

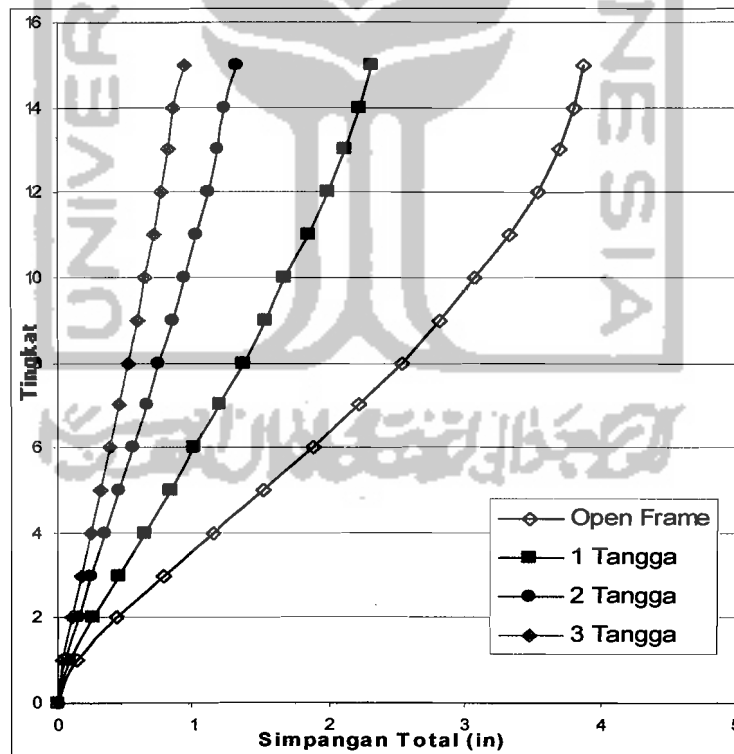
BAB VI

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Analisis

6.1.1 Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa

Hasil dari desain yang telah dilakukan yaitu analisis struktur menggunakan tangga dan tanpa tangga didapatkan nilai *displacement* yang dapat dilihat pada grafik 6.1.



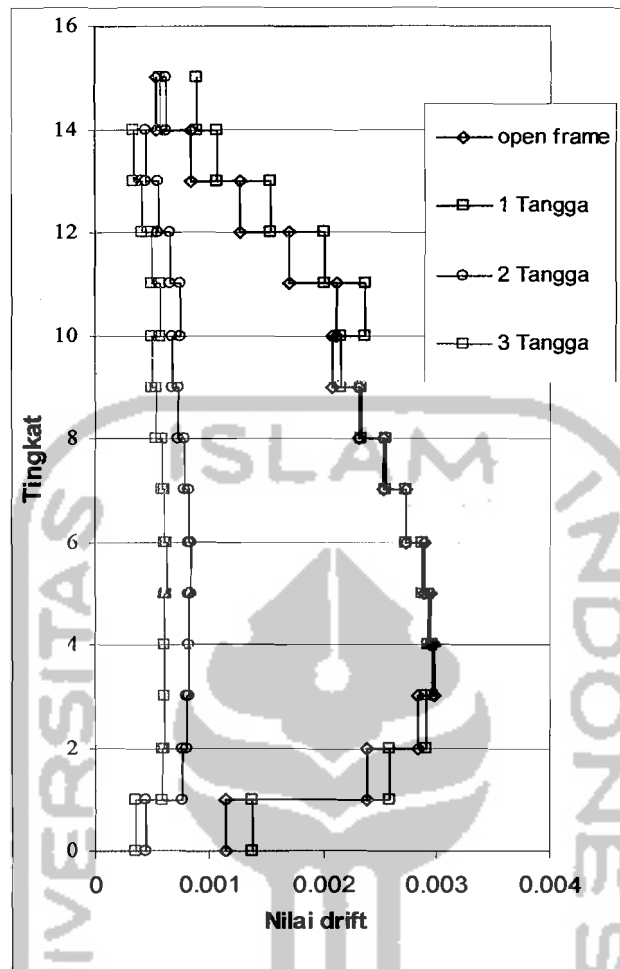
Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 15 Lantai

Pembahasan

1. Struktur dengan menggunakan tangga mempunyai simpangan total struktur yang lebih kecil daripada *open frame* (tanpa tangga). Hal ini disebabkan struktur dengan menggunakan tangga akan menambah kekakuan, sehingga peran tangga akan berguna dalam menahan gaya gempa.
2. Penambahan nilai simpangan total struktur pada struktur yang menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga disetiap variasi tingkat, hal ini dikarenakan struktur tanpa tangga kekakuannya lebih kecil daripada struktur dengan menggunakan tangga.
3. Simpangan total struktur akan semakin kecil jika mempunyai kekakuan yang tinggi.

6.1.2 Simpangan Antar Tingkat (*Inter Story Drift Ratio*)

Simpangan antar tingkat merupakan selisih simpangan total yang terjadi pada lantai tersebut dengan simpangan pada lantai sebelumnya. Simpangan struktur akan mempengaruhi besarnya simpangan antar tingkat (*Interstory drift ratio*). Grafik simpangan antar tingkat akibat beban gempa statik ekuivalen dapat dilihat pada grafik 6.2.



Grafik 6.2 Simpanan Antar Tingkat (*Interstory Drift*)

Pembahasan

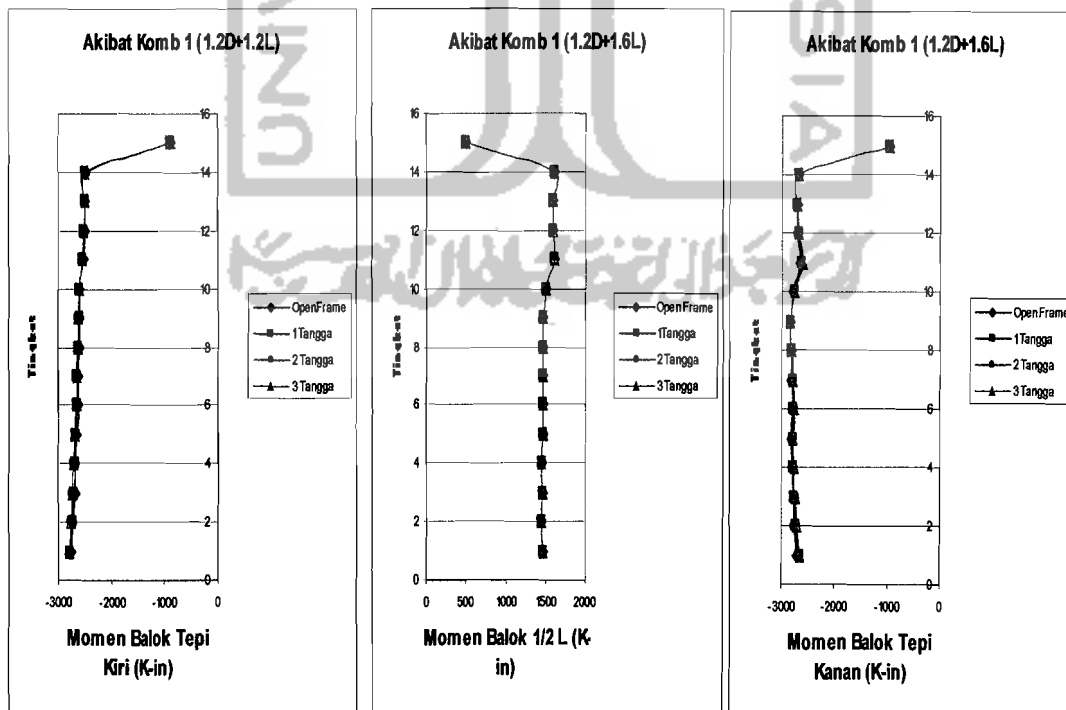
1. Pada struktur tanpa tangga hasil simpangan antar tingkat yang terjadi lebih besar dari struktur yang menggunakan tangga.
2. Simpangan antar tingkat yang terjadi antara struktur tanpa tangga dengan struktur satu tangga tidak begitu signifikan, namun jika dibandingkan dengan struktur dua tangga dan tiga tangga maka simpangan tingkat yang terjadi lebih kecil. Hal ini dikarenakan tangga memberikan kekangan yang lebih besar.

3. *Interstory* yang terjadi pada struktur yang menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini dikarenakan besar kecilnya nilai *interstory drift* yang terjadi sangat dipengaruhi oleh besarnya kekakuan tingkat pada struktur, dari analisis terlihat struktur tangga mempunyai kekakuan yang lebih besar daripada struktur tanpa tangga.

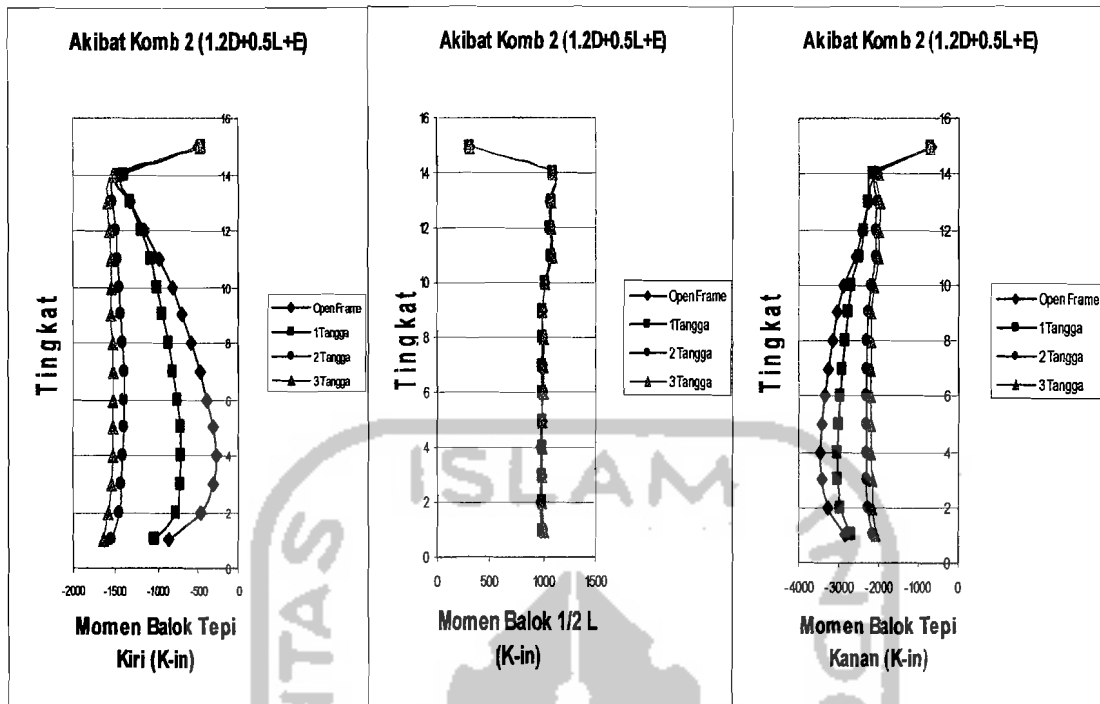
6.2 Momen dan Geser Balok

6.2.1 Momen Balok

Beban-beban yang bekerja pada struktur, yang meliputi beban grafitasi dan beban gempa akan mempengaruhi besarnya respon struktur berupa momen dan geser. Berdasarkan hasil analisa ternyata momen balok yang terjadi menunjukkan pola yang hampir sama. Besarnya momen balok dapat dilihat pada grafik 6.3 dan 6.4.



Grafik 6.3 Momen Balok Gravitasi



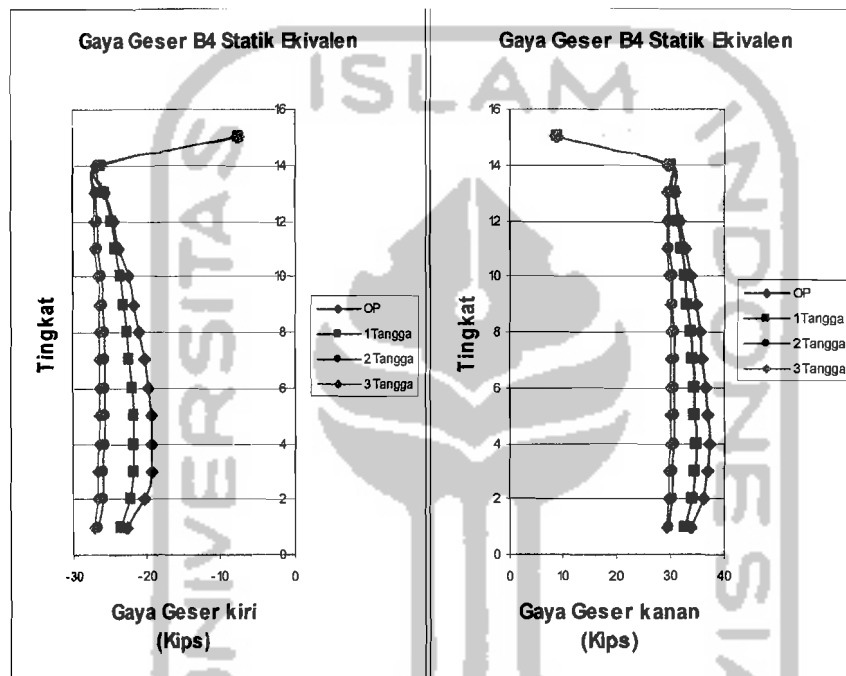
Grafik 6.4 Momen Balok Gravitasi + Gempa

Pembahasan

1. Terlihat bahwa momen balok pada daerah tumpuan berbentuk cembung sedangkan momen balok lapangan berbentuk hampir linier. Hal tersebut terjadi karena pengaruh beban gempa pada struktur.
2. Momen balok yang terjadi pada struktur menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan tangga akan lebih efektif karena momen balok yang terjadi lebih kecil.
3. Momen balok maksimum terjadi pada lantai – lantai bawah, momen maksimum tidak terjadi pada lantai 15 karena lantai 15 merupakan pelat atap sehingga bebannya lebih kecil daripada pelat lantai. Hal itu disebabkan oleh beban gempa yang terjadi pada struktur.

6.2.2 Gaya Geser

Besarnya gaya geser yang terjadi tergantung dari besarnya nilai momen, sehingga pola yang dihasilkan dari momen balok akan cenderung sama untuk gaya gesernya. Besarnya gaya geser balok pada struktur menggunakan tangga dan tanpa tangga dapat dilihat pada gambar 6.5.



Grafik 6.5 Geser Balok

Pembahasan

1. Dari grafik terlihat bahwa gaya geser balok pada daerah tumpuan mempunyai pola yang hampir sama. Hal tersebut terjadi karena pengaruh beban gempa pada struktur.
2. Gaya geser balok yang terjadi pada struktur menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan tangga dapat menambah kekakuan sehingga memperkecil geser balok.

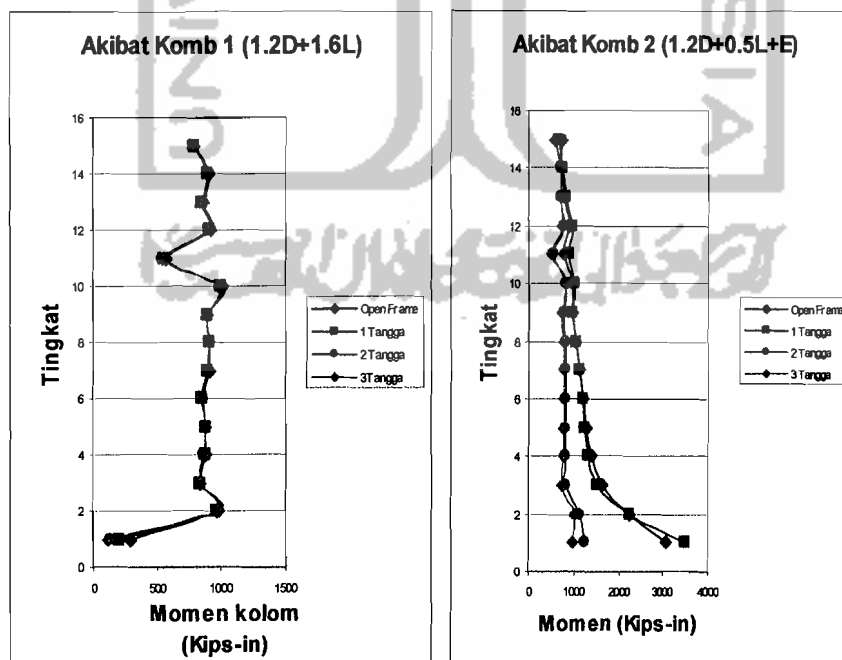
3. Gaya geser balok pada struktur tanpa tangga lebih besar, hal ini disebabkan oleh beban gempa statik, sedangkan struktur dengan menggunakan tangga akan menambah kekakuan struktur yang menyebabkan pengaruh gempa lebih kecil.

6.3 Momen, Gaya Geser, dan Aksial Kolom

Besarnya respon struktur yang terjadi pada balok, akan berimplikasi pada respon yang terjadi pada kolom. Besarnya momen, gaya geser, dan gaya aksial kolom dapat dilihat pada grafik 6.6 sampai dengan 6.9.

6.3.1 Momen Kolom

Momen kolom merupakan momen kolom hasil dari analisa struktur. Momen kolom yang terjadi akibat beban gravitasi serta momen kolom akibat beban gravitasi dan beban gempa dapat dilihat pada grafik 6.6.



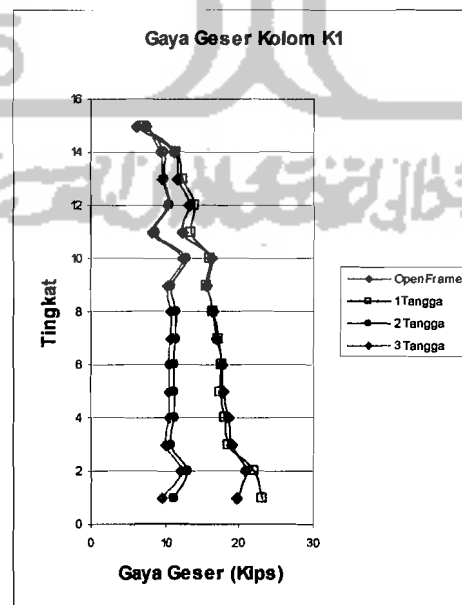
Grafik 6.6 Momen Kolom

Pembahasan

1. Momen kolom yang terjadi akibat beban gravitasi tidak terlalu signifikan.
2. Momen akibat beban gravitasi dan beban gempa yang terjadi struktur tanpa tangga lebih besar, sedangkan struktur dengan menggunakan tangga momen yang terjadi jauh lebih kecil. Hal ini dikarenakan dengan adanya tangga yang dapat menambah kekakuan sehingga dapat memperkecil momen kolom.
3. Momen kolom yang terjadi mempunyai perilaku hampir sama, sedangkan momen kolom akibat beban gempa statik momen kolom struktur yang menggunakan tangga lebih kecil. Hal ini disebabkan oleh besarnya momen balok yang dapat mempengaruhi besarnya momen pada kolom.

6.3.2 Gaya Geser Kolom

Pola gaya geser yang terjadi akibat beban gravitasi dan beban gempa memiliki pola yang hampir sama. Besarnya gaya geser yang terjadi dapat dilihat pada grafik 6.7.



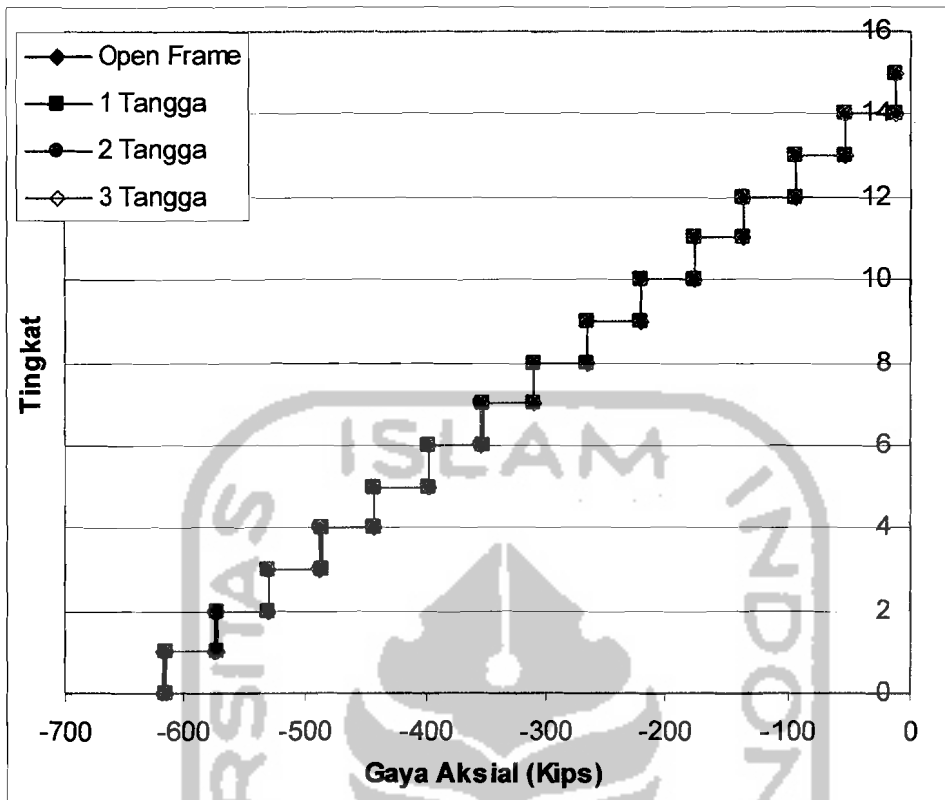
Grafik 6.7 Gaya Geser Kolom

Pembahasan

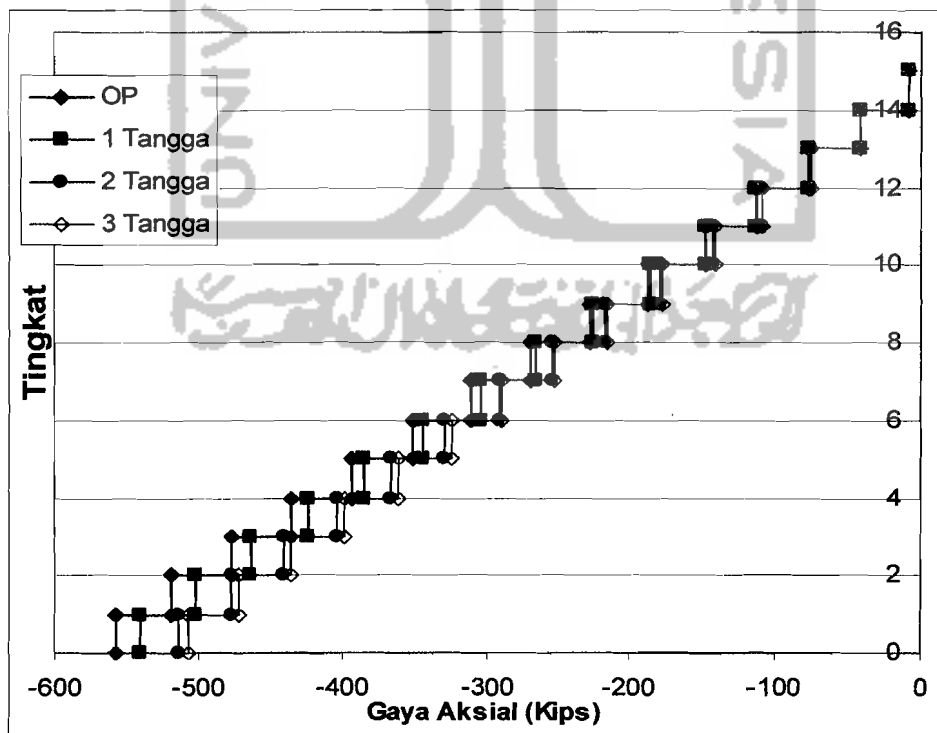
1. Gaya geser akibat beban gravitasi dan beban gempa yang terjadi antara *open frame* (tanpa tangga) dengan menggunakan satu tangga tidak begitu signifikan, namun jika dengan menggunakan dua tangga dan tiga tangga gaya geser yang terjadi jauh lebih kecil. Hal ini dikarenakan dengan adanya tangga yang dapat menambah kekakuan sehingga dapat memperkecil geser kolom.
2. Pada struktur satu tangga mempunyai gaya geser hampir sama dengan struktur tanpa tangga, hal ini disebabkan kekakuan tangga kurang begitu berpengaruh bagi gaya geser kolom K1.
3. Gaya geser pada kolom dimana menggunakan dua tangga dan tiga tangga mempunyai gaya geser yang lebih kecil, hal ini terjadi karena penempatan tangga yang efektif.

6.3.3 Gaya Aksial Kolom

Gaya aksial kolom merupakan gaya aksial yang dihasilkan dari analisa struktur, dimana gaya yang arah kerjanya searah dengan garis netralnya. Semakin kebawah nilai gaya aksial kolom akan semakin besar. Hal ini terjadi karena gaya aksial paling bawah merupakan penjumlahan dari gaya aksial kolom – kolom yang berada di atasnya. Gaya aksial yang terjadi dapat dilihat pada grafik 6.8 dan 6.9. Grafik 6.8 merupakan gaya aksial kolom akibat beban gravitasi, sedangkan grafik 6.9 merupakan gaya aksial akibat beban gravitasi dan gempa.



Grafik 6.8 Gaya Aksial Akibat Beban gravitasi



Grafik 6.9 Gaya Aksial Akibat Gempa Statik

Pembahasan

1. Nilai gaya aksial kolom pada struktur tanpa tangga lebih besar dari struktur menggunakan tangga. Hal ini disebabkan karena pengaruh kekakuan sehingga gaya aksial kolom semakin kecil.
2. Nilai gaya aksial yang terjadi akibat beban gravitasi tidak begitu signifikan, sedangkan gaya aksial yang terjadi akibat beban gravitasi + beban gempa yang terjadi struktur yang menggunakan tangga sedikit lebih kecil daripada struktur yang tanpa menggunakan tangga. Hal tersebut terjadi dikarenakan struktur dengan menggunakan tangga mempunyai kekakuan yang lebih besar sehingga dapat mempengaruhi besarnya gaya aksial kolom.
3. Pada struktur semakin kebawah nilai gaya aksialnya semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya aksial kolom paling bawah akan menerima gaya aksial dari kolom – kolom lantai di atasnya dengan gaya aksial kolom tersebut.

6.4 Perhitungan Berat Struktur

Dalam hal ini berat struktur merupakan berat balok dan kolom yang diperoleh dari hasil desain struktur (profil yang digunakan tanpa tangga dan pakai tangga adalah sama).

Tabel.6.4.1 Berat Balok B1, B2 dan B3

Lantai	Balok (B1)	Total (kg)	Balok (B2)	Total (kg)	Balok (B3)	Total (kg)
15	W12x26	1397.203	W12x26	463.914	W12x19	2364.449
14	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
13	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
12	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
11	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
10	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
9	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
8	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
7	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
6	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
5	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
4	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
3	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
2	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
1	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
Σ		38837.849		6984.193		72491.407

Tabel 6.4.2 Berat Balok B4, B5 dan B6

Balok (B4)	Total (kg)	Balok (B5)	Total (kg)	Balok (B6)	Total (kg)
W12x45	4766.500	W12x26	1391.743	W12x26	3247.401
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
	87798.171		31446.154		73374.359

Tabel 6.4.3 Berat Kolom K1

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)
15	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
14	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
13	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
12	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
11	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
10	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
9	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
8	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
7	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
6	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
5	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
4	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
3	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
2	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
1	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
Σ		85051.05		85051.05		85051.05		85051.05

Tabel 6.4.4 Berat Kolom K2

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)
15	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
14	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
13	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
12	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
11	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
10	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
9	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
8	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
7	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
6	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
5	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
4	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
3	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
2	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
1	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005

Σ		75424.06		75424.06		75424.06		75424.06
----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------

Tabel 6.4.5 Berat Balok Anak

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)
15	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218
14	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
13	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
12	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
11	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
10	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
9	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
8	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
7	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
6	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
5	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
4	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
3	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
2	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
1	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
Σ		119570.2		119570.2		119570.2		119570.2

Tabel 6.4.6 Berat Struktur Tangga

Lantai	1 Tangga	Berat (kg/m)	2 Tangga	Berat (kg/m)	3 Tangga	Berat (Kg)
14	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
13	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
12	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
11	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
10	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
9	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
8	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
7	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
6	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
5	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
4	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
3	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
2	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
1	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
$\Sigma =$		182523.2		365046.353		547569.529

Tabel 6.4.7 Berat Total Struktur

Lantai	Tanpa Tangga	1 Tangga	2 Tangga	3 Tangga
15	392750.46	465517.84	465517.84	465517.84
14	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06

13	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
12	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
11	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
10	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
9	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
8	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
7	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
6	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
5	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
4	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
3	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
2	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
1	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
$\Sigma =$	13584701.26	16551778.40	16734301.58	16916824.76

