

BAB VII

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah dasar yang mendukung pondasi secara umum bukanlah suatu material yang sangat *rigid*, tetapi mempunyai fleksibilitas, sehingga memungkinkan interaksi antara struktur dan tanah. Apalagi bila lantai dasar struktur hanya terdiri dari lantai tegel diatas tanah atau lantai kerja seadanya. Pada kondisi ini, lantai tingkat dasar tidak mempunyai kemampuan yang cukup untuk berfungsi sebagai jepit, karena antara tanah dan kolom tidak berhubungan secara *rigid*. Tanah tidak mampu menahan tegangan tarik, sehingga apabila kolom bergoyang maka massa tanah disekitar kolom tidak dapat mengikatnya. Dengan demikian sistem penjepitan lateral pada muka tanah juga kurang tepat.

Pembahasan meliputi tinjauan hasil simpangan horizontal struktur *frame-wall*, simpangan antar tingkat *frame-wall*, gaya geser tingkat *frame-wall*, momen pada *frame-wall*, momen pada balok, dan desain balok dan kolom.

7.1 Simpangan Horisontal dan *Interstory Drift* Struktur *Frame-Wall*

Simpangan horisontal dan *intersory drift* struktur *frame-wall* akibat beban gempa akan ditampilkan oleh Tabel 7.1 sampai Tabel 7.6 dan diperjelas dengan Gambar 7.1 sampai Gambar 7.9 merupakan simpangan horisontal dan *interstory drift* arah Y dan arah X pada struktur *frame-wall* untuk 6 tingkat, 12 tingkat dan

18 tingkat. Tabel simpangan horisontal dan *intersory drift* arah X ditampilkan pada lampiran dari tugas akhir ini.

Tabel 7.1 Simpangan horizontal (dy) pada struktur 6 tingkat

Tingkat	Simpangan horz. <i>shear wall</i> A-2 (cm)				Simpangan horz. kolom C-2 (cm)			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.433	0.718	1.141	1.642	0.965	1.098	1.655	2.733
2	0.977	1.344	1.912	2.616	1.781	1.944	2.523	3.603
3	1.560	1.953	2.588	3.407	2.514	2.693	3.251	4.258
4	2.104	2.497	3.159	4.040	3.114	3.302	3.840	4.784
5	2.571	2.955	3.625	4.541	3.533	3.726	4.249	5.154
6	2.961	3.335	4.008	4.948	3.750	3.946	4.463	5.349

Tabel 7.2 Simpangan horizontal (dy) pada struktur 12 tingkat

Tingkat	Simpangan horz. <i>shear wall</i> A-2 (cm)				Simpangan horz. kolom C-2 (cm)			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.445	0.906	1.173	1.352	0.874	1.070	1.626	2.455
2	0.971	1.626	2.009	2.275	1.711	1.983	2.552	3.356
3	1.602	2.362	2.816	3.139	2.562	2.885	3.412	4.117
4	2.296	3.103	3.592	3.949	3.406	3.763	4.244	4.853
5	3.022	3.835	4.337	4.709	4.230	4.605	5.043	5.571
6	3.755	4.550	5.047	5.423	5.025	5.403	5.803	6.262
7	4.482	5.244	5.726	6.096	5.889	6.259	6.617	7.010
8	5.185	5.906	6.367	6.727	6.710	7.064	7.383	7.719
9	5.851	6.528	6.966	7.312	7.424	7.758	8.043	8.334
10	6.473	7.107	7.522	7.853	7.998	8.314	8.573	8.828
11	7.055	7.648	8.040	8.357	8.406	8.710	8.950	9.181
12	7.604	8.159	8.530	8.833	8.643	8.942	9.172	9.390

Tabel 7.3 Simpangan horizontal (d_y) pada struktur 18 tingkat

Tingkat	Simpangan horz. <i>shear wall</i> A-2 (cm)				Simpangan horz. kolom C-2 (cm)			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.406	0.828	1.124	1.340	0.641	0.893	1.513	2.389
2	0.841	1.491	1.947	2.287	1.301	1.701	2.413	3.349
3	1.366	2.189	2.771	3.214	2.001	2.530	3.276	4.186
4	1.963	2.917	3.600	4.127	2.723	3.370	4.141	5.020
5	2.617	3.672	4.436	5.035	3.462	4.214	5.012	5.871
6	3.317	4.450	5.280	5.939	4.218	5.062	5.890	6.739
7	4.041	5.232	6.113	6.821	5.073	6.006	6.867	7.716
8	4.820	6.067	6.996	7.752	5.967	6.981	7.876	8.730
9	5.600	6.889	7.858	8.653	6.857	7.941	8.868	9.732
10	6.388	7.713	8.716	9.546	7.729	8.874	9.831	10.707
11	7.176	8.532	9.565	10.427	8.578	9.773	10.758	11.649
12	7.958	9.343	10.403	11.294	9.398	10.639	11.649	12.554
13	8.733	10.144	11.230	12.147	10.285	11.568	12.604	13.525
14	9.494	10.931	12.041	12.983	11.149	12.471	13.531	14.468
15	10.240	11.700	12.833	13.800	11.945	13.299	14.380	15.332
16	10.967	12.452	13.607	14.597	12.653	14.035	15.134	16.101
17	11.678	13.186	14.363	15.376	13.257	14.662	15.777	16.754
18	12.375	13.907	15.106	16.142	13.727	15.151	16.279	17.265

Tabel 7.4 *Interstory drift* (arah y) pada struktur 6 tingkat

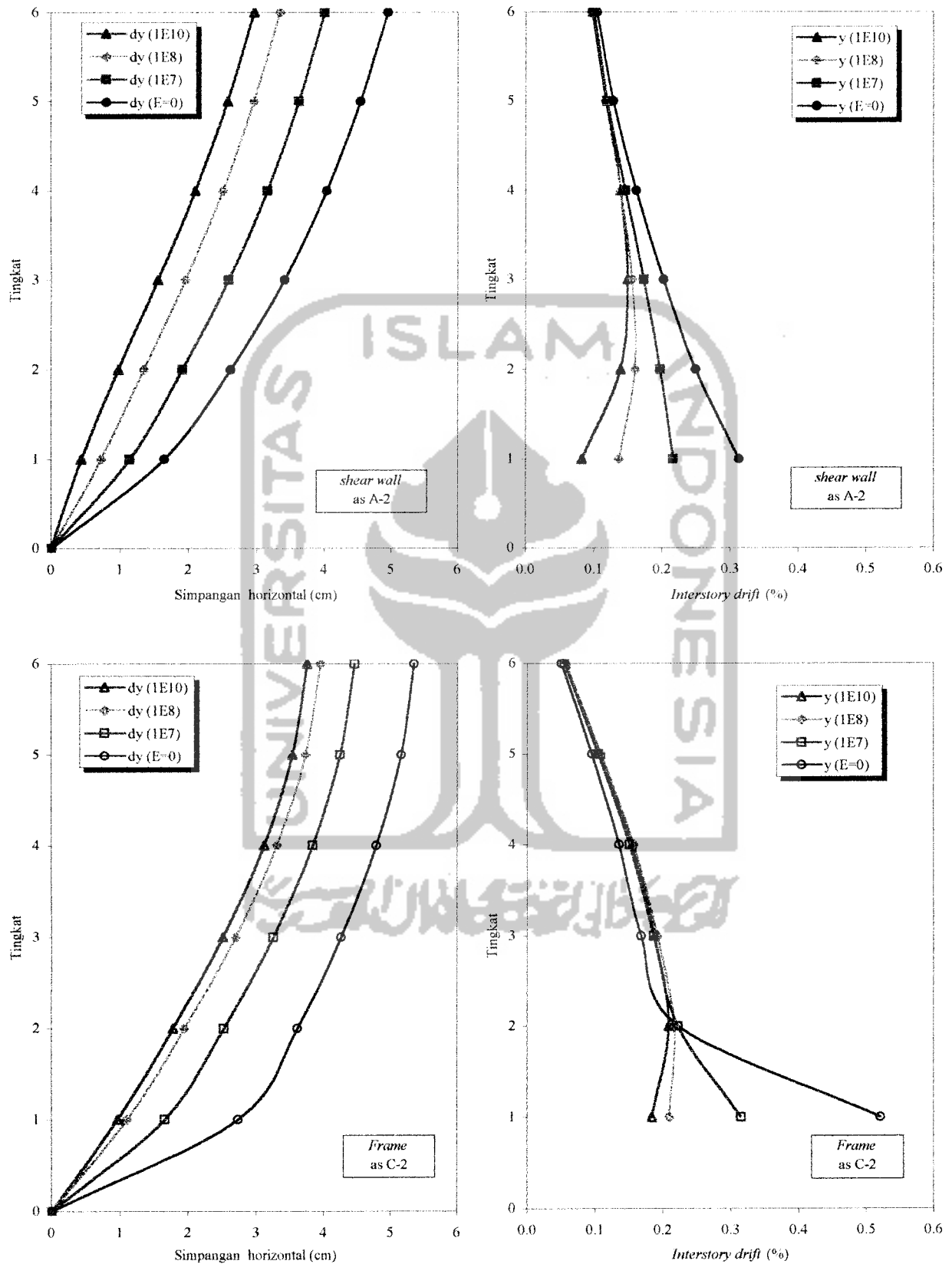
Tkt	<i>Interstory drift shear wall</i> A-2 (%)				<i>Interstory drift</i> kolom C-2 (%)			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.083	0.137	0.217	0.313	0.184	0.209	0.315	0.521
2	0.140	0.160	0.198	0.250	0.209	0.217	0.223	0.223
3	0.149	0.156	0.174	0.203	0.188	0.192	0.187	0.168
4	0.139	0.140	0.146	0.162	0.154	0.156	0.151	0.135
5	0.120	0.117	0.120	0.128	0.107	0.109	0.105	0.095
6	0.100	0.098	0.098	0.104	0.056	0.056	0.055	0.050

Tabel 7.5 *Interstory drift* (arah y) pada struktur 12 tingkat

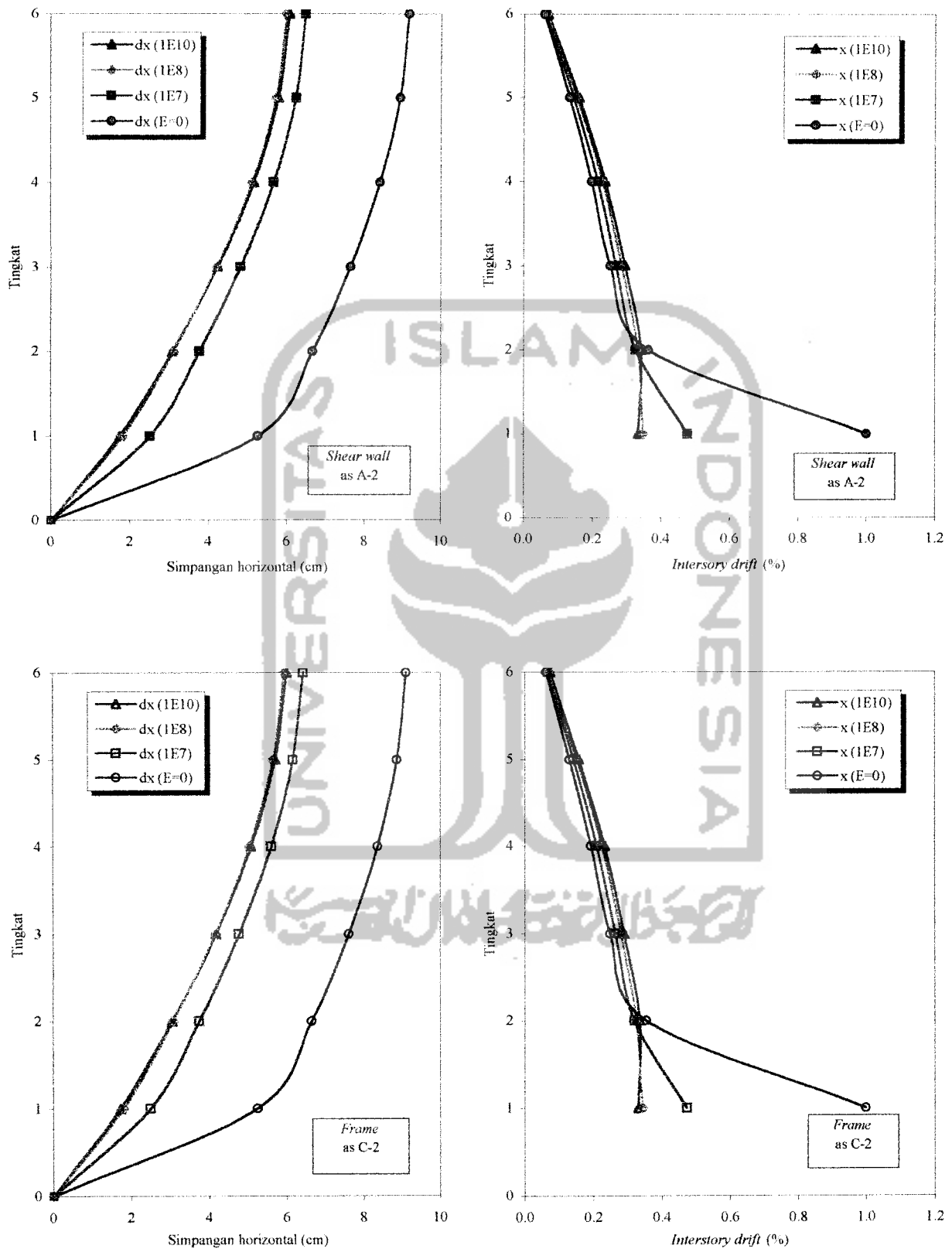
Tkt	<i>Interstory drift shear wall A-2 (%)</i>				<i>Interstory drift kolom C-2 (%)</i>			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.085	0.173	0.223	0.258	0.167	0.204	0.310	0.468
2	0.135	0.185	0.214	0.237	0.215	0.234	0.237	0.231
3	0.162	0.189	0.207	0.222	0.218	0.231	0.221	0.195
4	0.178	0.190	0.199	0.208	0.217	0.225	0.213	0.189
5	0.186	0.188	0.191	0.195	0.211	0.216	0.205	0.184
6	0.188	0.183	0.182	0.183	0.204	0.205	0.195	0.177
7	0.186	0.178	0.174	0.173	0.222	0.219	0.209	0.192
8	0.180	0.170	0.164	0.162	0.211	0.206	0.196	0.182
9	0.171	0.160	0.154	0.150	0.183	0.178	0.169	0.158
10	0.160	0.149	0.143	0.139	0.147	0.143	0.136	0.127
11	0.149	0.139	0.133	0.129	0.105	0.101	0.097	0.091
12	0.141	0.131	0.126	0.122	0.061	0.060	0.057	0.054

Tabel 7.6 *Interstory drift* (arah y) pada struktur 18 tingkat

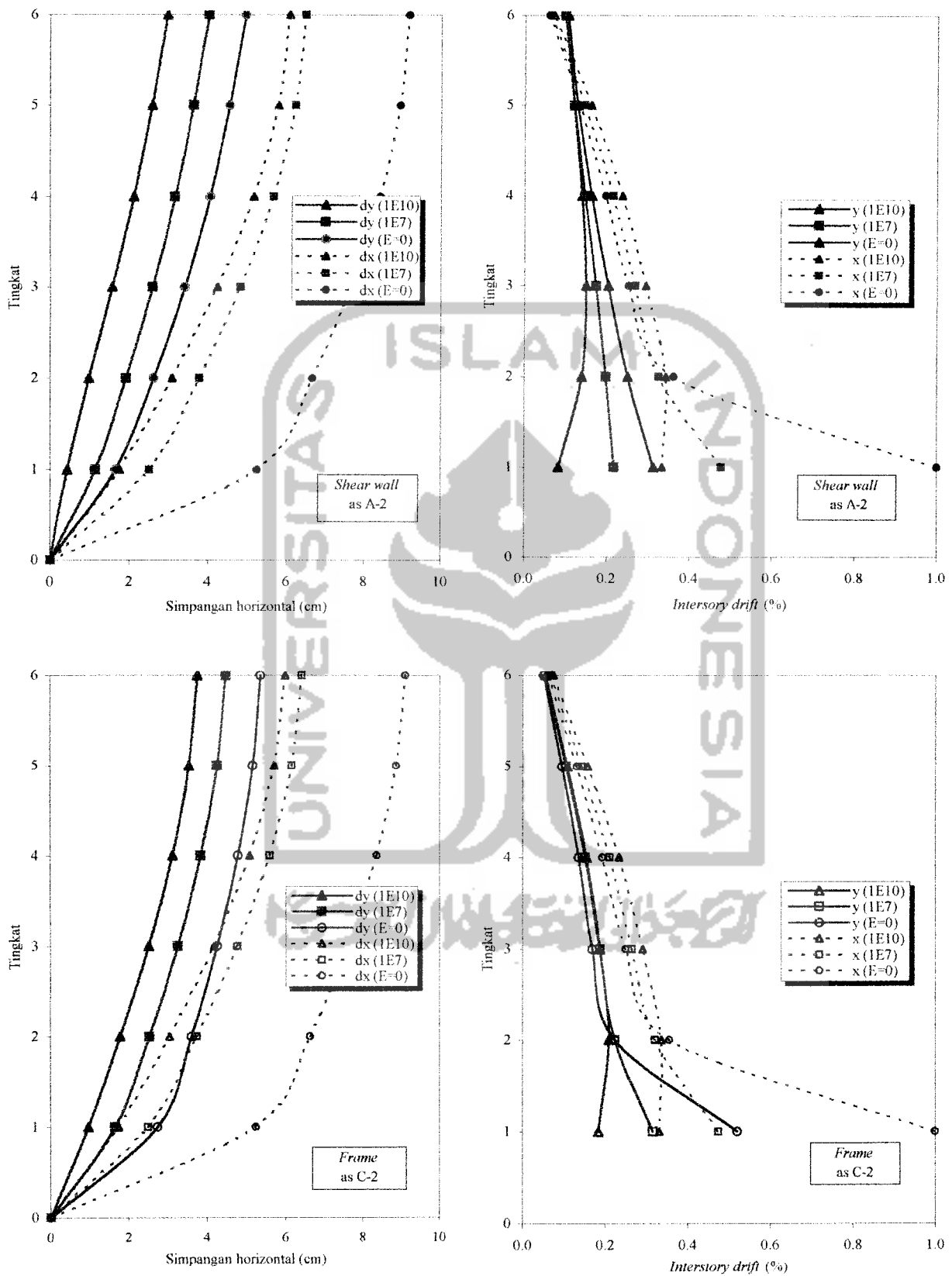
Tkt	<i>Interstory drift shear wall A-2 (%)</i>				<i>Interstory drift kolom C-2 (%)</i>			
	1E10	1E8	1E7	E=0	1E10	1E8	1E7	E=0
1	0.077	0.158	0.214	0.255	0.122	0.170	0.288	0.455
2	0.112	0.170	0.211	0.243	0.169	0.207	0.231	0.246
3	0.135	0.179	0.211	0.238	0.179	0.213	0.221	0.215
4	0.153	0.187	0.213	0.234	0.185	0.215	0.222	0.214
5	0.168	0.194	0.214	0.233	0.190	0.216	0.223	0.218
6	0.179	0.200	0.216	0.232	0.194	0.218	0.225	0.223
7	0.186	0.200	0.214	0.226	0.219	0.242	0.251	0.251
8	0.200	0.214	0.227	0.239	0.229	0.250	0.259	0.260
9	0.200	0.211	0.221	0.231	0.228	0.246	0.254	0.257
10	0.202	0.211	0.220	0.229	0.224	0.239	0.247	0.250
11	0.202	0.210	0.218	0.226	0.218	0.231	0.238	0.241
12	0.201	0.208	0.215	0.222	0.211	0.222	0.228	0.232
13	0.199	0.205	0.212	0.219	0.227	0.238	0.245	0.249
14	0.195	0.202	0.208	0.214	0.222	0.231	0.238	0.242
15	0.191	0.197	0.203	0.209	0.204	0.212	0.218	0.222
16	0.187	0.193	0.198	0.204	0.182	0.189	0.194	0.197
17	0.182	0.188	0.194	0.200	0.155	0.161	0.165	0.168
18	0.179	0.185	0.191	0.196	0.121	0.126	0.129	0.131



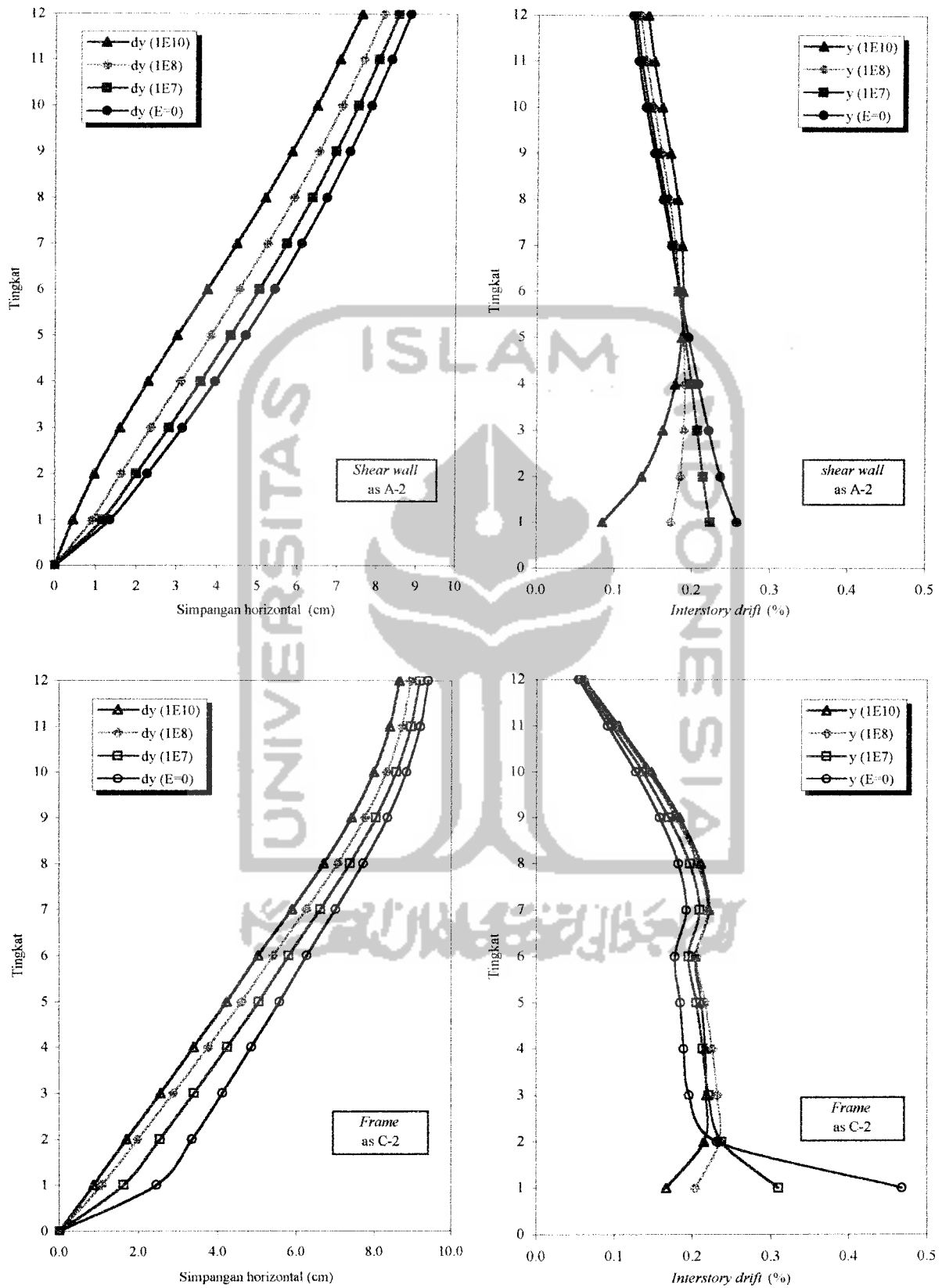
Gambar 7.1 Simpangan horzontal (dy) dan interstory drift (y) struktur 6 tingkat



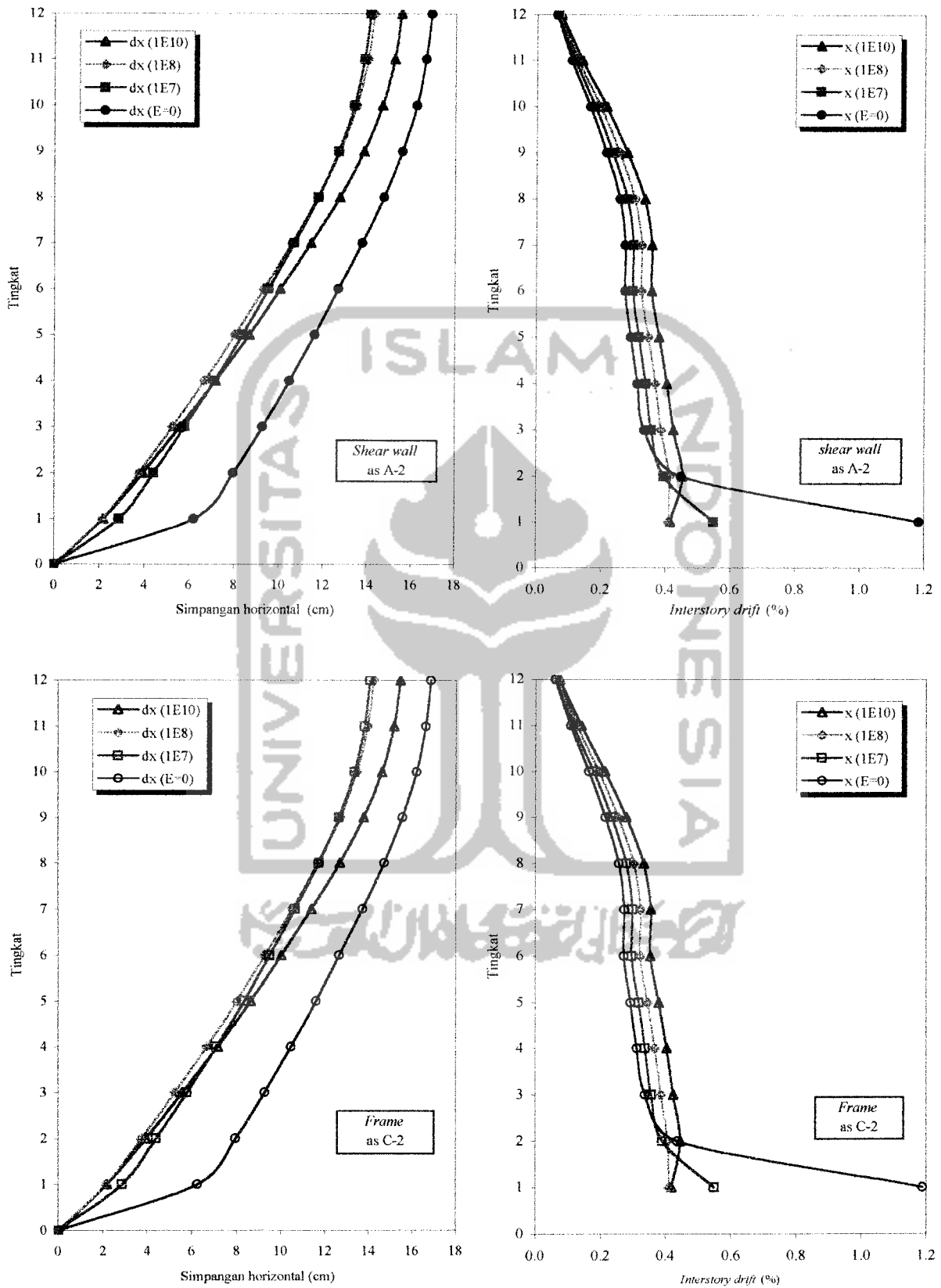
Gambar 7.2 Simpangan horzontal (dx) dan *interstory drift* (x) struktur 6 tingkat



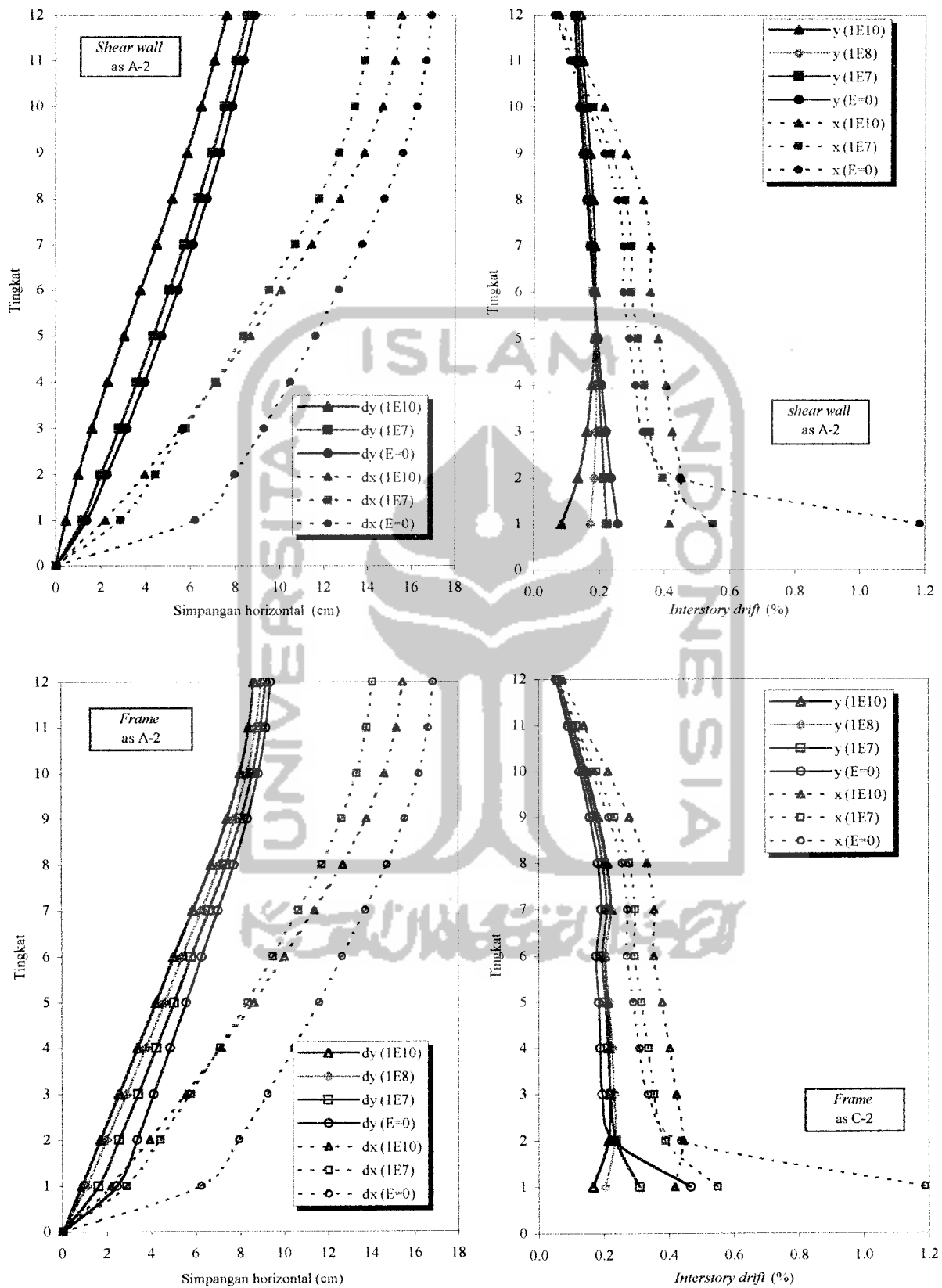
Gambar 7.3 Perbandingan simpangan horz. dan perbandingan *interstory drift* struktur 6 tingkat



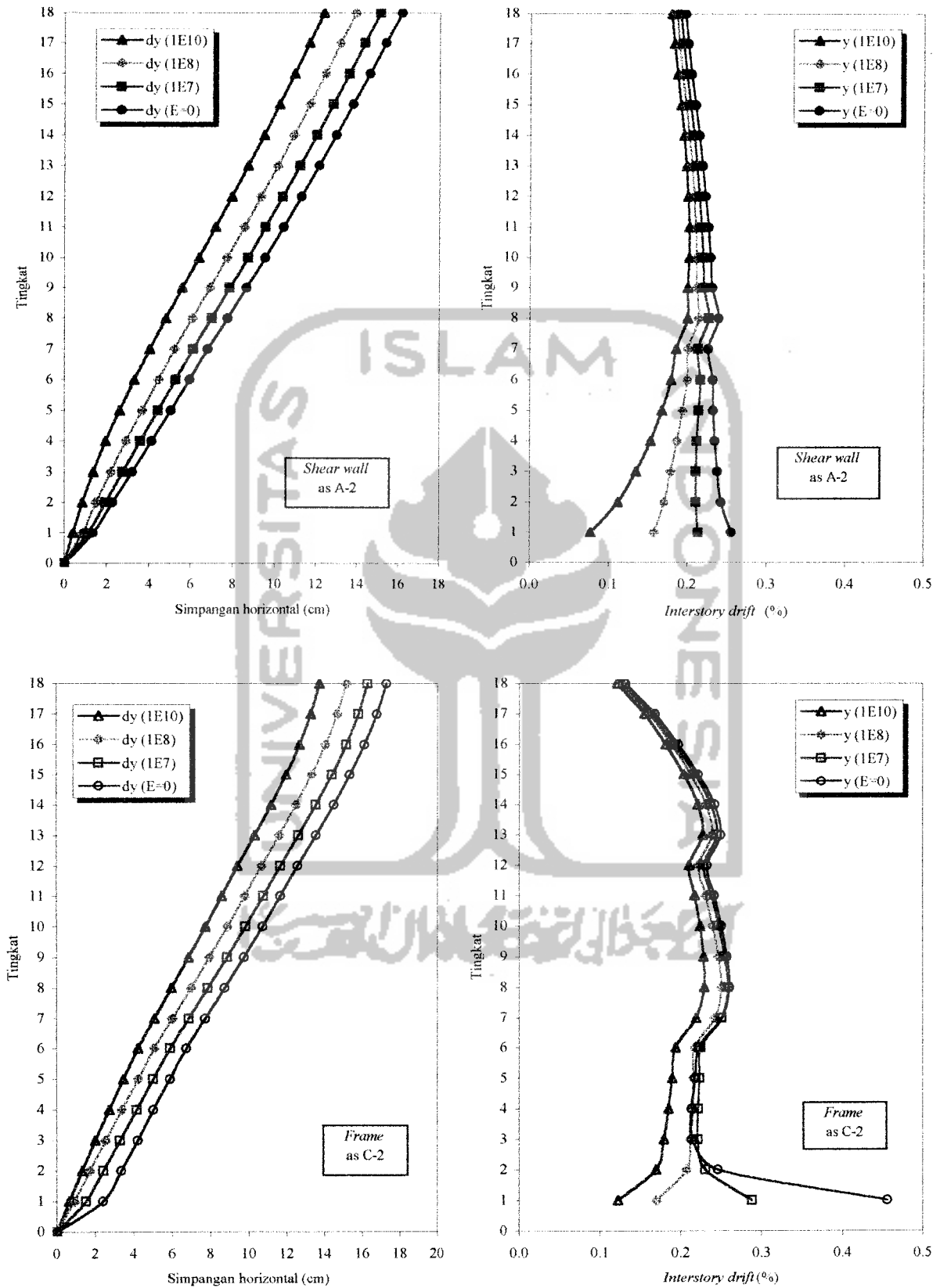
Gambar 7.4 Simpangan horizontal (dy) dan interstory drift (y) struktur 12 tingkat



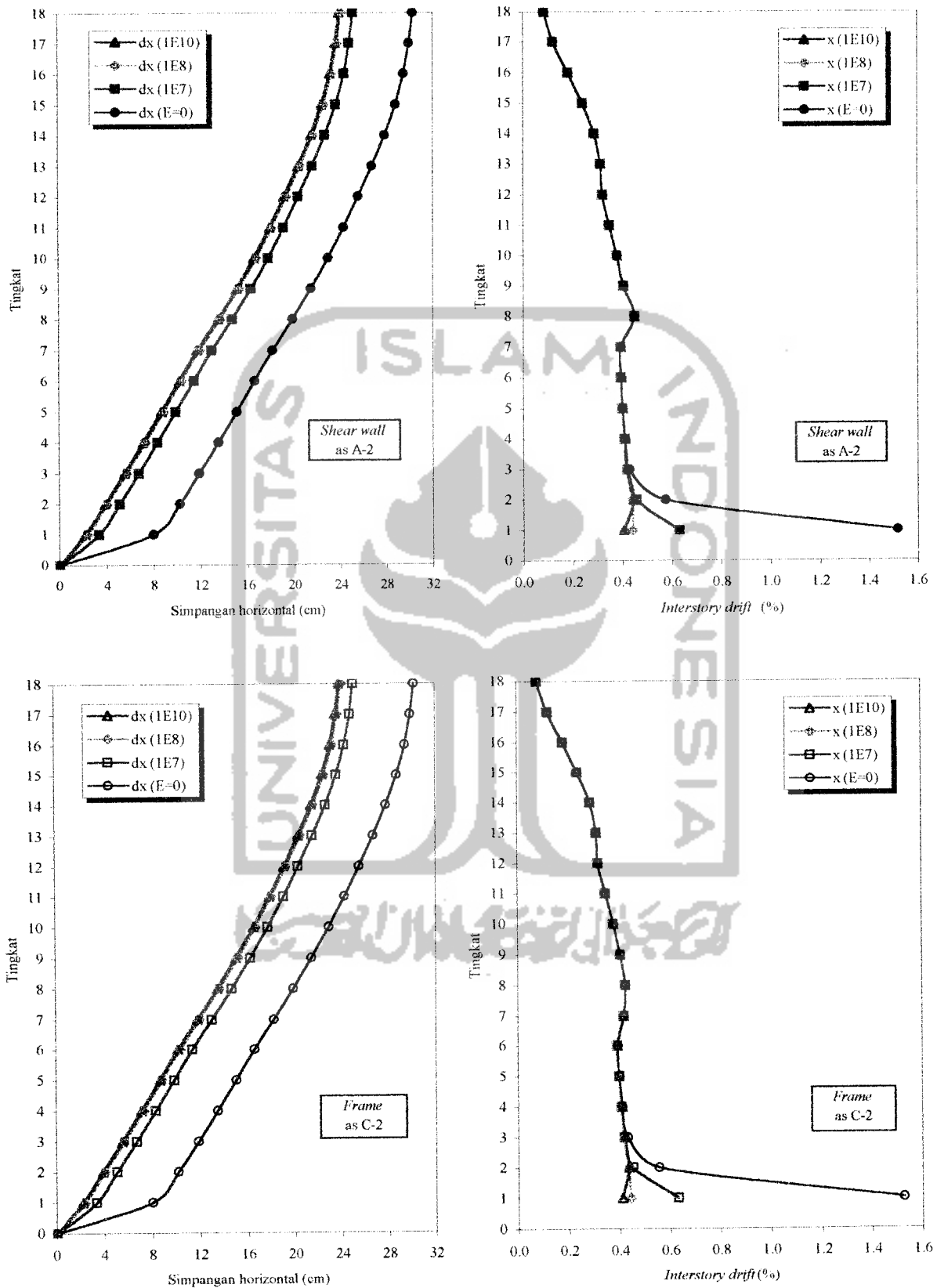
Gambar 7.5 Simpangan horizontal (dx) dan interstory drift (x) struktur 12 tingkat



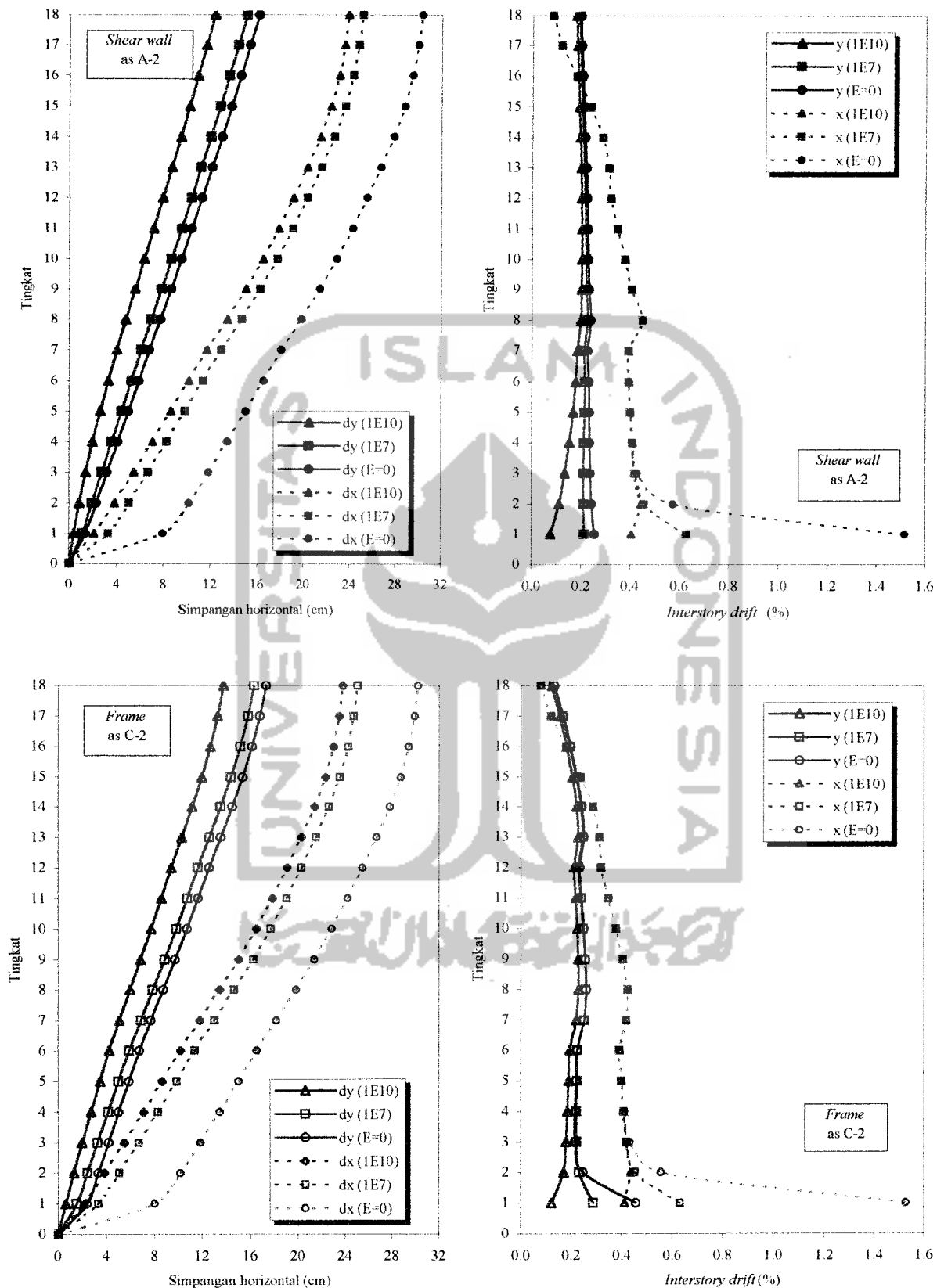
Gambar 7.6 Perbandingan simpangan horz. dan perbandingan *interstory drift* struktur 12 tingkat



Gambar 7.7 Simpangan horizontal (dy) dan interstory drift (y) struktur 18 tingkat



Gambar 7.8 Simpangan horizontal (dx) dan *interstory drift* (x) struktur 18 tingkat



Gambar 7.9 Perbandingan simpangan horz dan perbandingan *interstory drift* struktur 18 tingkat

Simpangan horisontal arah X memberikan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan simpangan arah Y. Terdapat kecenderungan yang jelas bahwa semakin besar simpangan horisontal suatu struktur, rotasi sendi plastik total yang terjadi pada struktur akan semakin besar pula. Hal ini terjadi karena simpangan horisontal yang besar akan menimbulkan *drift* yang besar dan *drift* yang besar akan menimbulkan momen yang besar.

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa simpangan yang terjadi berbentuk cembung. Hal ini dikarenakan struktur masih didominasi oleh *frame* daripada *shear wall*, sedangkan pada pondasi dukungan jepit untuk tingkat-tingkat bawah simpangan yang terjadi berbentuk cekung dan cembung pada tingkat berikutnya. Hal ini dikarenakan kekakuan tingkat bawah itu besar dan semakin tinggi bangunan maka kekakuannya semakin kecil. Variasi tingkat memberikan pola simpangan yang sama tetapi besar simpangannya berbeda, semakin besar kekakuan pondasi semakin kecil simpangan yang terjadi dan semakin tinggi tingkat/bangunan semakin besar nilai simpangannya.

Nilai *interstory drift* atau simpangan antar tingkat tiap lantai tidak boleh melebihi 0,5% (PPTGIUG, 1983), tampak pada gambar Gambar 7.1 sampai Gambar 7.9, bahwa *drifts* pada tingkat-tingkat atas untuk struktur *frames* (kolom) dengan pondasi *flex* lebih besar dari struktur dengan pondasi *fix*. Hal yang sebaliknya terjadi pada struktur *shear walls*, bahwa *drifts* pada tingkat-tingkat atas dengan pondasi *fix* lebih besar dari struktur dengan pondasi *flex*.

Rotasi pondasi dapat mempengaruhi *drift* dan juga berpengaruh terhadap periode getar struktur. Hal inilah yang menjadi penyebab hasil-hasil tersebut. Dari

Tabel 7.2 sampai Tabel 7.2.c dan Gambar 7.2.a sampai Gambar 7.2.c menunjukkan bahwa adanya rotasi pondasi akan memperbesar *drift*.

7.2 Gaya Geser Tingkat pada *Frame-Wall*

Gaya geser tingkat untuk variasi tingkat dan variasi kekauan balok pondasi disajikan pada Tabel 7.7 sampai Tabel 7.10 dan Gambar 7.11 sampai Gambar 7.11. Gaya geser tingkat dipengaruhi oleh simpangan relatif dan kekakuan tingkat. Pola gaya geser tingkat untuk semua beban gempa relatif sama dimana gaya geser semakin besar pada lantai yang lebih rendah karena gaya geser tingkat ditahan oleh tingkat dibawahnya.

Dari Gambar 7.10 menunjukkan, gaya geser yang terjadi pada struktur 6 tingkat untuk struktur dinding (*wall*), gaya geser maximum dengan dukungan jepit (*fix*) dan minimum terjadi pada dukungan fleksibel (*flex*). Sedangkan untuk struktur kolom (*frame*), gaya geser maximum terjadi pada dukungan fleksibel (*flex*) dan minimum terjadi pada dukungan sendi (*pinned*).

Gaya geser yang terjadi pada struktur 12 tingkat untuk struktur dinding (*wall*), gaya geser maximum terjadi pada dukungan jepit (*fix*) dan gaya geser minimum terjadi pada dukungan fleksibel (*flex*). Sedangkan untuk struktur kolom (*frame*), gaya geser maximum terjadi pada dukungan fleksibel (*flex*) dan gaya geser minimum terjadi pada dukungan sendi (*pinned*).

Dari Gambar 7.11 menunjukkan, gaya geser yang terjadi pada struktur 18 tingkat untuk struktur dinding geser (*wall*), gaya geser maximum terjadi pada dukungan jepit (*fix*) dan gaya geser minimum terjadi pada dukungan fleksibel (*flex*). Sedangkan untuk struktur kolom (*frame*), gaya geser maximum terjadi pada

dukungan fleksibel (*flex*) dan gaya geser minimum terjadi pada dukungan jepit (*fix*).

Untuk gedung 6 tingkat dan 12 tingkat nilai gaya geser yang terjadi pada struktur *wall* dan struktur *frame* sama. Sedangkan untuk 18 tingkat nilai gaya geser yang terbesar pada struktur *wall* akan mejadi nilai terkecil pada kolom, atau dengan kata lain bila terjadi rotasi pondasi maka nilai gaya geser dasar yang terbesar pada dinding geser akan menjadi nilai terkecil pada kolom.

Tabel 7.7 Gaya geser tingkat pada struktur 6 tingkat

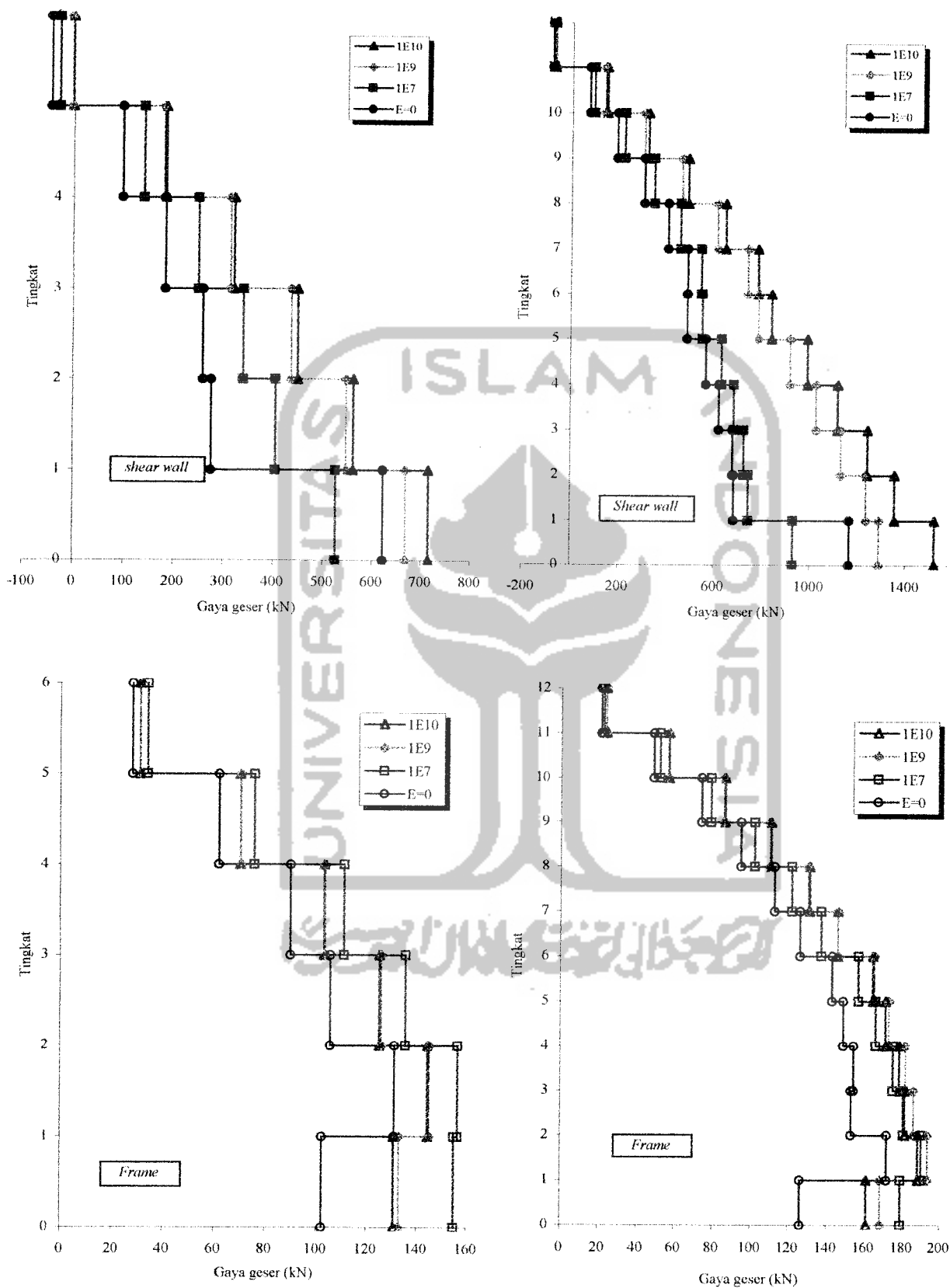
Tingkat	Gaya geser <i>shear wall</i> (kN)				Gaya geser kolom (kN)			
	1E10	1E9	1E7	E=0	1E10	1E9	1E7	E=0
1	714.89	667.60	525.88	621.84	130.94	132.87	154.86	102.18
2	561.15	546.00	404.16	275.77	144.32	145.03	156.40	130.97
3	448.08	434.41	339.43	258.51	125.14	125.81	135.54	105.50
4	320.88	312.51	249.58	182.33	102.97	103.33	110.96	89.68
5	183.81	178.99	139.80	96.17	70.11	70.31	75.58	61.76
6	-1.71	-3.35	-27.81	-43.33	30.75	30.88	33.70	27.83

Tabel 7.8 Gaya geser tingkat pada struktur 12 tingkat

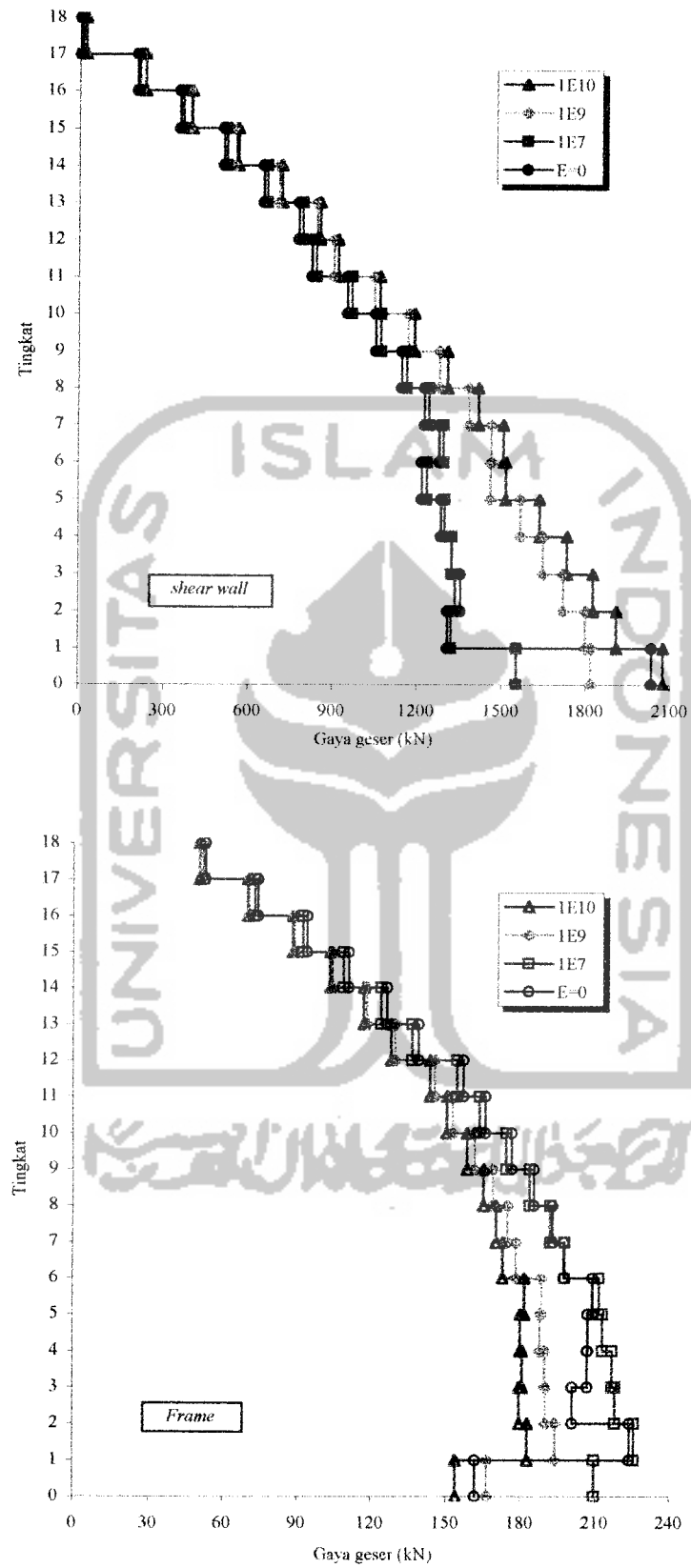
Tingkat	Gaya geser <i>shear wall</i> (kN)				Gaya geser kolom (kN)			
	1E10	1E9	1E7	E=0	1E10	1E9	1E7	E=0
1	1522.65	1288.62	930.02	1163.88	161.32	168.42	179.13	126.25
2	1355.20	1233.73	743.57	682.81	188.37	193.69	190.08	171.96
3	1239.35	1126.94	724.05	678.35	181.44	185.91	180.81	152.86
4	1114.77	1025.12	681.89	620.75	178.49	181.55	175.37	154.29
5	988.81	917.04	630.40	565.67	171.33	173.14	165.98	148.82
6	838.89	782.53	548.71	485.99	164.49	165.24	156.90	142.81
7	782.16	737.29	544.67	486.32	145.96	145.88	137.10	126.06
8	645.13	610.22	455.95	404.44	130.97	130.41	121.57	112.53
9	487.70	461.96	345.25	303.12	110.81	110.03	101.92	94.81
10	318.59	301.30	221.04	190.02	86.50	85.73	79.10	73.89
11	146.76	137.29	92.18	73.42	56.68	56.14	51.85	48.66
12	-70.11	-70.97	-76.56	-80.85	23.72	23.59	22.22	21.09

Tabel 7.9 Gaya geser tingkat pada struktur 18 tingkat

Tingkat	Gaya geser <i>shear wall</i> (kN)				Gaya geser kolom (kN)			
	1E10	1E9	1E7	E=0	1E10	1E9	1E7	E=0
1	2075.55	1818.37	1555.06	2032.31	154.01	166.41	209.64	161.69
2	1908.81	1799.05	1321.10	1308.67	182.82	193.84	225.72	223.84
3	1826.13	1719.55	1334.75	1354.16	179.57	189.98	218.07	200.94
4	1732.32	1646.34	1322.58	1322.03	180.80	189.93	216.77	206.74
5	1635.67	1566.26	1296.93	1285.45	179.96	187.80	212.93	206.93
6	1514.61	1458.31	1234.00	1215.37	181.65	188.36	211.60	208.79
7	1506.26	1462.95	1291.75	1277.09	172.76	178.12	197.91	197.35
8	1417.37	1382.11	1241.03	1224.85	170.20	174.67	192.07	192.86
9	1307.14	1278.29	1161.56	1144.43	164.98	168.65	183.63	185.25
10	1189.60	1165.99	1069.67	1052.44	158.47	161.45	174.20	176.30
11	1065.73	1046.40	967.23	950.46	150.26	152.65	163.35	165.69
12	918.18	902.48	837.74	821.51	143.52	145.45	154.49	156.93
13	852.90	840.11	789.03	775.42	127.92	129.36	136.47	138.74
14	714.78	704.37	663.04	650.53	116.96	118.10	123.94	126.08
15	559.69	551.46	518.66	507.37	103.29	104.16	108.83	110.74
16	395.77	389.63	364.65	354.82	87.99	88.63	92.20	93.80
17	230.89	226.87	209.49	201.57	69.84	70.27	72.75	73.95
18	21.40	19.79	10.27	4.34	50.30	50.53	51.95	52.69



Gambar 7.10 Grafik gaya geser tingkat struktur 6 dan 12 tingkat



Gambar 7.11 Grafik gaya geser tingkat struktur 18 tingkat

7.3 Momen pada *Frame-Wall*

Momen yang terjadi pada struktur dinding geser (*shear-wall*) lebih besar daripada momen pada struktur kolom (*frame*) Akibat adanya rotasi pondasi maka momen pada struktur kolom (*frame*) akan mengecil sedangkan momen pada dinding geser (*shear-wall*) akan bertambah besar atau dengan kata lain momen tersebut teredistribusi. Nilai dari momen kolom dan wall ditabelkan dan digambarkan dengan grafik sebagai berikut,

Tabel 7.10 Momen *shear wall* portal A-2 pada struktur 6 tingkat

Tkt	Momen <i>shear wall</i> (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-5161.71	-	-4688.69	-	-1122.22	-	25.84	-
1	-2148.07	-1408.55	-1971.27	-1183.78	202.69	1638.67	1623.88	3290.50
2	-863.39	40.39	-758.99	158.15	499.55	1778.91	1278.33	2699.40
3	-6.67	884.11	41.74	935.20	737.77	1823.33	1167.44	2286.53
4	458.90	1244.76	477.06	1260.52	825.78	1711.13	1005.27	1878.54
5	514.27	1175.76	517.40	1175.14	653.33	1370.99	689.61	1380.32
6	-	507.59	-	504.35	-	544.88	-	520.61

Tabel 7.11 Momen kolom portal C-2 pada struktur 6 tingkat

Tkt	Momen kolom (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-417.45	-	-422.61	-	-375.38	-	-6.89	-
1	-278.35	269.99	-279.10	274.96	-280.68	437.63	-213.60	529.57
2	-230.17	284.49	-231.29	286.50	-246.23	329.29	-186.20	297.20
3	-181.35	257.86	-181.89	259.35	-194.78	282.39	-158.10	225.25
4	-112.30	220.24	-112.60	221.11	-121.12	237.98	-99.40	191.64
5	-37.63	161.13	-37.83	161.61	-41.63	173.65	-34.63	141.47
6	-	82.29	-	82.62	-	89.78	-	73.90

Tabel 7.12 Momen *shear wall* portal A-2 pada struktur 12 tingkat

Tkt	Momen <i>shear wall</i> (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-17992.28	-	-14050.75	-	-1350.20	-	28.33	-
1	-11492.63	-9998.35	-9134.50	-7285.48	488.65	3532.38	2824.76	6138.68
2	-8133.99	-6207.34	-6422.59	-4322.95	508.75	3388.59	2319.68	5487.72
3	-5466.21	-3300.53	-4285.02	-2027.54	660.72	3332.57	2120.28	4965.24
4	-3393.75	-1118.59	-2596.08	-287.07	842.43	3320.11	1968.17	4541.22
5	-1834.89	462.60	-1313.76	980.37	1001.49	3301.00	1836.86	4174.27
6	-751.24	1436.79	-425.13	1738.12	1070.77	3141.45	1663.07	3732.21
7	585.45	2299.20	767.14	2450.29	1636.50	3194.97	2024.09	3559.73
8	1510.74	3101.45	1591.11	3147.01	2005.20	3414.71	2226.70	3601.43
9	1962.68	3412.79	1978.06	3392.77	2088.47	3351.68	2185.82	3408.87
10	1896.47	3205.19	1878.28	3153.13	1822.05	2950.52	1839.32	2926.88
11	1255.78	2468.84	1232.88	2413.71	1140.61	2181.57	1124.61	2125.65
12	-	982.34	-	956.08	-	842.02	-	809.31

Tabel 7.13 Momen pada kolom portal C-2 pada struktur 12 tingkat

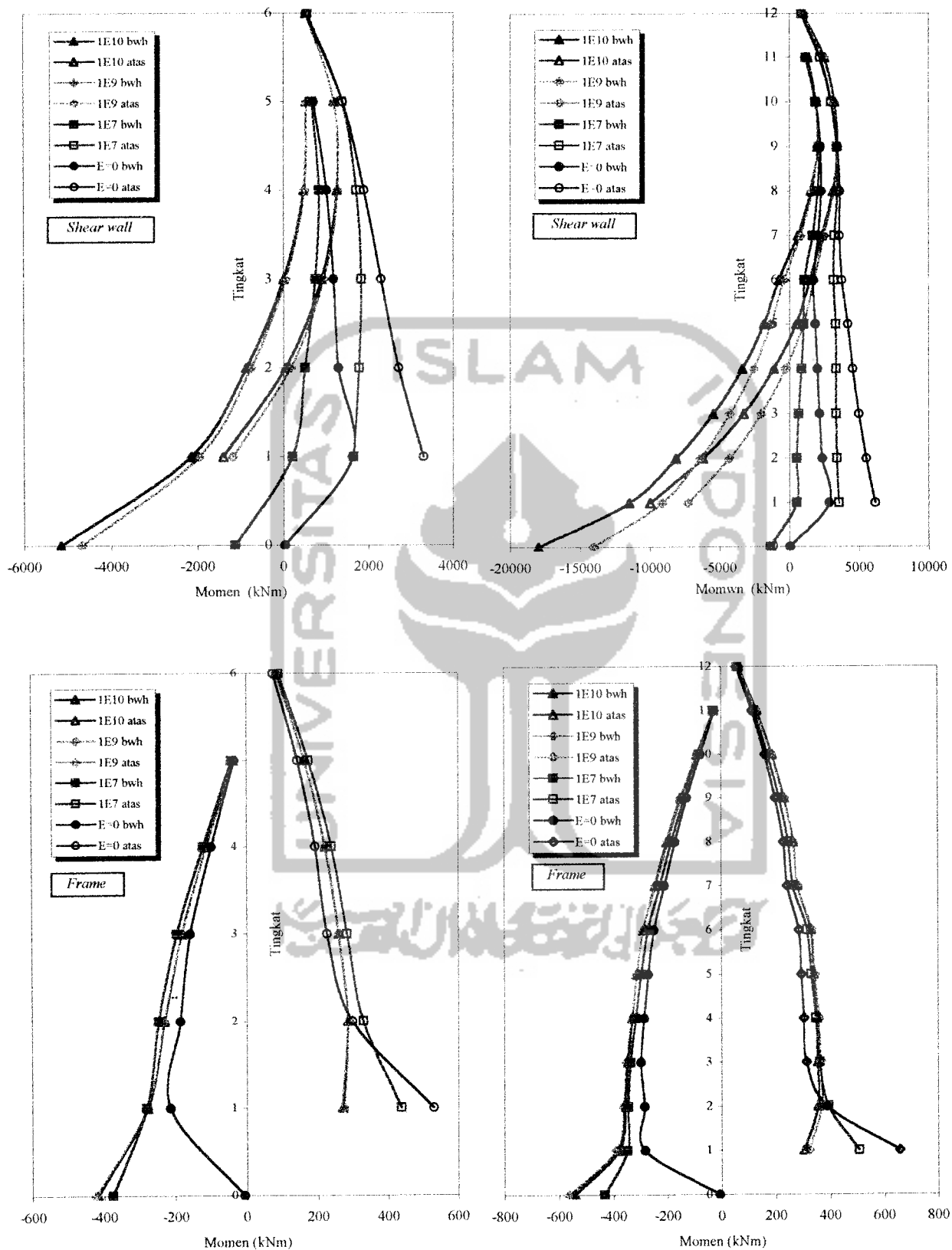
Tkt	Momen kolom (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-541.86	-	-563.67	-	-432.34	-	-7.20	-
1	-379.67	305.05	-388.65	320.55	-348.22	508.08	-283.69	655.59
2	-354.20	354.96	-361.81	366.74	-345.27	393.09	-284.58	386.95
3	-346.12	353.41	-350.90	363.24	-336.81	359.88	-298.48	311.57
4	-329.88	349.98	-332.35	357.13	-317.13	347.15	-286.52	303.25
5	-313.18	338.32	-313.81	342.88	-296.62	330.21	-271.59	293.89
6	-289.59	328.32	-288.97	330.63	-270.71	315.29	-249.69	285.39
7	-245.30	279.67	-243.95	279.97	-226.79	263.98	-210.42	241.95
8	-200.77	265.49	-199.16	264.66	-184.10	247.33	-171.58	228.46
9	-149.64	231.39	-148.20	229.95	-136.61	213.39	-127.85	198.17
10	-89.18	187.72	-88.33	186.13	-81.70	171.88	-76.88	160.31
11	-27.99	131.87	-27.91	130.62	-26.63	120.52	-25.47	112.91
12	-	64.53	-	64.10	-	60.04	-	56.78

Tabel 7.14 Momen *shear wall* portal A-2 pada struktur 18 tingkat

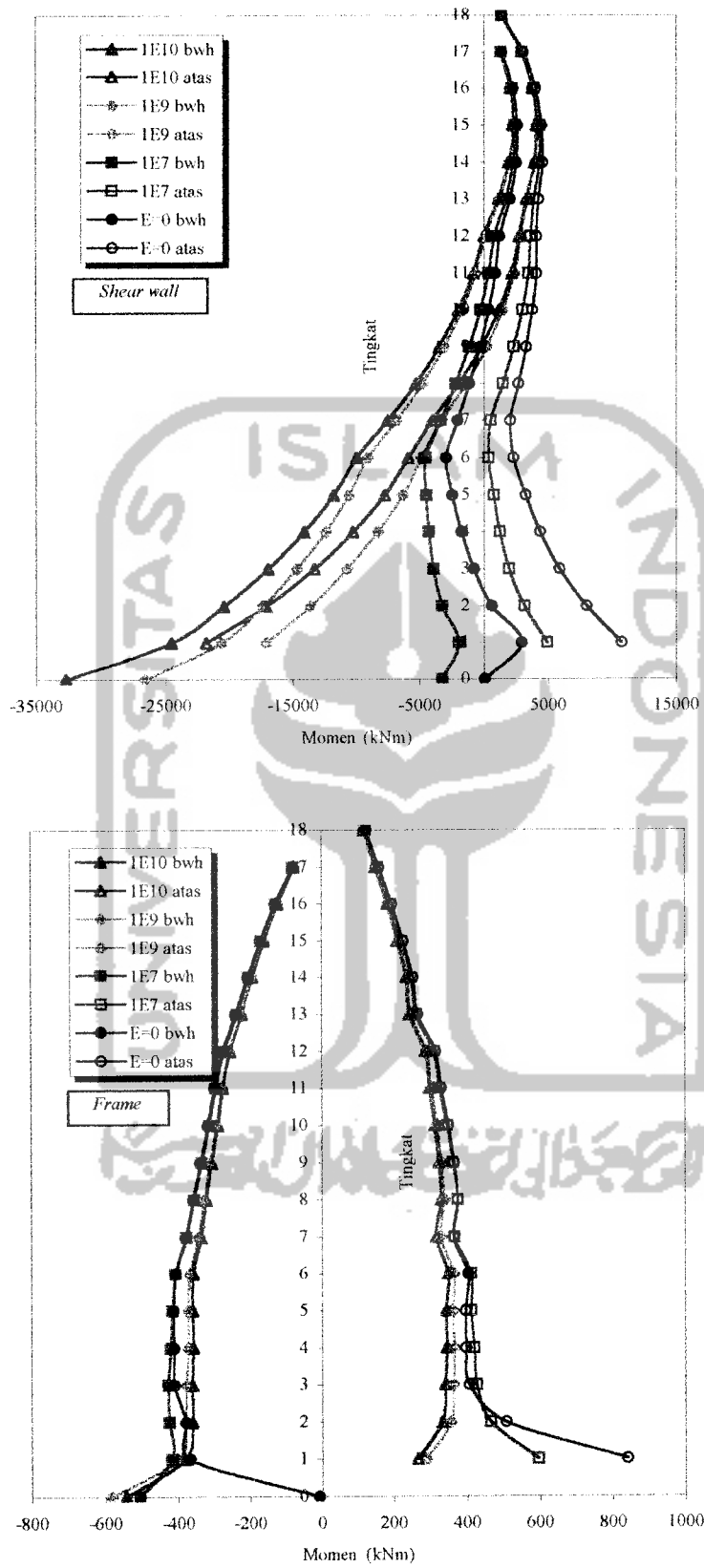
Tkt	Momen <i>shear wall</i> (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-32723.34	-	-26636.04	-	-3260.91	-	30.63	-
1	-24567.48	-21826.69	-20631.52	-17089.57	-1993.42	4903.14	2898.97	10700.26
2	-20424.05	-17123.11	-17403.28	-13615.25	-3240.36	3158.87	588.63	8002.77
3	-16961.98	-13302.12	-14707.49	-10697.03	-3946.05	1965.16	-818.18	5869.86
4	-14108.40	-10205.93	-12434.53	-8286.76	-4311.81	1212.00	-1789.48	4337.74
5	-11799.36	-7729.28	-10564.91	-6326.13	-4483.63	746.23	-2476.01	3223.77
6	-9948.54	-5892.38	-9045.40	-4877.51	-4534.54	328.96	-2957.57	2263.95
7	-7484.71	-4074.13	-6811.22	-3339.90	-3378.81	503.29	-2091.19	2023.10
8	-5315.45	-1956.95	-4817.07	-1421.00	-2221.31	1461.20	-1176.33	2685.72
9	-3489.34	-217.60	-3124.62	168.27	-1180.18	2308.77	-340.51	3286.95
10	-2001.54	1150.10	-1738.55	1422.73	-300.39	2991.52	365.65	3764.01
11	-866.31	2154.80	-680.39	2342.42	364.80	3471.83	883.44	4072.43
12	-63.79	2714.58	64.20	2839.27	806.05	3632.00	1199.78	4087.34
13	1111.07	3262.50	1194.56	3340.61	1712.87	3883.28	2014.02	4223.92
14	1893.20	3898.72	1942.91	3941.62	2286.70	4298.72	2507.62	4551.07
15	2211.57	4076.01	2236.60	4093.60	2445.75	4309.48	2596.82	4486.35
16	2021.47	3755.05	2030.06	3756.15	2138.49	3867.89	2229.14	3980.63
17	1256.83	2921.93	1257.15	2914.84	1295.71	2955.50	1335.05	3015.25
18	-	1340.30	-	1334.31	-	1335.75	-	1351.97

Tabel 7.15 Momen kolom portal C-2 pada struktur 18 tingkat

Tkt	Momen kolom (kNm)							
	1E10 bwh	1E10 atas	1E9 bwh	1E9 atas	1E7 bwh	1E7 atas	E=0 bwh	E=0 atas
0	-543.54	-	-584.30	-	-504.71	-	-7.60	-
1	-380.98	265.02	-401.57	289.35	-416.59	595.92	-365.92	841.25
2	-360.12	332.01	-379.49	354.41	-423.81	463.71	-378.49	507.05
3	-360.46	340.22	-377.06	361.44	-426.51	426.66	-409.52	405.17
4	-358.05	344.65	-372.15	363.65	-419.35	418.89	-411.20	396.78
5	-359.48	343.80	-371.47	360.26	-414.76	411.08	-412.21	395.81
6	-357.21	348.96	-367.40	363.15	-406.21	410.47	-406.73	402.06
7	-335.09	316.57	-343.17	327.27	-375.54	365.62	-378.19	362.94
8	-320.29	328.69	-326.81	338.03	-354.22	373.52	-358.08	373.96
9	-305.44	323.15	-310.70	330.91	-333.82	361.95	-338.35	364.40
10	-288.60	312.60	-292.81	318.95	-312.14	345.55	-316.94	349.23
11	-273.63	297.42	-277.01	302.52	-293.27	324.93	-298.10	329.26
12	-255.16	286.09	-257.88	290.23	-271.47	309.24	-276.08	313.93
13	-221.77	243.72	-223.81	246.64	-234.47	260.76	-238.56	265.01
14	-191.85	234.35	-193.37	236.76	-201.70	248.90	-205.25	253.14
15	-159.87	210.99	-160.96	212.86	-167.16	222.74	-170.05	226.62
16	-122.11	183.29	-122.79	184.70	-126.87	192.43	-128.91	195.79
17	-76.89	150.29	-77.21	151.26	-79.21	156.85	-80.27	159.49
18	-	119.26	-	119.86	-	123.41	-	125.20

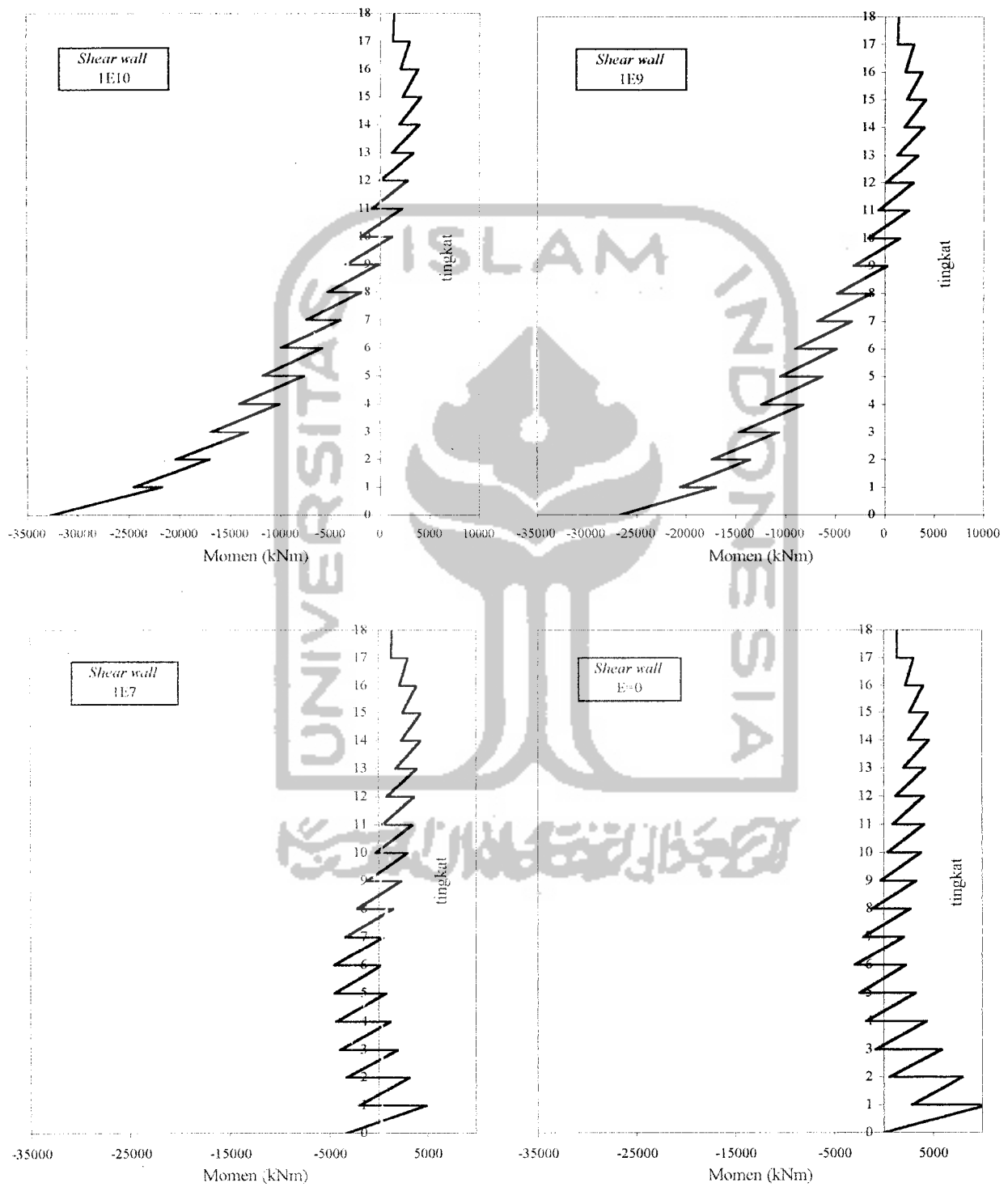


Gambar 7.12 Grafik momen pada struktur 6 dan 12 tingkat

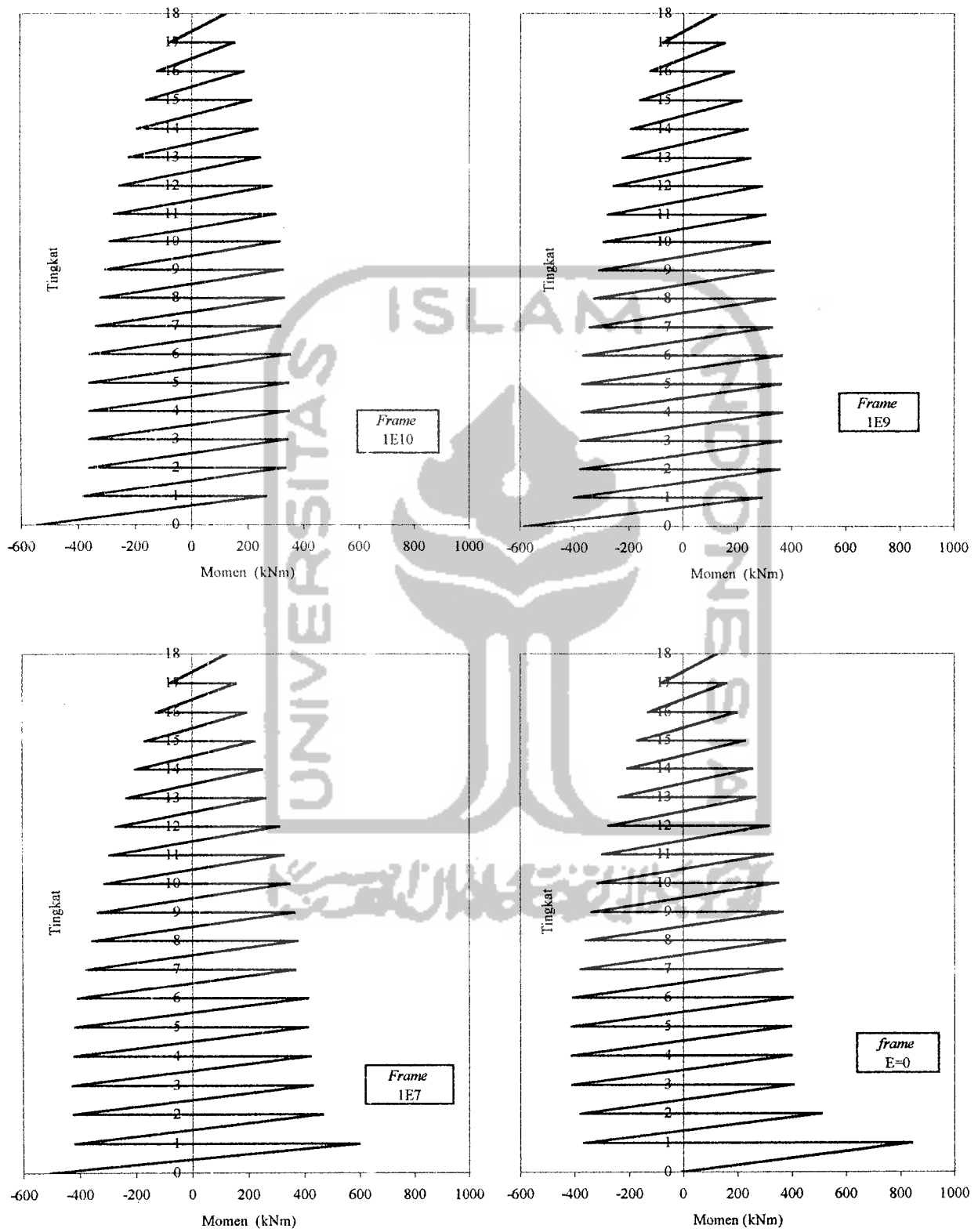


Gambar 7.13 Grafik momen pada struktur 18 tingkat

Gabungan momen pada sisi bawah dan momen pada sisi atas dari Gambar 7.13, dihasilkan grafik momen seperti pada Gambar 7.14 dan Gambar 7.15 berikut ini.



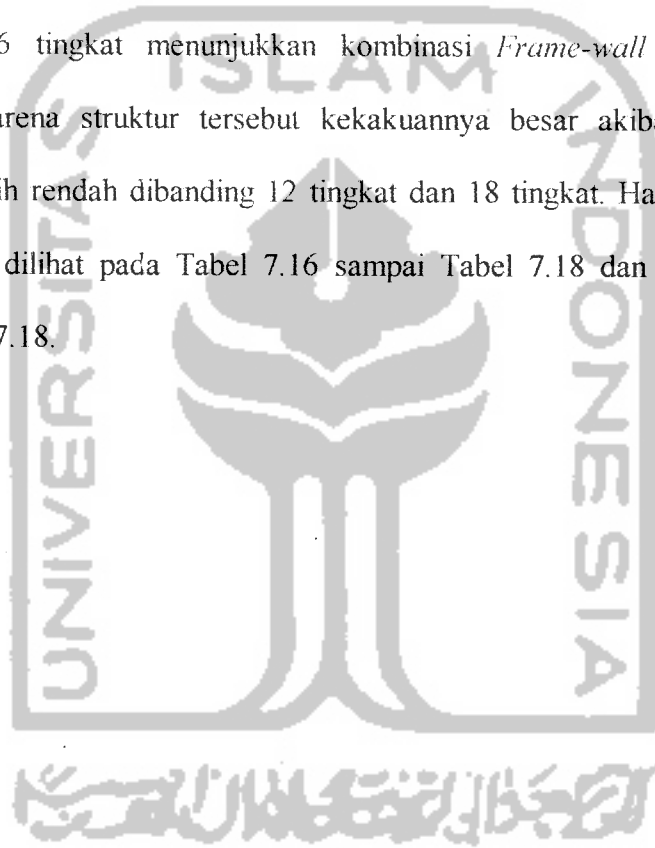
Gambar 7.14 Grafik momen *shear wall* pada struktur 18 tingkat



Gambar 7.15 Grafik momen kolom pada struktur 18 tingkat

7.4 Momen Balok

Momen balok tumpuan as 1 pada struktur 12 tingkat dan 18 tingkat memberikat pola yang relatif sama, dimana portal yang terdapat dinding geser (portal A, portal H dan portal O) nilai momennya lebih besar dibanding dengan portal yang tidak memakai dinding geser. Hal ini di sebabkan portal yang memakai dinding geser lebih kaku dibanding dengan portal tanpa dinding geser. Pada struktur 6 tingkat menunjukkan kombinasi *Frame-wall* belum terlalu berpengaruh, karena struktur tersebut kekakuannya besar akibat dari jumlah tingkat yang lebih rendah dibanding 12 tingkat dan 18 tingkat. Hasil dari momen balok ini dapat dilihat pada Tabel 7.16 sampai Tabel 7.18 dan Gambar 7.16 sampai Gambar 7.18.



Tabel 7.16 Momen balok tumpuan as 1 pada struktur 6 tingkat (kNm)

Lantai	Portal															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	-339.86	-485.71	-536.06	-557.44	-557.5	-536.61	-488.84	-458.16	-487.04	-532.86	-551	-546.93	-520.07	-463.77	-342.84	
2	-405.73	-471.12	-504.49	-521.49	-521.49	-504.67	-472.45	-529.68	-470.77	-501.16	-515.39	-511.46	-488.43	-445.48	-401.85	
3	-398.29	-444.36	-460.56	-471.42	-471.34	-460.22	-442.96	-496.71	-441.53	-457.25	-466.15	-462.66	-445.59	-417.36	-381.4	
4	-361.11	-399.36	-400.78	-406.15	-406.03	-400.05	-395.55	-425.78	-394.45	-397.78	-402.03	-399.24	-388.19	-373.93	-330.44	
5	-317.6	-338.2	-328.57	-330.31	-330.19	-327.83	-333.42	-349.27	-332.71	-326.36	-327.6	-325.73	-319.8	-317.77	-273.09	
6	-187.36	-167.91	-157.62	-157.91	-157.85	-157.2	-164.58	-196.08	-164.25	-156.52	-156.65	-155.76	-153.37	-156.36	-153.87	

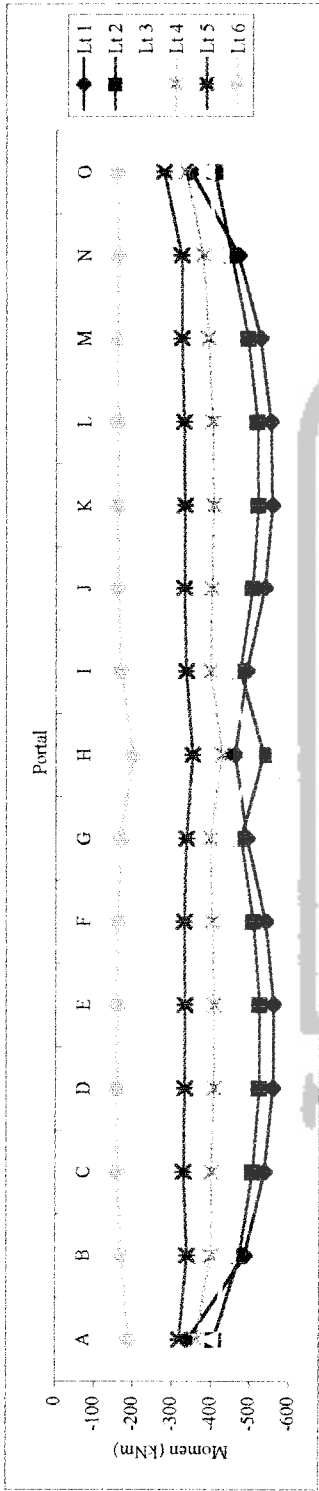
Tabel 7.17 Momen balok tumpuan as 1 pada struktur 12 tingkat (kNm)

Lantai	Portal															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	-529.1	-532.39	-596.08	-628.42	-634.55	-614.39	-562.43	-676.69	-562.43	-614.39	-634.55	-628.42	-596.08	-532.39	-529.1	
2	-655.63	-537.35	-588.71	-618.73	-625.18	-608.45	-572.32	-830.06	-572.32	-608.45	-625.18	-618.73	-588.71	-537.35	-655.63	
3	-730.15	-536.41	-571.81	-596.88	-603.35	-592.06	-574.4	-916.27	-574.4	-592.06	-603.35	-596.88	-571.81	-536.41	-730.15	
4	-766.78	-528.54	-550.51	-570.52	-576.87	-570.67	-567.37	-953.95	-567.37	-570.67	-576.87	-570.52	-550.51	-528.54	-766.78	
5	-777.26	-512.77	-525.29	-540.92	-547.04	-544.69	-550.11	-958.93	-550.11	-544.69	-547.04	-540.92	-525.29	-512.77	-777.26	
6	-754.51	-495.48	-503.97	-516.15	-521.93	-522.13	-529.43	-925.03	-529.43	-522.13	-521.93	-516.15	-503.97	-495.48	-754.51	
7	-616.24	-454.72	-461.32	-469.38	-474.26	-476.42	-481.57	-754.32	-481.57	-476.42	-474.26	-469.38	-461.32	-454.72	-616.24	
8	-584.89	-425.69	-424.76	-429.11	-433.45	-438.14	-449.36	-712.11	-449.36	-438.14	-433.45	-429.11	-424.76	-425.69	-584.89	
9	-547.66	-389.25	-376.26	-376.22	-379.82	-387.53	-410.06	-663.49	-410.06	-387.53	-379.82	-376.22	-376.26	-389.25	-547.66	
10	-509.19	-345.82	-319.05	-315.16	-317.89	-327.91	-363.97	-614.55	-363.97	-327.91	-317.89	-315.16	-319.05	-345.82	-509.19	
11	-482.38	-292.68	-255.59	-249.87	-251.64	-261.65	-307.35	-580.62	-307.35	-261.65	-251.64	-249.87	-255.59	-292.68	-482.38	
12	-380.03	-133.21	-101.55	-97.08	-97.93	-104.59	-142.08	-456.15	-142.08	-104.59	-97.93	-97.08	-101.55	-133.21	-380.03	

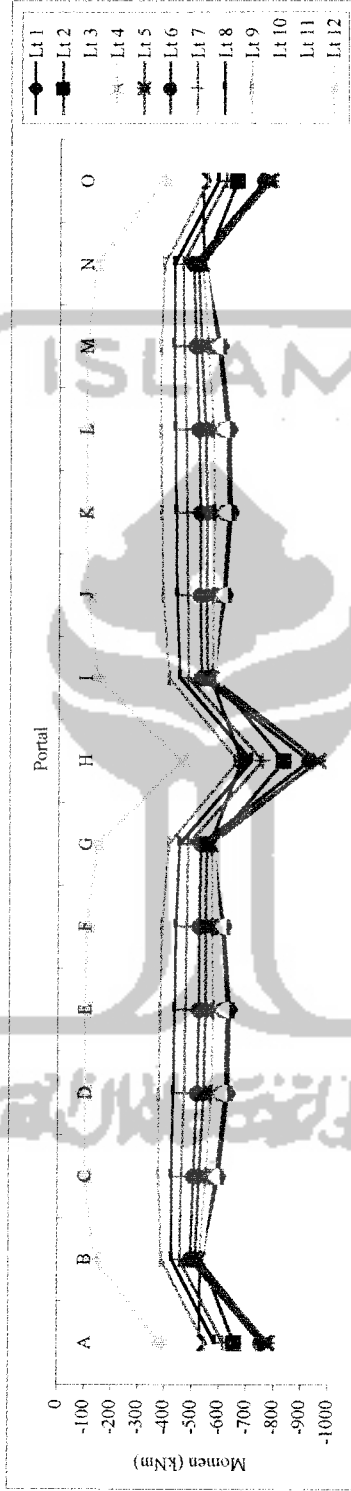
Tabel 7.18 Momen balok tumpuan as 1 pada struktur 18 tingkat (kNm)

Lantai	Portal															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	-647.95	-516.78	-569.37	-597.48	-603.47	-587.31	-546.16	-814.8	-546.16	-587.31	-603.47	-597.48	-569.37	-516.78	-647.95	
3	-859.03	-521.86	-557.53	-581.5	-588.06	-577.75	-557.83	-1085.4	-557.83	-577.75	-588.06	-581.5	-557.53	-521.86	-859.03	
5	-962.92	-512.45	-528.81	-546.3	-552.81	-549.27	-550.83	-1213.8	-550.83	-549.27	-552.81	-546.3	-528.81	-512.45	-962.92	
7	-838.46	-483.4	-497.81	-511.42	-517.16	-515.76	-516.03	-1057.5	-516.03	-515.76	-517.16	-511.42	-497.81	-483.4	-838.46	
9	-830.68	-459.65	-467.23	-478.07	-483.17	483.08	-488.92	-1047.7	-488.92	-483.08	-483.17	-478.07	-467.23	-459.65	-830.68	
11	-793.49	-424	-422	-429.32	-433.42	-434.79	-448.73	-1000.3	-448.73	-434.79	-433.42	-429.32	-422	-424	-793.49	
13	-607.9	-384.93	-385.04	-389.85	-392.73	-393.99	-401.96	-769.89	-401.96	-393.99	-392.73	-389.85	-385.04	-384.93	-607.9	
15	-557.65	-342.94	-328.62	-327.38	-329.39	-335.12	-356.85	-708.43	-356.85	-335.12	-329.39	-327.38	-328.62	-342.94	-557.65	
17	-520.5	-286.58	-249.88	-241.92	-242.93	-253.53	-297.34	-662.86	-297.34	-253.53	-242.93	-241.92	-249.88	-286.58	-520.5	
18	-428.53	-131.12	-94.27	-86.51	-87.03	-96.29	-138.11	-548.23	-138.11	-96.29	-87.03	-86.51	-94.27	-131.12	-428.53	

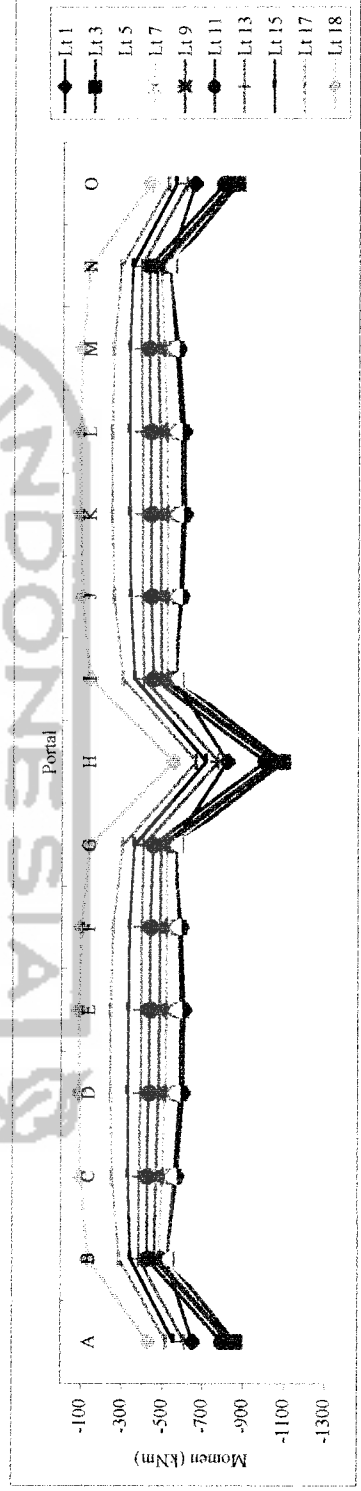




Gambar 7.16 Momen tumpuan balok as 1 pada struktur 6 tingkat



Gambar 7.17 Momen tumpuan balok as 1 pada struktur 12 tingkat

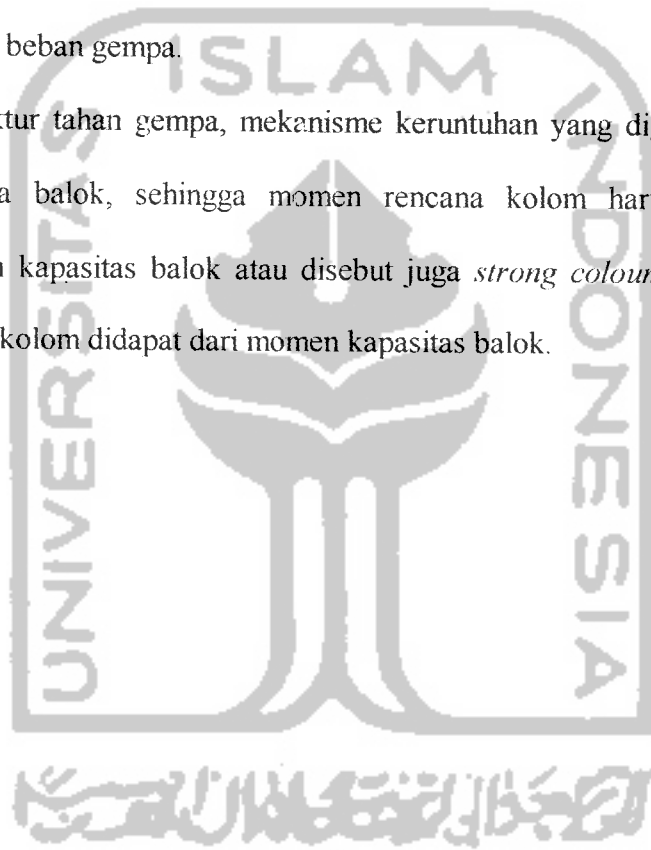


Gambar 7.18 Momen tumpuan balok as 1 pada struktur 18 tingkat

7.5 Momen Desain Balok

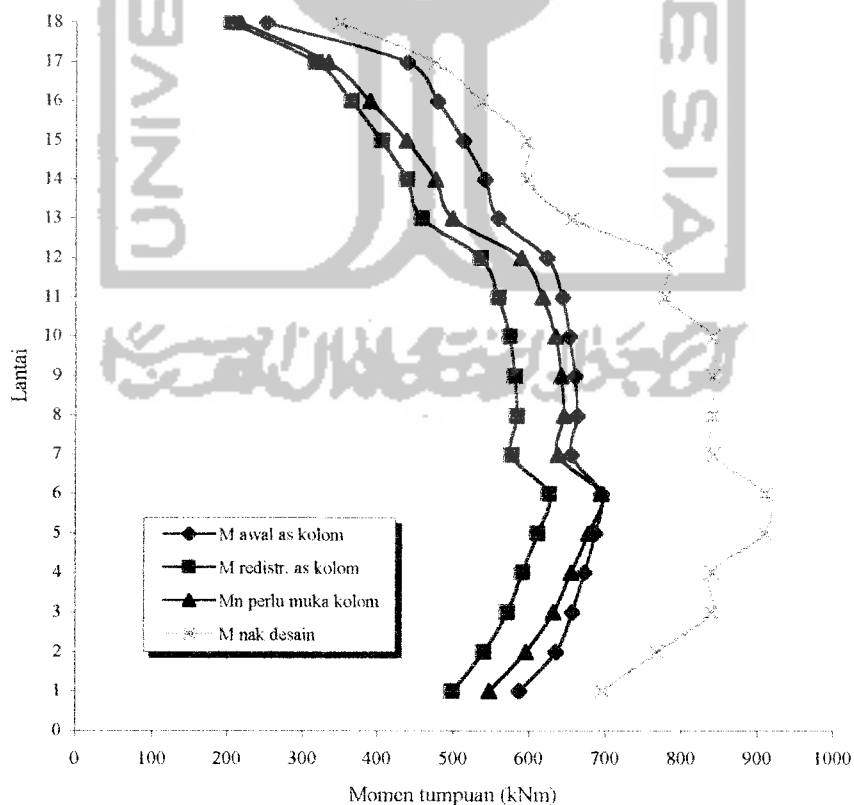
Pada tugas akhir ini yang didesain struktur 18 tingkat dan struktur yang menggunakan pondasi jepit, karena pola dan cara pengerjaannya sama. Momen yang digunakan dalam desain balok adalah momen balok dimuka kolom yang didapatkan dari hasil interpolasi momen as kolom. Dari momen tersebut diambil momen maksimum dari hasil kombinasi-kombinasi pembebanan baik beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Pada struktur tahan gempa, mekanisme keruntuhan yang digunakan adalah keruntuhan pada balok, sehingga momen rencana kolom harus lebih besar daripada momen kapasitas balok atau disebut juga *strong coloumn weak beam*. Momen rencana kolom didapat dari momen kapasitas balok.



Tabel 7.19 Momen tumpuan balok portal C struktur 18 tingkat

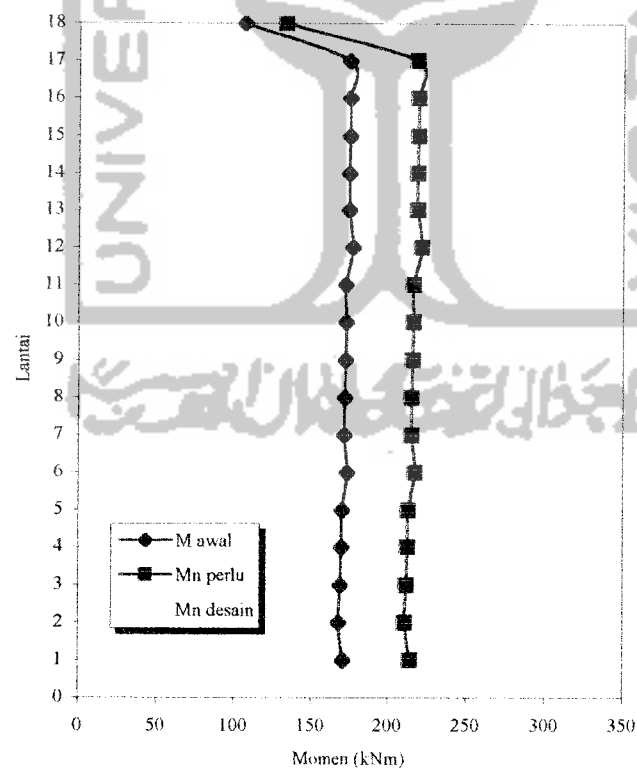
Lantai	M awal as kolom (kNm)	M redistribusi as kolom (kNm)	Mn perlu muka kolom (kNm)	Mnak desain (kNm)
1	586.858	498.829	547.096	696.288
2	634.941	539.700	594.915	767.198
3	655.946	570.673	631.082	838.633
4	671.780	591.166	654.745	838.633
5	686.057	610.591	677.340	908.886
6	694.730	625.257	693.911	908.886
7	654.555	576.009	636.842	840.839
8	662.514	583.013	644.628	840.839
9	659.253	580.143	641.247	840.839
10	651.328	573.168	633.254	840.839
11	642.134	558.656	616.129	776.257
12	622.171	535.067	587.713	776.257
13	557.470	457.126	497.583	653.786
14	539.992	437.393	474.791	594.218
15	511.974	404.459	436.404	594.218
16	477.767	363.103	388.127	533.941
17	437.533	315.024	332.209	473.700
18	250.337	202.773	215.165	347.059



Gambar 7.19 Momen tumpuan balok pada portal C struktur 18 tingkat

Tabel 7.20 Momen lapangan balok portal C struktur 18 tingkat

Lantai	M awal (kNm)	Mn perlu (kNm)	Mn desain (kNm)
1	171.212	214.015	321.074
2	168.396	210.495	321.074
3	169.292	211.615	321.074
4	169.948	212.435	321.074
5	170.192	212.740	321.074
6	173.440	216.800	321.074
7	171.672	214.590	298.391
8	171.916	214.895	298.391
9	172.340	215.425	298.391
10	172.752	215.940	298.391
11	172.536	215.670	298.391
12	176.784	220.980	298.391
13	174.652	218.315	275.709
14	174.500	218.125	275.709
15	174.692	218.365	275.709
16	174.840	218.550	275.709
17	174.396	217.995	275.709
18	106.216	132.770	208.673



Gambar 7.20 Momen lapangan balok pada portal C struktur 18 tingkat