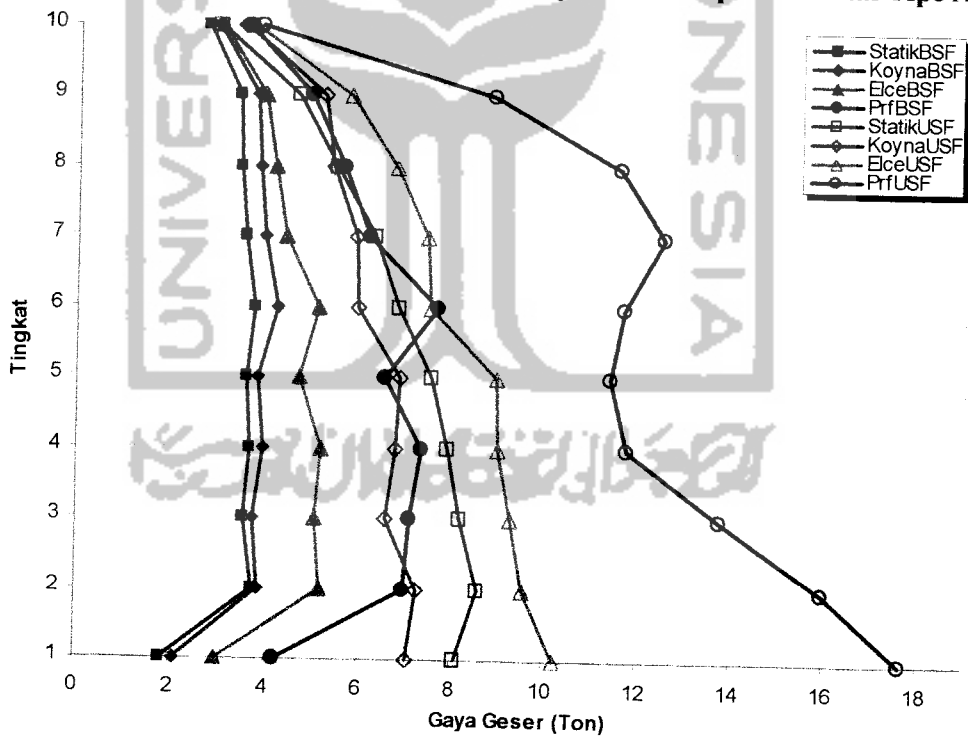
Grafik 6.61 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 6 Lantai Tipe A



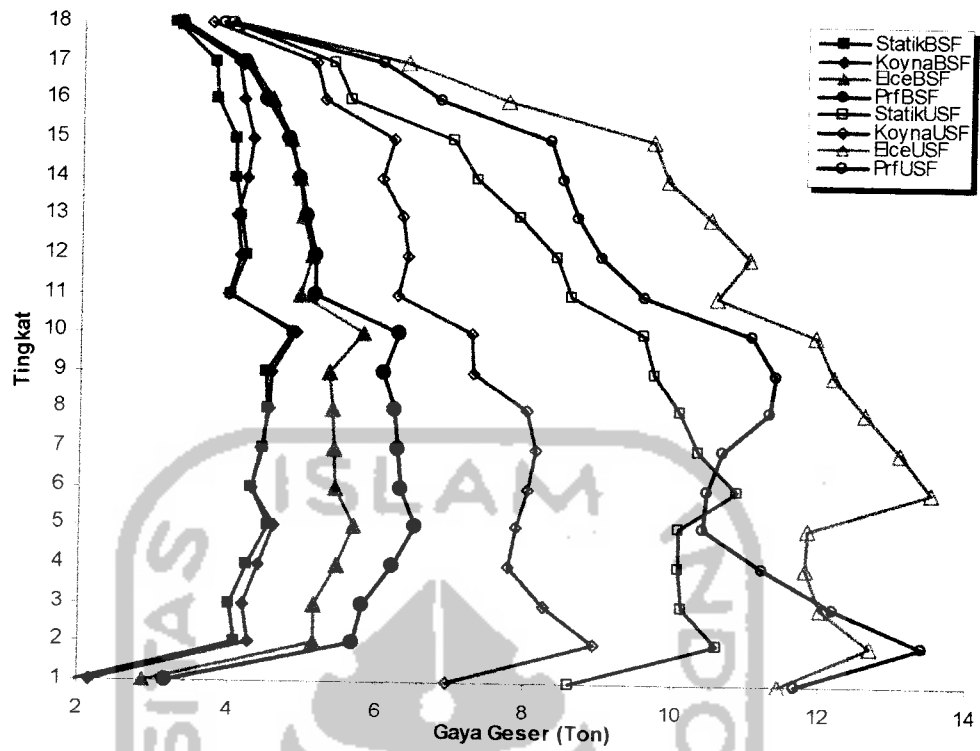
Grafik 6.62 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 6 Lantai Tipe B



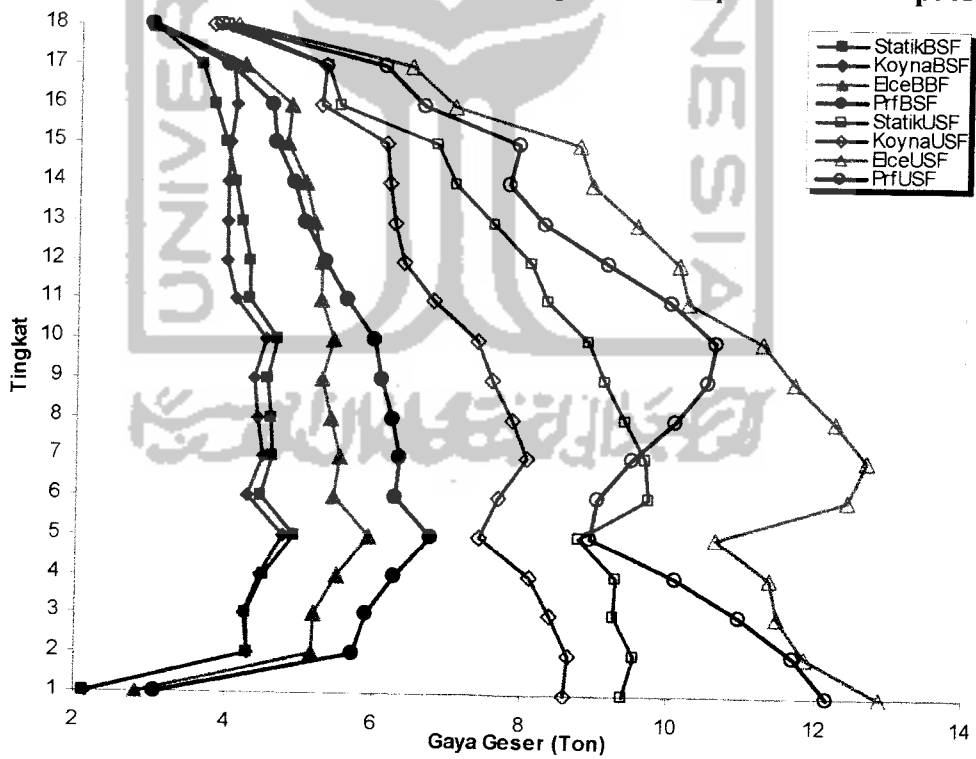
Grafik 6.63 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 10 Lantai Tipe A



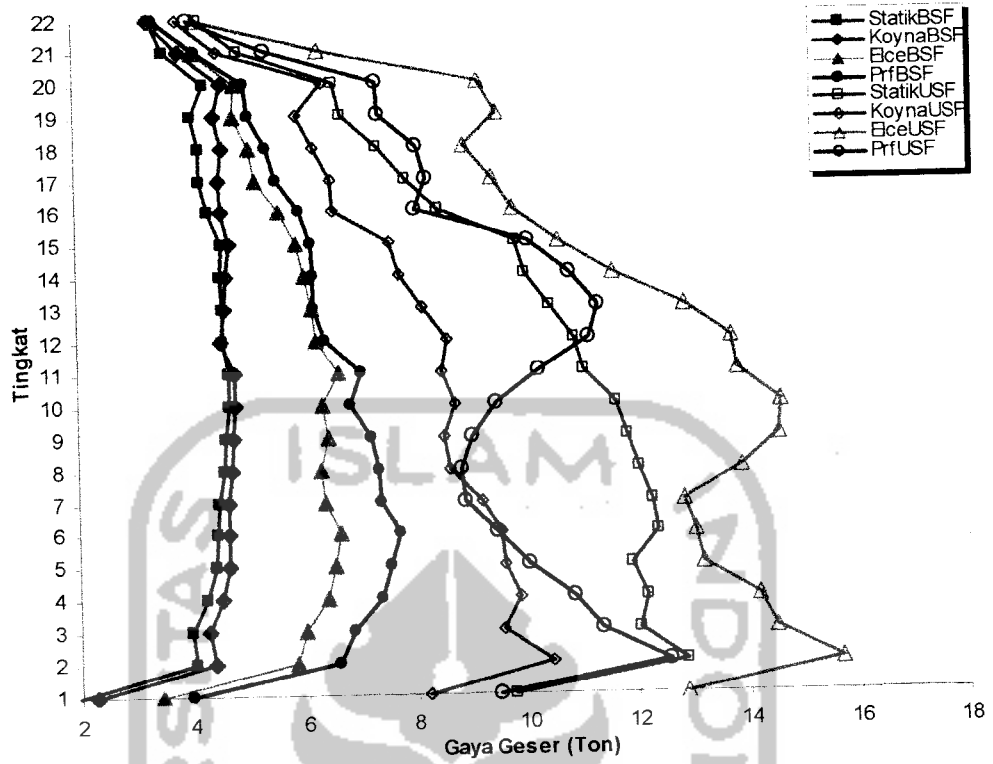
Grafik 6.64 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 10 Lantai Tipe B



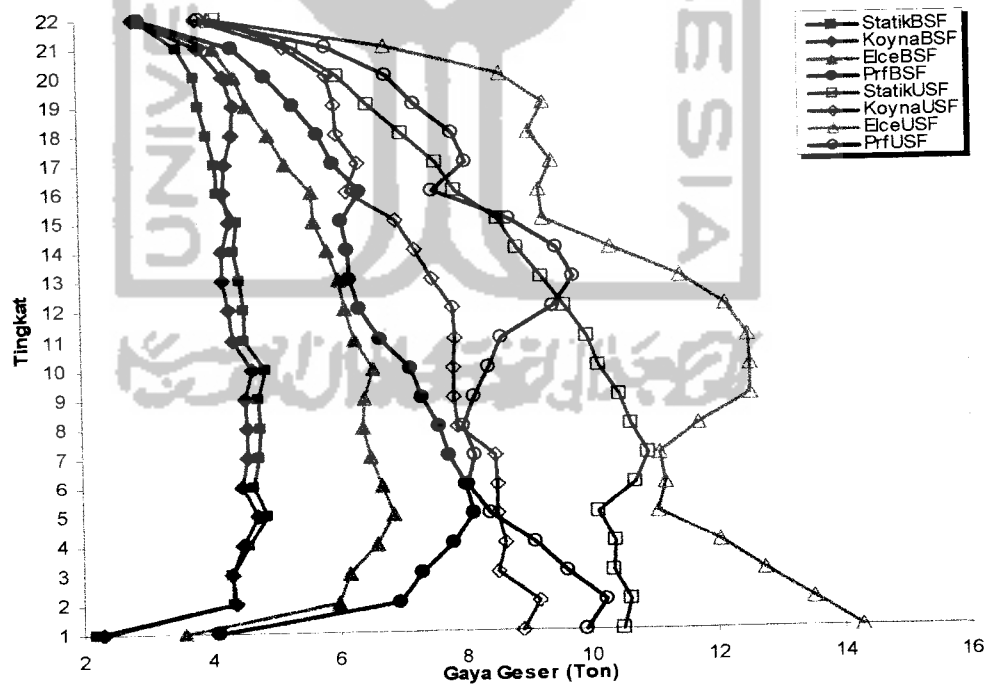
Grafik 6.65 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.66 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 18 Lantai Tipe B



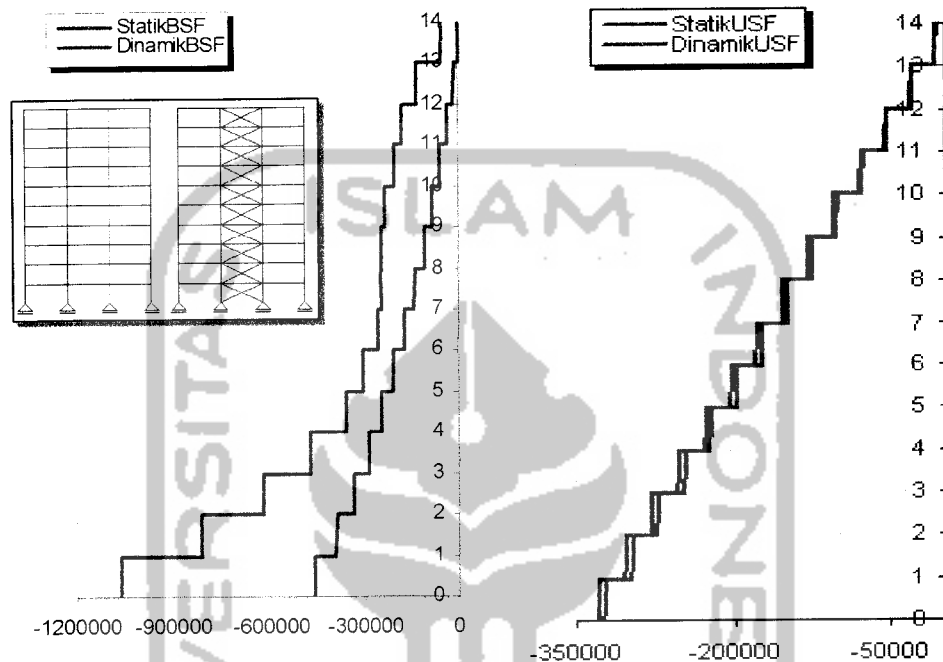
Grafik 6.67 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.68 Gaya Geser Kolom Portal Tepi Kolom Tepi 22 Lantai Tipe B

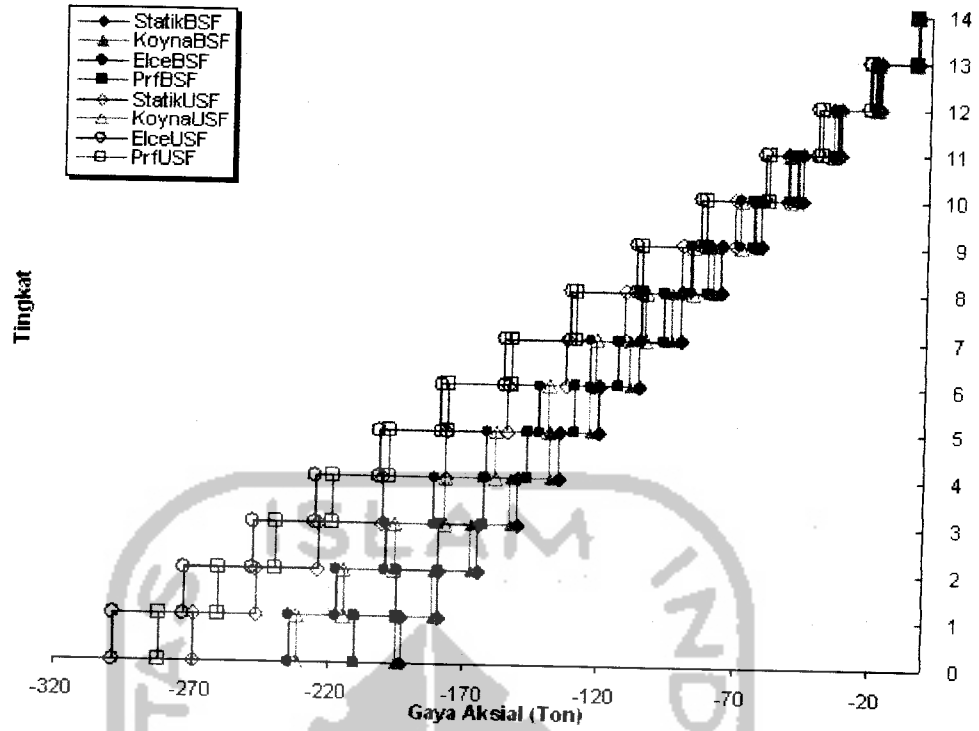
6.1.4.3 Gaya Aksial Kolom Portal Tepi

Contoh diagram pola gaya aksial yang terjadi pada struktur BSF dan USF 14 lantai portal tepi kolom tengah (K2) dapat dilihat pada gambar 6.69 sebagai berikut :

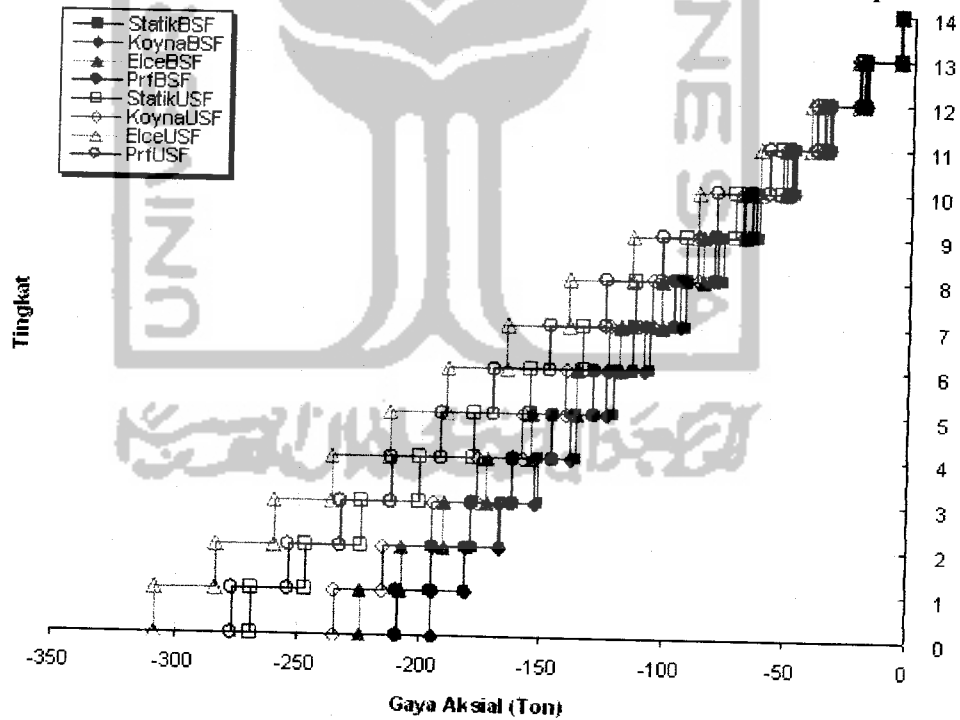


Gambar 6.69. Diagram Gaya Aksial BSF dan USF 14 lantai

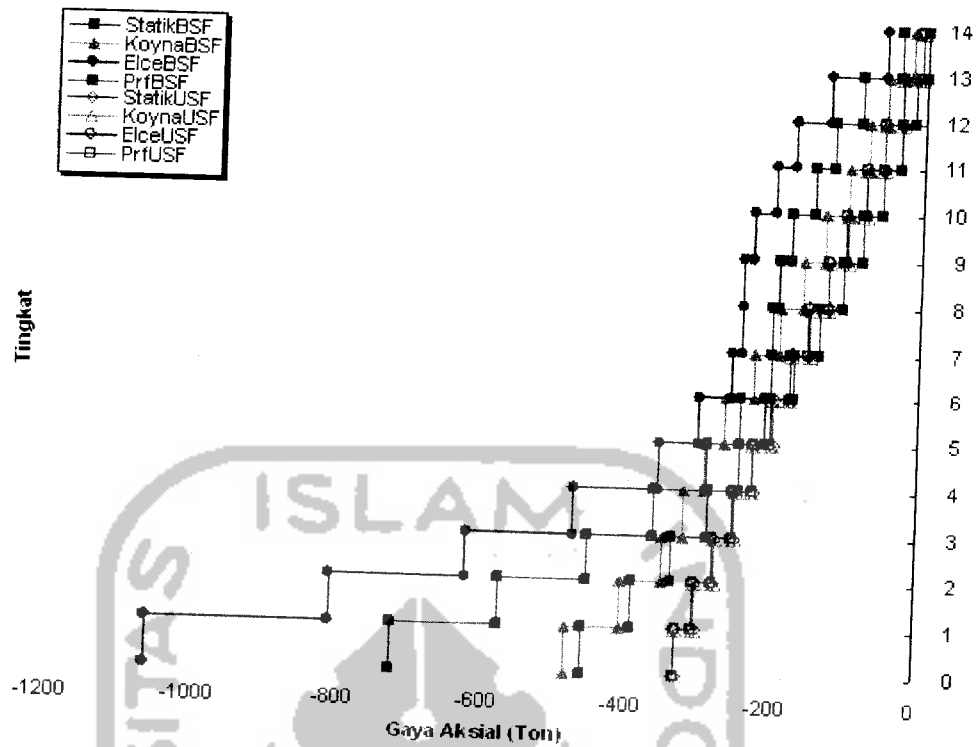
Dalam pengambilan sampel gaya aksial kolom yang diambil adalah gaya aksial kolom pada portal tepi kolom tepi dan tengah untuk bangunan 14 lantai (grafik 6.70-grafik 6.73), sedangkan bangunan 6, 10, 18 dan 22 lantai gaya aksial kolom yang diambil hanya pada portal tepi kolom tepi saja karena mempunyai tipikal yang sama seperti 14 lantai (grafik 6.74-grafik 6.81) sebagai berikut :



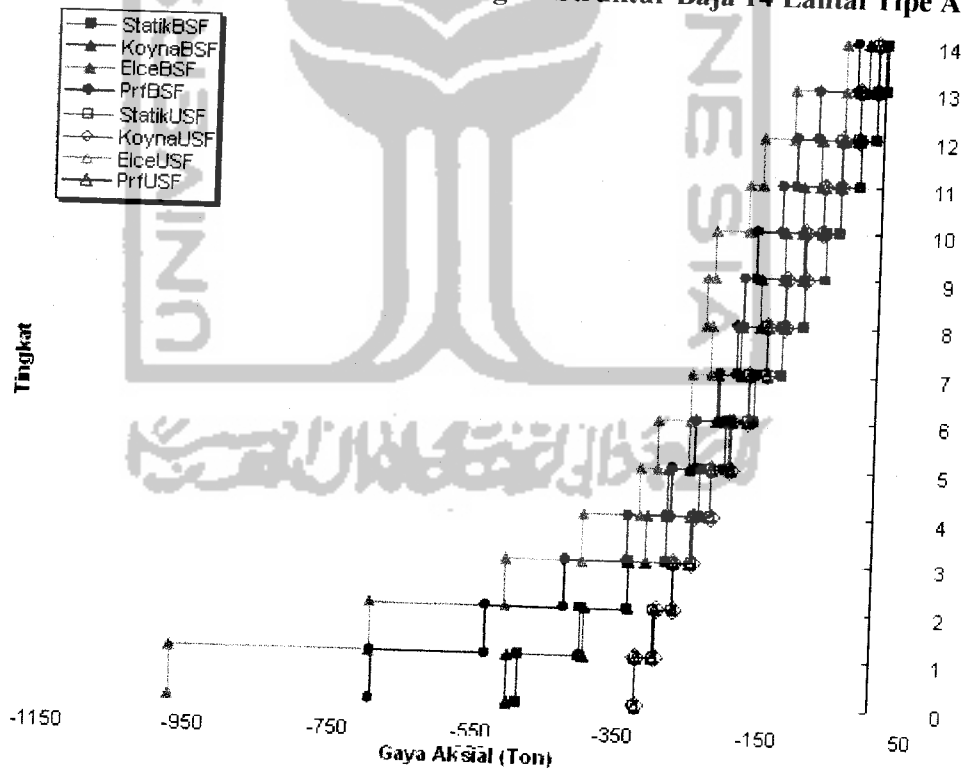
Grafik 6.70 Gaya Aksial Kolom Tepi Struktur Baja 14 Lantai Tipe A



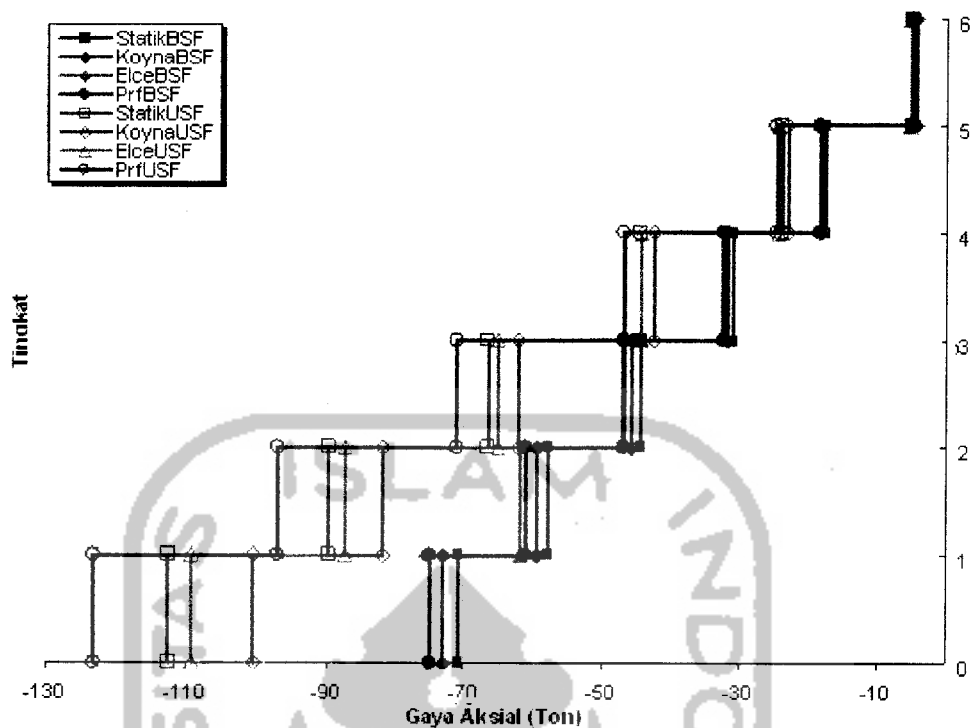
Grafik 6.71 Gaya Aksial Kolom Tepi Struktur Baja 14 Lantai Tipe B



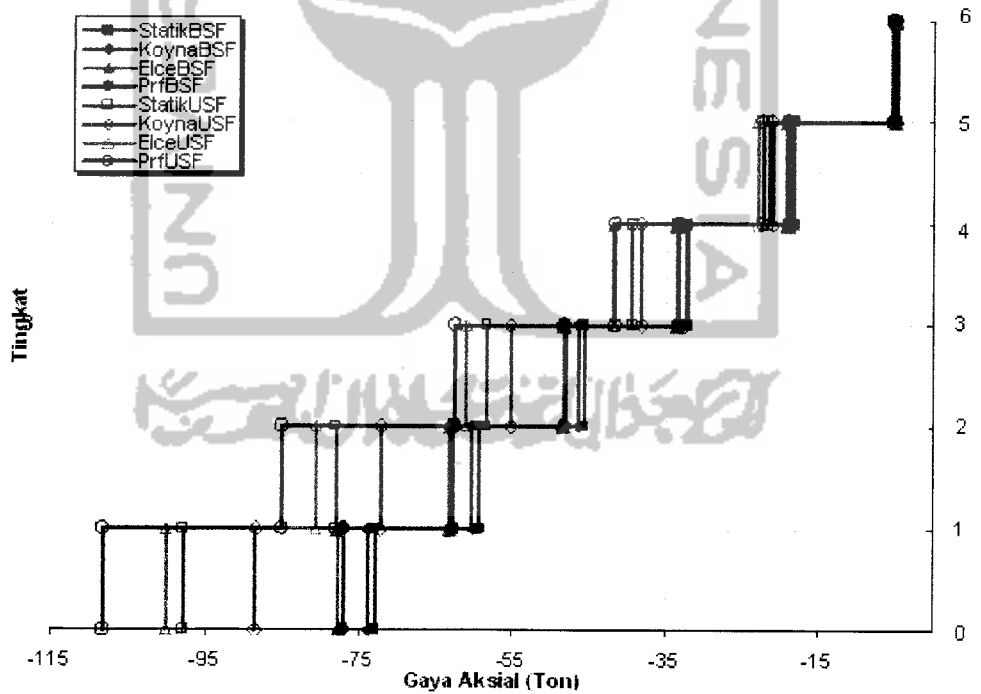
Grafik 6.72 Gaya Aksial Kolom Tengah Struktur Baja 14 Lantai Tipe A



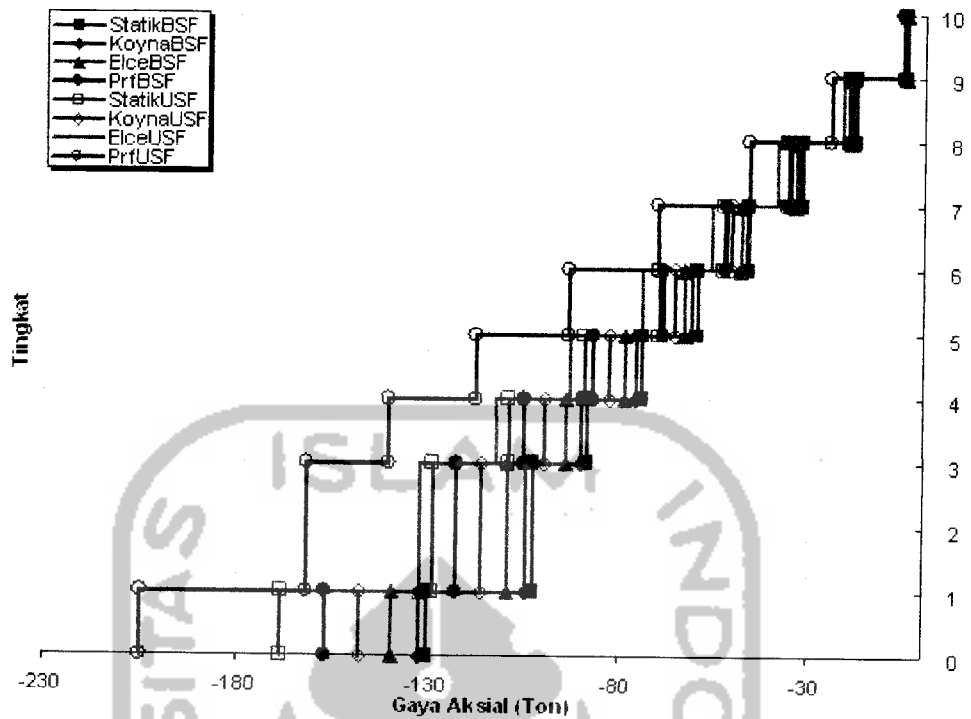
Grafik 6.73 Gaya Aksial Kolom Tengah Struktur Baja 14 Lantai Tipe B



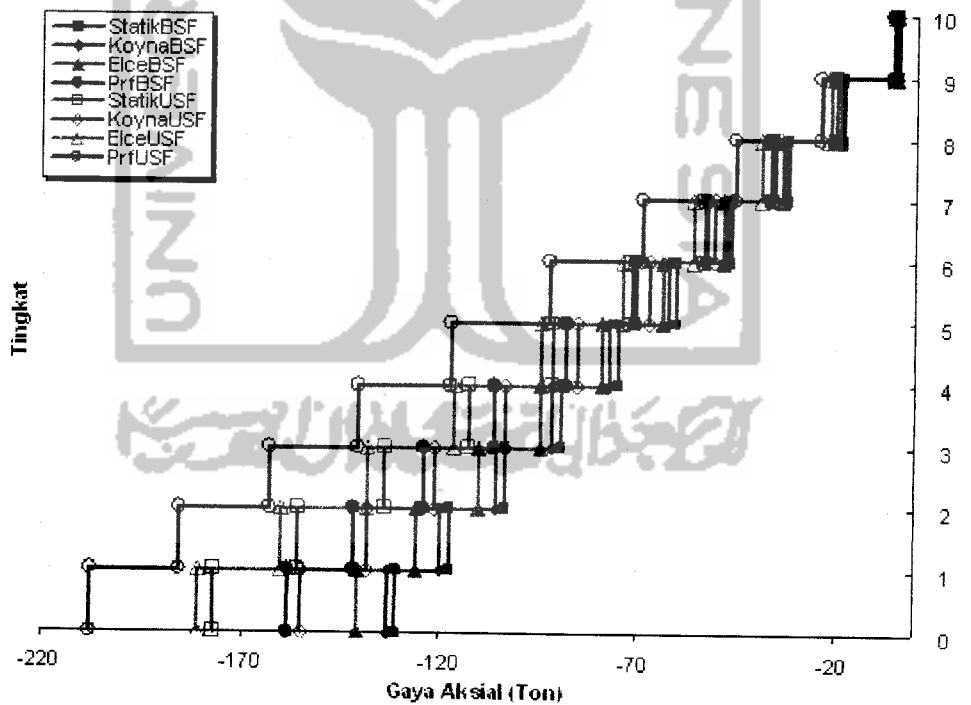
Grafik 6.74 Gaya Aksial Kolom Tepi 6 Lantai Tipe A



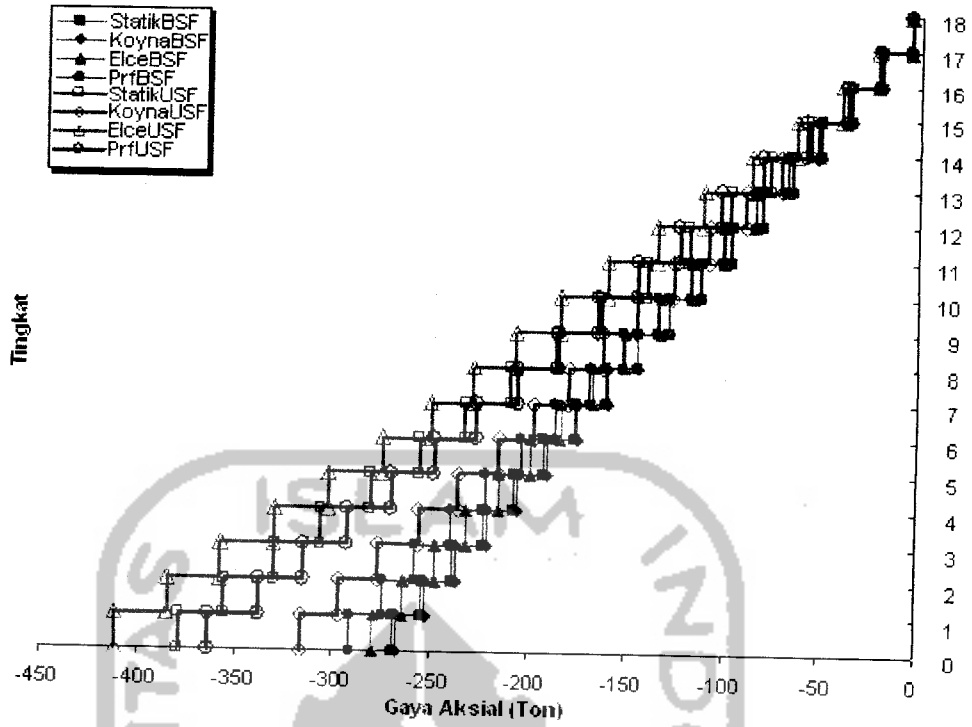
Grafik 6.75 Gaya Aksial Kolom Tepi 6 Lantai Tipe B



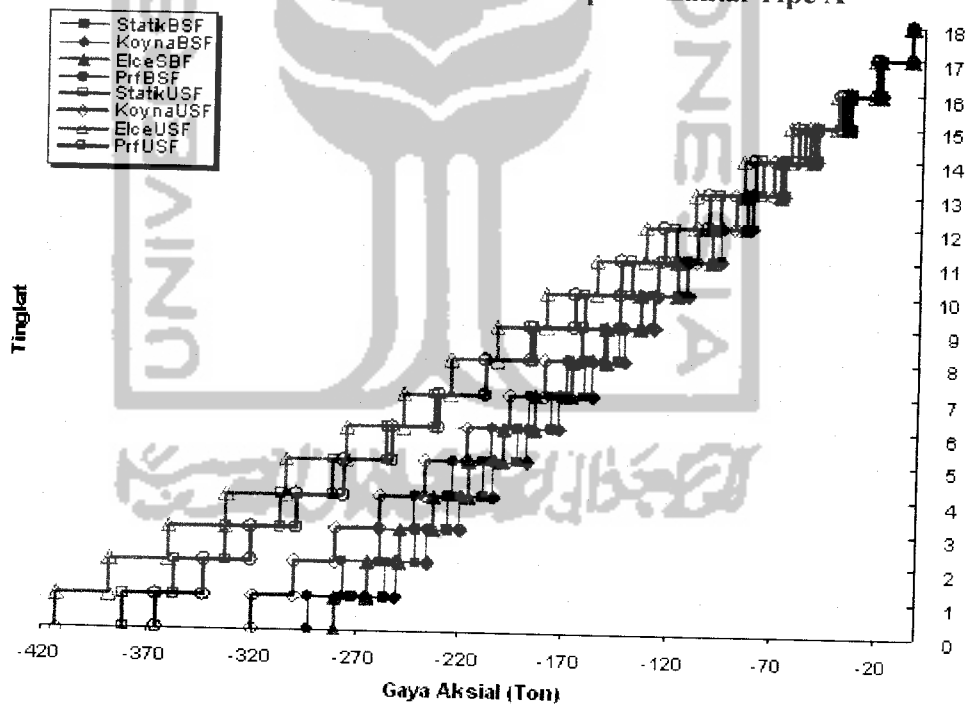
Grafik 6.76 Gaya Aksial Kolom Tepi 10 Lantai Tipe A



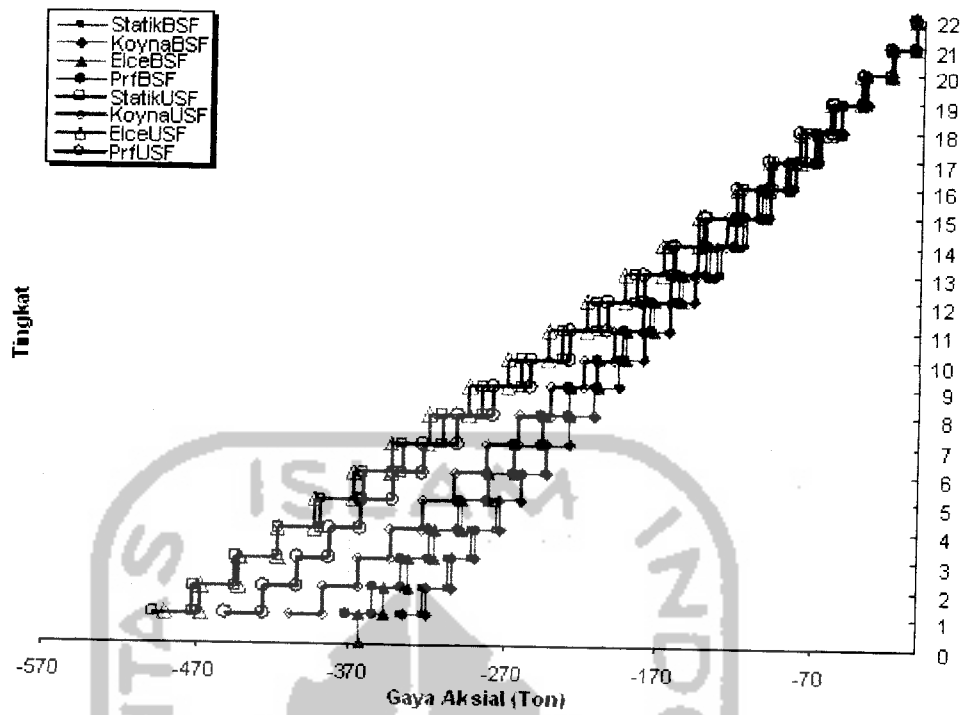
Grafik 6.77 Gaya Aksial Kolom Tepi 10 Lantai Tipe B



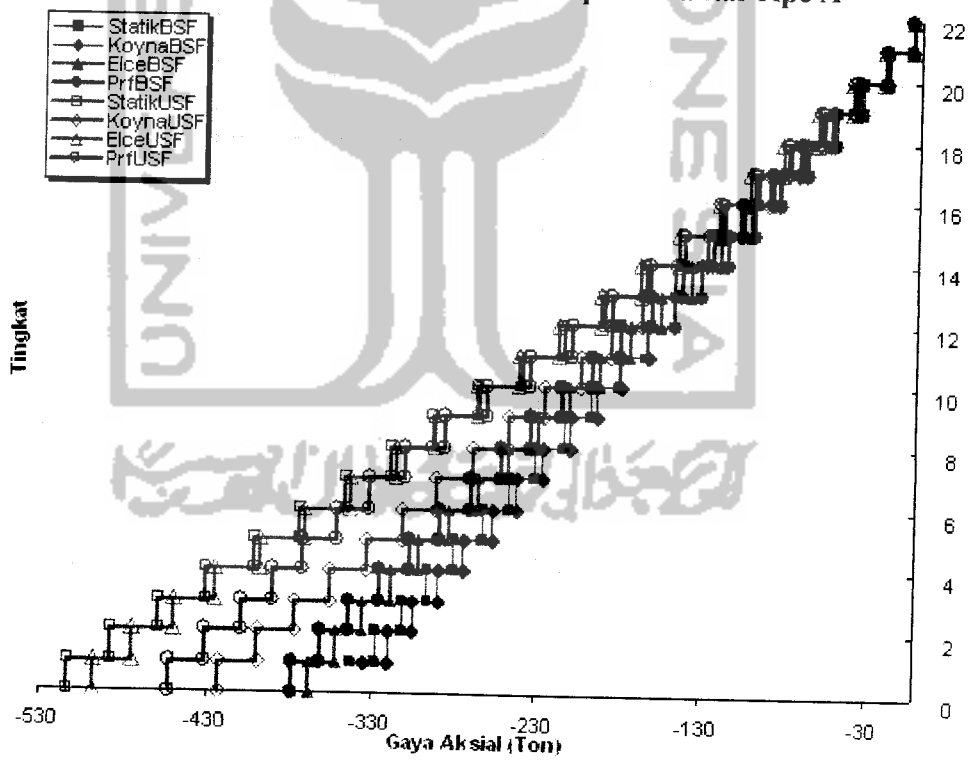
Grafik 6.78 Gaya Aksial Kolom Tepi 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.79 Gaya Aksial Kolom Tepi 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.80 Gaya Aksial Kolom Tepi 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.81 Gaya Aksial Kolom Tepi 22 Lantai Tipe B

Pembahasan Momen, Gaya Geser dan Gaya Aksial Kolom

1. Momen dan gaya geser kolom yang terjadi semakin besar pada variasi bangunan yang lebih tinggi baik akibat gaya gempa statik maupun gaya gempa dinamik.
2. Pada struktur *unbraced steel frame* (USF), semakin banyak portal suatu struktur momen dan gaya geser kolom maksimum yang terjadi akibat beban statik dan dinamik akan semakin kecil, hal ini disebabkan karena semakin banyak portal suatu struktur akan semakin kaku, sehingga gaya yang bekerja akan semakin kecil.
3. Sedangkan pada struktur *braced steel frame* (BSF) momen dan gaya geser kolom relatif reguler, ini menunjukkan bahwa pada struktur *braced steel frame* (BSF) kedekatan frekuensi gempa dengan bangunan dan jumlah portal tidak berpengaruh banyak terhadap pola momen dan gaya geser kolom.
4. Besarnya gaya aksial kolom akibat beban statik dan dinamik akan semakin besar pada variasi bangunan yang lebih tinggi baik *unbraced steel frame* (USF) maupun *braced steel frame* (BSF), tipe A maupun tipe B.
5. Besarnya gaya aksial kolom tengah (portal dengan *bracing*) pada struktur *braced steel frame* (BSF) lebih besar dibandingkan dengan struktur *unbraced steel frame* (USF) kolom tengah. Hal ini disebabkan karena gaya aksial *bracing* menambah gaya aksial kolom yang terjadi. Sebaliknya gaya aksial pada kolom tepi struktur *unbraced steel frame* (USF) lebih besar dibandingkan dengan struktur *braced steel frame* (BSF) kolom tepi.

6.2 Berat Struktur dan Efisiensi Berat Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) terhadap Struktur *Braced Steel Frame* (BSF)

Dalam membandingkan berat struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) terhadap Struktur *Braced Steel Frame* (BSF) sampel yang diambil adalah 14 Lantai dengan variasi jumlah portal : 6 portal (tipe A), 8 portal (tipe B) dan 10 portal (tipe C) Perbandingan berat struktur hanya berupa perbandingan berat balok dan kolom saja, sehingga akan terlihat efisiensi penggunaan pengaku lokal (*locally braced*) . Untuk perhitungan berat baut sambungan, pelat sambungan, baut sambungan, *panel zone* dan pelat dasar kolom diabaikan (dianggap sama).

Tabel 6.1 Berat Balok, Bracing dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe A

Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing(Kg)
14	12767.811	16381.045	14	12767.811	12734.916	2343.306481
13	17164.093	25105.979	13	15571.722	15175.775	3065.558172
12	17164.093	25105.979	12	15571.722	15175.775	3065.558172
11	17164.093	25105.979	11	15571.722	15441.086	3065.558172
10	20262.924	35748.729	10	16357.045	21361.308	3723.60822
9	20262.924	35748.729	9	16357.045	21361.308	3723.60822
8	20262.924	35748.729	8	16357.045	21361.308	3723.60822
7	20262.924	35748.729	7	16357.045	21361.308	3723.60822
6	20262.924	35748.729	6	16357.045	21361.308	3723.60822
5	21557.636	51394.484	5	16972.561	26174.802	4526.110099
4	21557.636	51394.484	4	16972.561	26174.802	4526.110099
3	21557.636	51394.484	3	16972.561	26174.802	4526.110099
2	21557.636	51394.484	2	16972.561	26174.802	4526.110099
1	21557.636	51394.484	1	16972.561	26174.802	4526.110099
Total	273362.891	527415.049	Total	226131.006	296208.100	52788.5726
Total Balok + Kolom =	800777.940		Total Balok + Kolom+ Bracing =			575127.679

a. *Unbraced Steel Frame* (USF)

b. *Braced Steel Frame* (BSF)

Tabel 6.2 Berat Balok, Bracing dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe B

Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing(Kg)
14	17660.1401	20679.08005	14	17660.1401	18382.24549	3367.840962
13	23617.96854	26591.71749	13	20943.63477	20269.74392	4123.446005
12	23617.96854	26591.71749	12	20943.63477	20269.74392	4123.446005
11	23617.96854	26591.71749	11	20943.63477	20269.74392	4123.446005
10	26016.37847	36051.94256	10	21962.43204	24886.14949	6088.017111
9	26016.37847	36051.94256	9	21962.43204	24886.14949	6088.017111
8	26016.37847	36051.94256	8	21962.43204	24886.14949	6088.017111
7	26016.37847	36051.94256	7	21962.43204	24886.14949	6088.017111
6	26016.37847	36051.94256	6	21962.43204	24886.14949	6088.017111
5	27523.3449	51773.49968	5	22705.29558	29494.97664	7620.817252
4	27523.3449	51773.49968	4	22705.29558	29494.97664	7620.817252
3	27523.3449	51773.49968	3	22705.29558	29494.97664	7620.817252
2	27523.3449	51773.49968	2	22705.29558	29494.97664	7620.817252
1	27523.3449	51773.49968	1	22705.29558	29494.97664	7620.817252
Total	356212.663	539581.444	Total	303829.683	351097.108	84282.35079
Total Balok + Kolom =			Total Balok + Kolom+ Bracing =			739209.141

a. Unbraced Steel Frame (USF)

b. Braced Steel Frame (BSF)

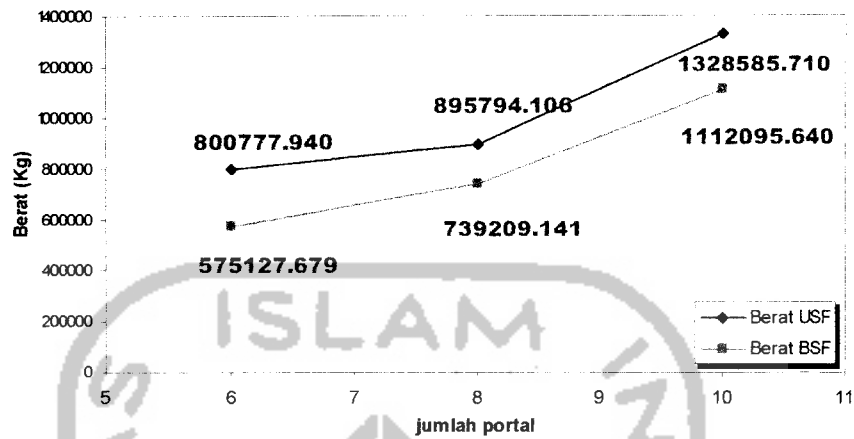
Tabel 6.3 Berat Balok, Bracing dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe C

Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	Lantai	W Balok dan Balok Anak (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing(Kg)
14	22860.229	28926.454	14	22552.469	25682.083	1877.853899
13	30071.844	43344.199	13	27383.864	49332.640	2503.806857
12	30071.844	43344.199	12	27383.864	49332.640	2503.806857
11	30071.844	43344.199	11	27383.864	49332.640	2503.806857
10	32003.307	59990.551	10	28636.136	42351.178	3386.558924
9	32003.307	59990.551	9	28636.136	42351.178	3386.558924
8	32003.307	59990.551	8	28636.136	42351.178	3386.558924
7	32003.307	59990.551	7	28636.136	42351.178	3386.558924
6	32003.307	59990.551	6	28636.136	42351.178	3386.558924
5	33658.847	85657.474	5	29506.346	56458.131	4526.110099
4	33658.847	85657.474	4	29506.346	56458.131	4526.110099
3	33658.847	85657.474	3	29506.346	56458.131	4526.110099
2	33658.847	85657.474	2	29506.346	56458.131	4526.110099
1	33658.847	85657.474	1	29506.346	56458.131	4526.110099
Total	441386.533	887199.177	Total	395416.470	667726.550	48952.61959
Total Balok + Kolom =			Total Balok + Kolom+ Bracing =			1112095.640

a. Unbraced Steel Frame (USF)

b. Braced Steel Frame (BSF)

Dari perbandingan berat struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) dan Struktur *Braced Steel Frame* (BSF) dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :



Gambar 6.82 Grafik Hubungan Berat Struktur USF dan BSF

Efisiensi Berat Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) terhadap Struktur *Braced Steel Frame* (BSF) dapat dihitung sebagai berikut :

Tipe A (6 portal) :

$$Eff A = \frac{W_{totUSF.A} - W_{totBSF.A}}{W_{totUSF.A}} \times 100\%$$

$$Eff A = \frac{800777,940 - 575127,679}{800777,940} \times 100\% = 28,18\%$$

Tipe B (8 portal)

$$Eff B = \frac{W_{totUSF.B} - W_{totBSF.B}}{W_{totUSF.B}} \times 100\%$$

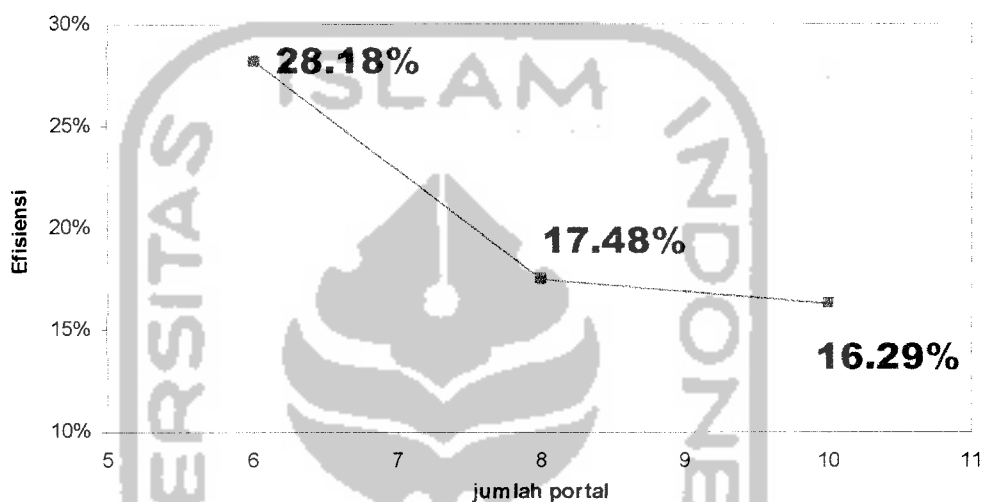
$$Eff B = \frac{895794,106 - 739209,141}{895794,106} \times 100\% = 17,48\%$$

Tipe C (10 portal)

$$Eff C = \frac{W_{totUSF.C} - W_{totBSF.C}}{W_{totUSF.C}} \times 100\%$$

$$Eff C = \frac{1328585,710 - 1112095,640}{1328585,020} \times 100\% = 16,29\%$$

Sehingga efisiensi struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) terhadap struktur *Braced Steel Frame* (BSF) dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :



Gambar 6.83 Grafik Efisiensi Berat Struktur USF Terhadap BSF

Dari hasil perbandingan nilai efisiensi berat struktur diatas, diperoleh hasil bahwa efisiensi struktur bangunan tipe A > tipe B > tipe C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak portal *open frame* yang ditahan struktur *braced frame* keadaan struktur semakin fleksibel dan perilakunya akan semakin mendekati struktur *open frame* (struktur tanpa pengaku). Dan sebaliknya semakin sedikit portal *open frame* yang ditahan struktur *braced frame* keadaan struktur semakin kaku, hal ini mengakibatkan profil kolom yang dipakai semakin kecil

sehingga portal berpengaku (*braced steel frame*) akan efisien pada saat menahan portal *open frame* yang lebih sedikit.

6.3 Perbandingan Hasil Disain Yang Menggunakan DMF Usulan dan Pauley.

Dalam penelitian ini menggunakan DMF usulan hasil RESEARCH GRANT, sehingga untuk membuktikan tingkat keefektifan DMF usulan hasil RESEARCH GRANT maka akan dibandingkan dengan DMF yang digunakan pada struktur beton / DMF Pauley.

6.3.1 Berat Struktur

Perbandingan berat struktur yang diambil adalah perbandingan antara berat balok dan kolom hasil disain dengan menggunakan DMF usulan dengan disain menggunakan DMF Pauley.

a. Efisiensi Berat Struktur BSF Pauley Terhadap BSF Usulan

Tabel 6.4 Berat Balok dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe A BSF

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)
14	12767.811	12734.916	2343.306481
13	15571.722	15441.086	3065.558172
12	15571.722	15441.086	3065.558172
11	15571.722	15441.086	3065.558172
10	16357.045	22528.675	3723.60822
9	16357.045	22528.675	3723.60822
8	16357.045	22528.675	3723.60822
7	16357.045	22528.675	3723.60822
6	16357.045	22528.675	3723.60822
5	16972.561	28501.957	4526.110099
4	16972.561	28501.957	4526.110099
3	16972.561	28501.957	4526.110099
2	16972.561	28501.957	4526.110099
1	16972.561	28501.957	4526.110099
Total	226131.006	314211.333	52788.5726
Total Balok +Bracing + Kolom =			593130.911

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)
14	12767.811	12734.916	2343.306481
13	15571.722	15175.775	3065.558172
12	15571.722	15175.775	3065.558172
11	15571.722	15441.086	3065.558172
10	16357.045	21361.308	3723.60822
9	16357.045	21361.308	3723.60822
8	16357.045	21361.308	3723.60822
7	16357.045	21361.308	3723.60822
6	16357.045	21361.308	3723.60822
5	16972.561	26174.802	4526.110099
4	16972.561	26174.802	4526.110099
3	16972.561	26174.802	4526.110099
2	16972.561	26174.802	4526.110099
1	16972.561	26174.802	4526.110099
Total	226131.006	296208.100	52788.5726
Total Balok +Bracing + Kolom =			575127.679

a. *Braced Steel Frame* (BSF) Pauley

b. *Braced Steel Frame* (BSF) Usulan

Tabel 6.5 Berat Balok dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe B BSF

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)
14	17660.140	18382.245	3367.840962
13	20943.635	20269.744	4123.446005
12	20943.635	20269.744	4123.446005
11	20943.635	20269.744	4123.446005
10	21962.432	24886.149	6088.017111
9	21962.432	24886.149	6088.017111
8	21962.432	24886.149	6088.017111
7	21962.432	24886.149	6088.017111
6	21962.432	24886.149	6088.017111
5	23705.296	30169.624	7620.817252
4	23705.296	30169.624	7620.817252
3	23705.296	30169.624	7620.817252
2	23705.296	30169.624	7620.817252
1	23705.296	30169.624	7620.817252
Total	308829.683	354470.342	84282.35079
Total Balok + Bracing + Kolom =			747582.376

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)
14	17660.1401	18382.24549	3367.840962
13	20943.63477	20269.74392	4123.446005
12	20943.63477	20269.74392	4123.446005
11	20943.63477	20269.74392	4123.446005
10	21962.43204	24886.14949	6088.017111
9	21962.43204	24886.14949	6088.017111
8	21962.43204	24886.14949	6088.017111
7	21962.43204	24886.14949	6088.017111
6	21962.43204	24886.14949	6088.017111
5	22705.29558	29494.97664	7620.817252
4	22705.29558	29494.97664	7620.817252
3	22705.29558	29494.97664	7620.817252
2	22705.29558	29494.97664	7620.817252
1	22705.29558	29494.97664	7620.817252
Total	303829.683	351097.108	84282.35079
Total Balok + Bracing + Kolom =			739209.141

a. *Braced Steel Frame* (BSF) Pauley b. *Braced Steel Frame* (BSF) Usulan

Efisiensi Berat Struktur *Braced Steel Frame* (BSF) Pauley terhadap Struktur

Braced Steel Frame (BSF) Usulan dapat dihitung sebagai berikut :

Tipe A (6 portal) :

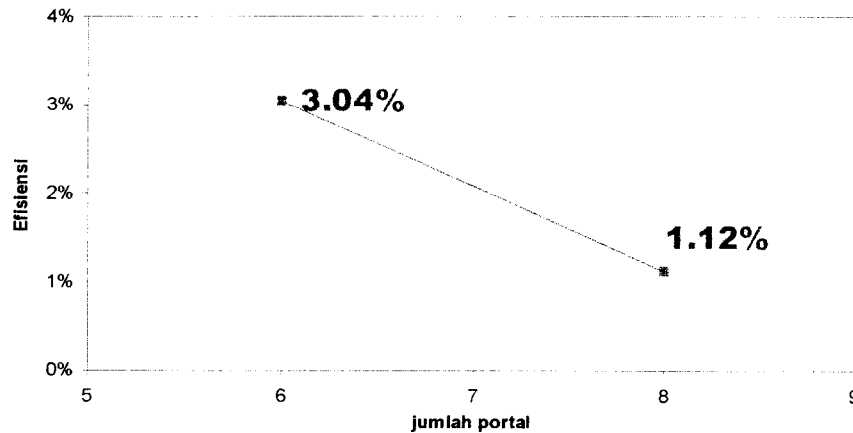
$$Eff A = \frac{W_{totBSF, PauleyA} - W_{totBSF, UsulanA}}{W_{totBSF, PauleyA}} \times 100\%$$

$$Eff A = \frac{593130,911 - 575127,679}{593130,911} \times 100\% = 3,04\%$$

Tipe B (8 portal) :

$$Eff B = \frac{W_{totBSF, PauleyB} - W_{totBSF, UsulanB}}{W_{totBSF, PauleyB}} \times 100\%$$

$$Eff B = \frac{745127,679 - 739209,141}{747582,376} \times 100\% = 1,12\%$$



Gambar 6.84 Grafik Efisiensi Berat Str BSF Pauley Terhadap BSF Usulan

b. Efisiensi Berat Struktur USF Pauley Terhadap USF Usulan

Tabel 6.6 Berat Balok dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe A USF

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)
14	12767.811	16600.873	14	12767.811	16381.045
13	17164.093	30268.168	13	17164.093	25105.979
12	17164.093	30268.168	12	17164.093	25105.979
11	17164.093	30268.168	11	17164.093	25105.979
10	20262.924	43609.509	10	20262.924	35748.729
9	20262.924	43609.509	9	20262.924	35748.729
8	20262.924	43609.509	8	20262.924	35748.729
7	20262.924	43609.509	7	20262.924	35748.729
6	20262.924	43609.509	6	20262.924	35748.729
5	21557.636	58898.989	5	21557.636	51394.484
4	21557.636	58898.989	4	21557.636	51394.484
3	21557.636	58898.989	3	21557.636	51394.484
2	21557.636	58898.989	2	21557.636	51394.484
1	21557.636	58898.989	1	21557.636	51394.484
Total	273362.891	619947.864	Total	273362.891	527415.049
Total Balok + Kolom =		893310.755	Total Balok + Kolom =		800777.940

a. Unbraced Steel Frame (USF) Pauley b. Unbraced Steel Frame (USF) Usulan

Tabel 6.7 Berat Balok dan Kolom Struktur 14 Lantai Tipe B USF

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)
14	18597.575	21763.063	14	18597.575	20679.08005
13	23274.613	33444.316	13	23274.613	26591.71749
12	23274.613	33444.316	12	23274.613	26591.71749
11	23274.613	33444.316	11	23274.613	26591.71749
10	25380.518	42047.966	10	25380.518	36051.94256
9	25380.518	42047.966	9	25380.518	36051.94256
8	25380.518	42047.966	8	25380.518	36051.94256
7	25380.518	42047.966	7	25380.518	36051.94256
6	25380.518	42047.966	6	25380.518	36051.94256
5	28524.231	58815.604	5	28524.231	51773.49968
4	28524.231	58815.604	4	28524.231	51773.49968
3	28524.231	58815.604	3	28524.231	51773.49968
2	28524.231	58815.604	2	28524.231	51773.49968
1	28524.231	58815.604	1	28524.231	51773.49968
Total	357945.160	626413.861	Total	357945.160	539581.444
Total Balok + Kolom =		984359.020	Total Balok + Kolom =		897526.604

a. Unbraced Steel Frame (USF) Pauley b. Unbraced Steel Frame (USF) Usulan

Efisiensi Berat Struktur Unbraced Steel Frame (USF) Pauley terhadap Struktur Unbraced Steel Frame (USF) Usulan dapat dihitung sebagai berikut :

Tipe A (6 portal) :

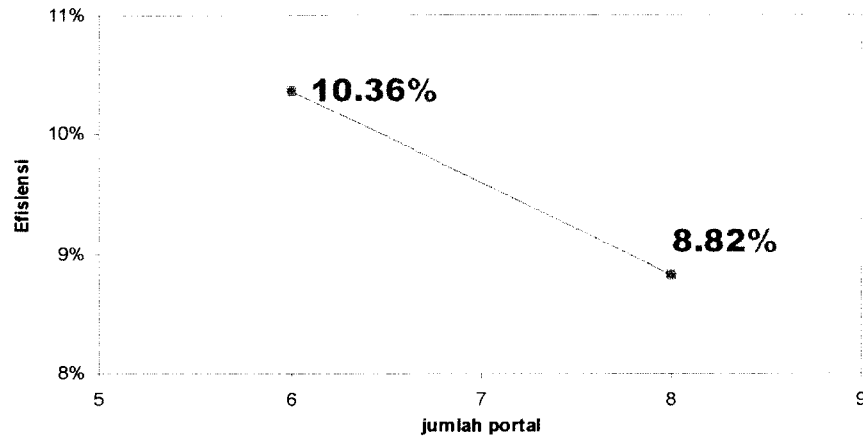
$$Eff A = \frac{W_{totUSF, PauleyA} \sim W_{totUSF, UsulanA}}{W_{totUSF, PauleyA}} \times 100\%$$

$$Eff A = \frac{893310,755 \sim 800777,940}{893310,755} \times 100\% = 10,36\%$$

Tipe B (8 portal) :

$$Eff B = \frac{W_{totUSF, PauleyB} \sim W_{totUSF, UsulanB}}{W_{totUSF, PauleyB}} \times 100\%$$

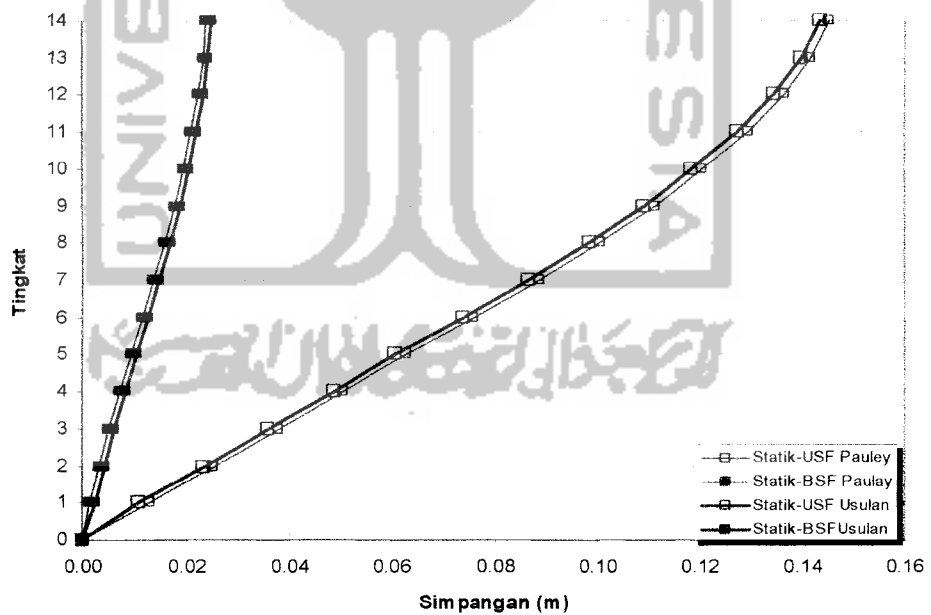
$$Eff B = \frac{984359,020 \sim 897526,604}{984359,020} \times 100\% = 8,82\%$$



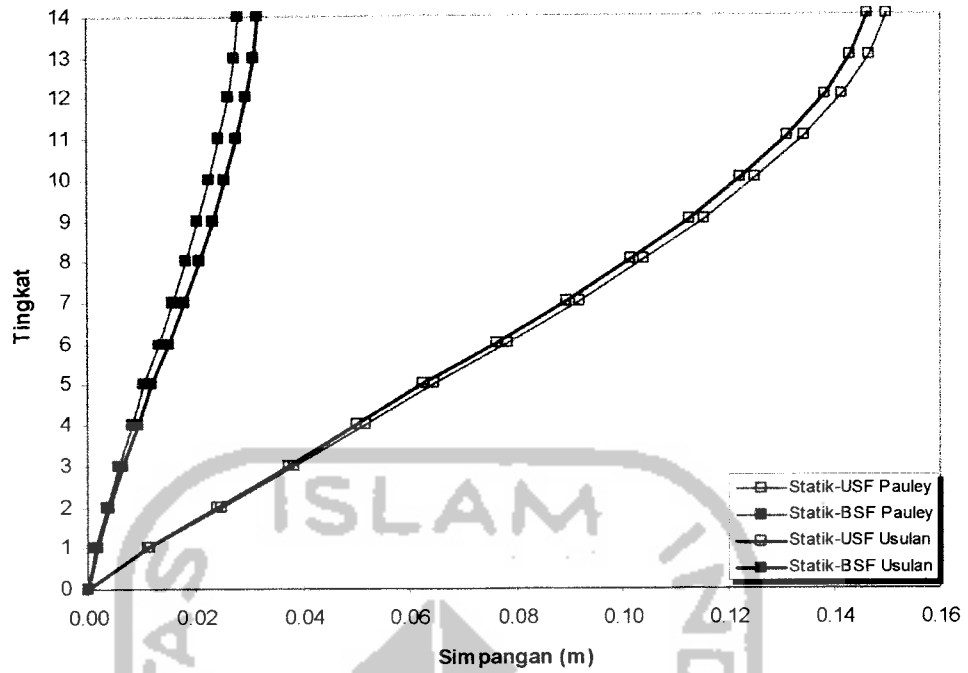
Gambar 6.85 Grafik Efisiensi Berat Str USF Pauley Terhadap USF Usulan

6.3.2 Perbandingan Respon Struktur

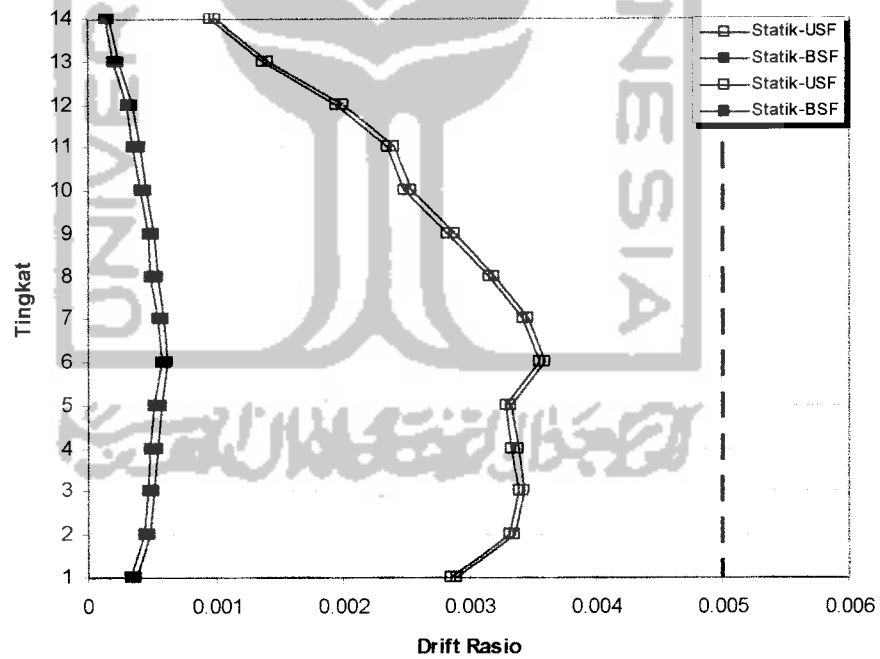
Respon Struktur yang digunakan yaitu, simpangan total struktur dan simpangan antar tingkat struktur yang didisain dengan DMF usulan dengan struktur dengan DMF Paulay yang dapat dilihat pada gambar 6.86- s/d gambar 6.88 berikut ini :



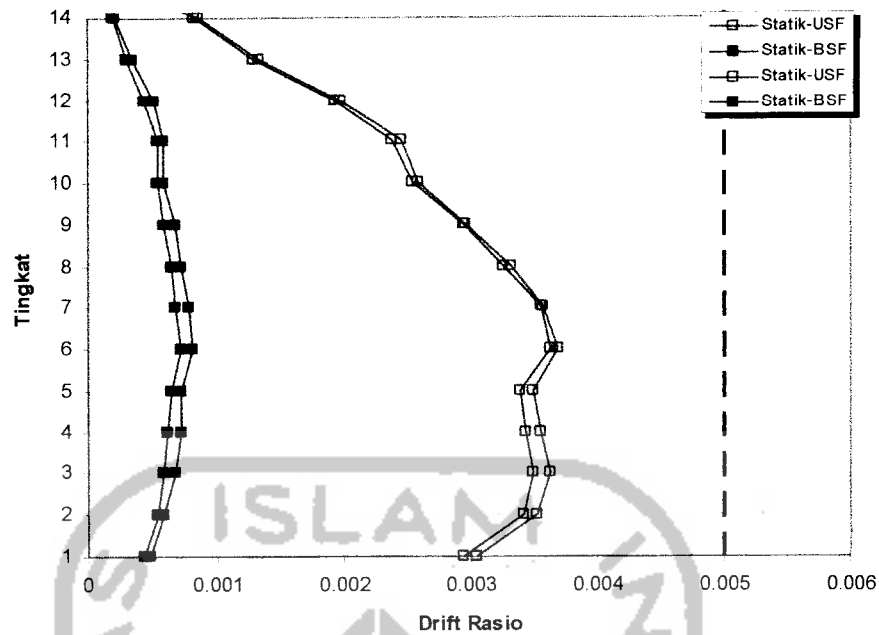
Gambar 6.86 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe A



Gambar 6.86 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe B



Gambar 6.87 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe A



Gambar 6.88 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe B

Dari hasil perbandingan disain yang menggunakan DMF Usulan dengan DMF Pauley maka dapat disimpulkan :

- Berat struktur hasil disain yang menggunakan DMF Pauley lebih besar dari pada DMF Usulan. Sehingga struktur yang didisain dengan menggunakan DMF usulan lebih efisien dari pada DMF Pauley sebanyak 3,33% (BSF Tipe A), 1,26%(BSF Tipe B), 10,36%(USF Tipe A) dan 8,82%(USF Tipe B).
- Simpangan yang didisain dengan menggunakan DMF Usulan dan DMF Pauley sudah memenuhi batas layan yaitu lebih kecil dari 0.005h. Perbandingan simpangan total dan simpangan antar tingkat dengan disain yang menggunakan DMF Pauley maupun DMF usulan tidak begitu jauh, sehingga penggunaan DMF usulan tidak berpengaruh banyak pada respon struktur yang terjadi apabila dibandingkan dengan disain yang menggunakan DMF Pauley.