

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pendahuluan yang berguna untuk menentukan kekuatan bahan yang dipakai dalam pengujian benda uji yang sebenarnya untuk mengetahui kekuatan komposit baja beton. Hasil-hasil pengujian akan digunakan untuk mengetahui perilaku kolom komposit baja beton yang menerima beban sentris.

5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

1. Hasil uji pendahuluan untuk tarik baja.

Hasil uji pendahuluan meliputi dimensi benda uji, beban leleh (P_y), beban maksimum atau beban ultimit (P_u), dan beban pada saat putus. Hasil uji pendahuluan digunakan untuk menentukan tegangan leleh (F_y) dan tegangan ultimit (F_u) yang berguna untuk mengetahui perilaku kolom komposit baja beton.

Hasil uji pendahuluan untuk tarik baja adalah sebagai berikut:

a. Benda uji tarik 1

- 1) Luas penampang benda uji = 23,75 mm
- 2) Beban leleh (P_y) = 495 Kg
- 3) Beban Ultimit (P_u) = 587,5 Kg
- 4) Beban putus = 270 Kg

b. Benda uji tarik 2

- 1) luas penampang benda uji = 23,75mm
- 2) beban leleh = 500 Kg
- 3) beban Ultimit (Pu) = 610Kg
- 4) beban patah = 290Kg

2. Uji pendahuluan desak beton

Uji pendahuluan desak beton berupa dimensi benda uji dan kuat tekan beton karakteristik. Untuk mengetahui tegangan beton (f_c) yang direncanakan dalam penelitian.

Adapun hasil dari pengujian desak beton adalah sebagai berikut:

a. Benda uji silinder beton1

1. Tinggi silinder beton = 30 cm
2. Diameter silinder = 15,02 cm
3. Beban Maksimum = 370KN
4. Berat Benda uji = 12.77Kg

b. Benda uji silinder beton2

1. Tinggi silinder beton = 30 cm
2. Diameter silinder beton = 15,05 cm
3. Beban maksimum = 360 KN
4. Berat Benda uji = 12.77 Kg

c. Benda uji silinder beton3

1. Tinggi silinder beton = 30 cm
2. Diameter silinder beton = 15,05 cm

3. Beban maksimum = 370 KN
4. Berat Benda uji = 12.77 Kg

5.1.2 Hasil Pengujian Kolom Silinder Baja

Hasil yang didapatkan dari pengujian kolom silinder baja berupa beban maksimum (P_{cr}) yang terjadi dan defleksi kolom.

Pengukuran lendutan yang terjadi pada kolom dilakukan pada tiga titik yang masing masing titik berjarak $1/4L$. Dial 1 dan Dial 4 diletakkan pada jarak $1/4L$ dari tepi yang langsung menerima beban. Dial 1 untuk arah horisontal sedang dial 4 untuk arah vertikal. Dial 2 dan dial 5 diletakkan pada jarak $2/4L$ dari tepi yang langsung menerima beban, dial 2 untuk arah horisontal dan dial 5 untuk arah vertikal. Dial 3 dan dial 6 diletakkan pada jarak $1/4L$ dari tepi tumpuan, dial 3 untuk arah horisontal dan dial 6 untuk arah vertikal.

Hasil Pengujian disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

1. Kolom K1 dengan panjang 75 cm.

Tabel 5.1 Defleksi kolom K1

Beban (ton)	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	23	33	20	12	18	10
1.4	41	43	38	28	36	24
2.1	52	54	48	56	62	52
2.8	74	79	69	78	86	82
3.5	100	108	94	96	106	102
4.2	136	142	132	112	126	120
4.55	212	220	208	146	162	152
4.9	283	296	279	196	208	204
5.25	301	320	294	202	216	212
5.6	364	354	332	243	265	246
5.25	384	396	378	234	256	276

2. Kolom K2 dengan panjang 100 cm.

Tabel 5.2 Defleksi kolom K2

Beban (ton)	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	23	33	20	12	18	10
1.4	41	43	38	28	36	24
2.1	52	54	48	56	62	52
2.8	74	79	69	78	86	82
3.5	100	108	94	96	106	102
4.2	136	142	132	112	126	120
4.55	212	220	208	146	162	152
4.9	283	296	279	196	208	204
5.25	326	389	306	202	216	212
5.425	374	466	368	234	256	242
5.25	412	494	4012	265	297	269

3. Kolom K3 dengan panjang 125 cm.

Tabel 5.3 Defleksi kolom K3

Beban (ton)	Arah horisontal			Arah vertikal		
	Dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.35	25	70	36	25	43	35
0.7	50	164	83	65	132	94
1.05	65	190	107	85	164	122
1.4	73	216	131	98	195	140
1.75	95	243	152	135	223	175
2.1	125	270	186	155	250	196
2.45	150	285	225	186	266	217
2.8	174	310	307	198	282	237
3.15	194	327	314	222	302	267
3.5	234	360	321	250	320	296
3.85	265	379	355	265	332	302
4.2	295	398	382	280	345	318
4.55	322	424	397	290	355	328
4.9	367	450	411	302	365	336
5.25	425	540	435	326	476	345
4.9	460	598	457	375	502	368

4.. Kolom K4 dengan panjang 150 cm.

Tabel 5.4 Defleksi kolom K4

Beban (ton)	arah horisontal			arah vertikal		
	dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.35	52	69	78	63	111	99
0.7	85	108	109	134	195	170
1.05	126	148	186	182	231	218
1.4	156	194	206	216	267	252
1.75	216	204	226	229	281	265
2.1	226	234	246	232	283	268
2.45	229	234	264	237	291	273
2.8	236	247	296	243	294	279
3.15	289	298	326	289	326	304
3.5	324	356	398	306	375	346
3.85	389	412	465	368	412	387
4.2	436	498	536	412	456	426
4.55	496	546	589	456	498	476
4.9	532	608	657	506	597	526
4.55	579	636	712	548	587	579

5. Kolom K5 dengan panjang 150 cm.

Tabel 5.5 Defleksi kolom K5

Beban (ton)	Arah horisontal			arah vertikal		
	dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.35	290	256	172	172	150	136
0.7	384	309	190	238	214	184
1.05	476	346	220	350	324	295
1.4	496	372	232	375	364	322
1.75	511	398	245	410	386	365
2.1	540	422	250	440	425	385
2.45	559	432	275	465	430	408
2.8	602	446	312	483	442	412
3.15	634	459	322	492	462	420
3.5	664	486	340	513	484	426
3.85	695	513	353	517	492	452
4.2	780	576	421	524	501	462
4.375	820	645	475	535	506	465

6. Kolom K6 dengan panjang 250 cm.

Tabel 5.6 Defleksi kolom K6

Beban (ton)	Arah horizontal			Arah vertikal		
	dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.35	-88	-74	-91	-88	-75	-54
0.7	-128	-111	-113	-246	-194	-274
1.05	-186	-184	-178	-528	-511	-516
1.4	-296	-246	-289	-614	-600	-597
1.75	-311	-290	-293	-668	-633	-624
2.1	-411	-440	-464	-736	-720	-710
2.45	-508	-492	-498	-746	-724	-722
2.80	-540	-514	-544	-764	-740	-727
3.15	-596	-563	-577	-794	-746	-733
3.5	-646	-590	-608	-803	-765	-741
3.85	-690	-641	-634	-818	-760	-756
4.2	-689	-702	-694	-836	-790	-778
3.85	-786	-832	-796	-882	-840	-866

7. Kolom K7 dengan panjang 325 cm.

Tabel 5.7 Defleksi kolom K7

Beban (ton)	Arah Horizontal			Atah Vertikal		
	dial1	dial2	dial3	dial4	dial5	dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.35	200	280	222	372	343	313
0.7	416	535	446	552	485	438
1.05	542	664	547	587	555	528
1.4	662	750	675	652	588	556
1.75	730	812	746	692	652	623
2.1	778	868	792	712	686	658
2.45	868	964	876	776	754	732
2.8	942	1024	937	812	790	770
3.15	1040	1130	1052	826	780	756
3.5	1153	1245	1158	880	854	818
3.85	1342	1445	1348	989	891	862
4.00	1551	1841	1576	1163	1086	986
3.85	1342	1445	1348	989	891	862

5.1.3 Hasil Pengujian Kolom Komposit

Hasil yang didapatkan dari pengujian kolom pipa komposit baja beton berupa beban kritis (Per) dan juga defleksi yang terjadi pada kolom pipa komposit baja beton. Hasil dari pengujian kolom komposit ditabelkan dari tabel 5.8a sampai dengan tabel 5.14.b

1. Kolom Komposit (KK1) panjang 75 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.8a Beban Kritis KK1

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Per(ton)	11,2	11,3	11,45	11,3

b. Defleksi

Tabel 5.8b Defleksi KK1

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	-6	-15	-8	-18	-32	-22
1.4	-12	-23	-16	-24	-40	-30
2.1	-16	-26	-18	-28	-43	-32
2.8	-24	-35	-24	-36	-52	-38
3.5	-27	-39	-29	-39	-56	-43
4.2	-32	-46	-36	-44	-63	-50
4.9	-38	-52	-41	-50	-69	-55
5.6	-46	-63	-50	-58	-80	-64
7	-56	-79	-56	-68	-96	-70
7.7	-64	-85	-67	-76	-102	-81
8.4	-72	-99	-75	-84	-116	-89
9.1	-82	-106	-92	-92	-123	-106
9.8	-97	-125	-104	-107	-142	-112
10.5	-108	-136	-112	-118	-153	-120
10.8	-118	-149	-119	-128	-166	-127
11.2	-121	-152	-126	-131	-169	-134
11.3	-129	-172	-139	-136	-189	-147
11.2	-136	-196	-149	-146	-213	-157

2. Kolom Komposit (KK2) dengan panjang 100 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.9a Beban Kritis KK2

Per(ton)	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
	11.35	11.3	9.	10,85

b. Defleksi

Tabel 5.9b Defleksi KK2

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	-12	-26	-8	-24	-43	-22
1.4	-21	-38	-16	-33	-55	-30
2.1	-35	-49	-24	-47	-66	-38
2.8	-46	-68	-29	-58	-85	-43
3.5	-52	-79	-36	-64	-96	-50
4.2	-68	-89	-41	-80	-106	-55
4.9	-78	-102	-50	-90	-119	-64
5.6	-92	-119	-52	-104	-136	-66
6.3	-112	-129	-67	-124	-146	-81
7	-128	-146	-75	-140	-163	-89
7.7	-142	-164	-89	-154	-181	-103
8.4	-164	-186	-112	-176	-203	-126
9.1	-175	-204	-124	-185	-221	-138
9.8	-189	-228	-132	-199	-245	-140
10.5	-202	-245	-154	-212	-262	-162
10.85	-214	-268	-179	-224	-285	-187
10.5	-226	-289	-186	-236	-306	-194

3. Kolom komposit (KK3) dengan panjang 125 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.10a Beban Kritis KK3

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Per(ton)	10,85	9.1	11,2	10,5

c. Defleksi

Tabel 5.10b Defleksi KK3

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	26	46	33	-26	-29	-19
1.4	46	62	53	-34	-45	-39
2.1	62	84	69	-50	-67	-55
2.8	84	99	91	-72	-82	-77
3.5	99	110	106	-87	-93	-92
4.2	108	132	115	-96	-115	-101
4.9	128	149	135	-116	-132	-121
5.6	149	176	156	-137	-159	-142
6.3	174	202	181	-162	-185	-167
7	196	242	203	-184	-225	-189
7.7	212	268	219	-200	-251	-205
8.4	226	296	233	-214	-279	-219
9.1	246	324	253	-234	-307	-239
9.8	268	346	275	-256	-329	-261
10.5	289	364	296	-277	-347	-282
10.2	346	384	353	-334	-367	-339

4. Kolom komposit (KK4) dengan panjang 125 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.11a Beban Kritis KK4

Per	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
	9,8	10,5	9,5	9.8

b. Defleksi

Tabel 5.11b Defleksi KK4

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	46	60	65	76	86	92
1.4	76	95	100	106	126	132
2.1	95	124	129	125	159	169
2.8	124	144	149	154	179	189
3.5	146	180	185	176	215	225
4.2	175	209	214	205	244	254
4.9	202	244	249	232	279	289
5.6	254	289	294	284	324	334
6.3	285	312	317	315	347	357
7	302	356	361	332	391	401
7.7	349	389	394	379	424	434
8.4	378	432	437	408	467	477
9.1	394	476	481	424	511	521
9.8	420	522	527	450	557	567
9.45	446	520	525	476	555	565

5. Kolom komposit (KK5) dengan panjang 150 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.12a Beban Kritis KK5

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Pcr(ton)	9,05	9,1	9,45	9,1

b. Defleksi

Tabel 5.12b Defleksi KK5

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	68	96	84	-56	-79	-70
1.4	102	160	148	-90	-143	-134
2.1	150	213	201	-138	-196	-187
2.8	196	256	244	-184	-239	-230
3.5	226	302	290	-214	-285	-276
4.2	289	336	324	-277	-319	-310
4.9	312	398	386	-300	-381	-372
5.6	346	412	400	-334	-395	-386
6.3	397	146	134	-385	-129	-120
7	436	496	484	-424	-479	-470
7.7	498	536	524	-486	-519	-510
8.4	526	589	577	-514	-572	-563
9.1	556	634	622	-544	-617	-608
8.75	589	674	662	-577	-657	-648

6. Kolom komposit (KK6) dengan panjang 200 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.13a Beban Kritis KK6

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Per(ton)	7,9	7,7	7,5	7,7

b. Defleksi

Tabel 5.13b Defleksi KK6

Beban Ton	Arah Horisontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	126	156	132	-226	-263	-226
1.4	225	259	209	-325	-366	-303
2.1	296	326	280	-396	-433	-374
2.8	346	438	330	-446	-545	-424
3.5	412	526	396	-512	-633	-490
4.2	476	698	460	-576	-805	-554
4.9	526	756	510	-626	-863	-604
5.6	602	820	586	-702	-927	-680
6.3	698	960	682	-798	-1067	-776
7	756	1089	740	-856	-1196	-834
7.7	820	1126	804	-920	-1233	-898
7	960	1189	944	-1060	-1296	-1038

7. Kolom komposit (KK7) dengan panjang 325 cm

a. Beban kritis

Tabel 5.14a Beban Kritis KK7

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Per(ton)	7	6,3	5,6	6,3

b. Defleksi

Tabel 5.14b Defleksi KK7

Beban Ton	Arah Horizontal			Arah Vertikal		
	Dial1	Dial2	Dial3	Dial4	Dial5	Dial6
0	0	0	0	0	0	0
0.7	250	298	132	-350	-405	-226
1.4	326	498	310	-426	-605	-404
2.1	402	654	386	-502	-761	-480
2.8	497	678	481	-597	-785	-575
3.5	536	789	520	-636	-896	-614
4.2	587	895	571	-687	-1002	-665
4.9	708	978	692	-808	-1085	-786
5.6	890	1189	874	-990	-1296	-968
6.3	997	1250	981	-1097	-1357	-1075
5.6	1054	1360	1038	-1154	-1467	-1132

5.2 Pembahasan

5.2.1 Pembahasan uji pendahuluan

Data yang diperoleh dari uji pendahuluan berguna untuk mendapatkan properti dari baja yang digunakan dalam pengujian. Tegangan leleh (F_y) didapatkan dengan cara membagi beban leleh baja dengan luas penampang baja ($F_y = P_y/A$). tegangan ultimit (F_u) didapatkan dengan membagi beban maksimum baja dengan luas penampang baja ($F_u = P_u/A$). Sedang kuat tekan beton (F'_c) didapatkan dengan membagi beban maksimum beton dengan luas penampang beton.

Hasil uji pendahuluan adalah sebagai berikut:

A. Benda uji berupa tarik baja.

1. Benda uji tarik baja 1

- a. tegangan leleh (F_y)= 2084,2 Kg/cm²
- b. tegangan ultimit (F_u)= 2383,7 Kg/cm²
- c. tegangan putus= 1136,8 Kg/cm²

2. Benda uji tarik baja 2

- a. tegangan leleh= 2105,26 Kg/cm²
- b. tegangan ultimit= 2484,21 Kg/cm²
- c. tegangan putus: 1157,8 Kg/cm²

Tabel 5.15 tabel hasil pengujian tarik baja

	Benda uji Kg/cm ²	Benda uji 2 Kg/cm ²	Rata-rata Kg/cm ²
Tegangan Leleh (Fy)	2084,21	2105,26	2094,74
Tegangan Ultimit(Fu)	2383,7	2484,21	2433.95
Tegangan Putus	1136,8	1157,8	1147,3

B. Benda uji berupa desak beton

1. Benda uji desak beton 1

Kuat desak beton = 211.89 kg/cm²

Berat jenis beton = 2,403t/m³

2. Benda uji desak beton 2

Kuat desak beton = 206,32kg/cm²

Berat jenis beton =2.34 t/m³

3. Benda uji desak beton 3

Kuat desak beton = 212,07kg/cm²

Berat jenis beton =2,401t/m³

Tabel 5.16 Hasil pengujian Desak beton

	Benda uji 1	Benda uji 2	Benda uji3	Rata-rata
Kuat Desak (f'c)	211,89	206,32	212,07	210,09
Berat Jenis (t/m ³)	2.403	2,34	2,401	2,38

Dari Hasil pengujian pendahuluan didapatkan hasil sebagai berikut,
tegangan leleh baja (fy) =2094,74 Kg/cm²

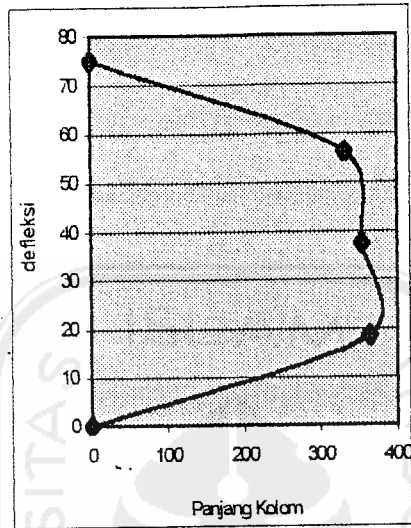
Baja dengan mutu ini termasuk baja lunak dan tidak dapat dipakai untuk bangunan struktur. Hasil uji dari desak beton didapatkan kuat desak beton rata-rata (f_c)= 210,09Kg/cm².

Sehingga beton yang direncanakan pada awal penelitian yaitu beton dengan kuat desak (f_c') = 200Kg/cm² terpenuhi. Dan untuk perhitungan selanjutnya dipakai beton dengan (f_c')= 210,09Kg/cm².



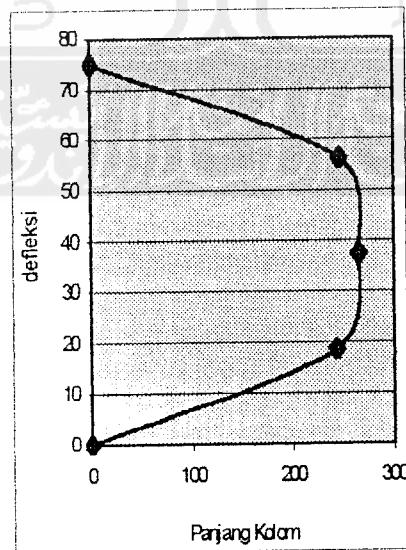
1. Defleksi kolom K1

a. Arah Horizontal



Gambar 5.1a Gambar Defleksi K1 pada saat kritis

b. Arah Vertikal



Gambar 5.1b Gambar Defleksi K1 pada saat kritis

5.2.2 Pembahasan Kolom Silinder Baja

5.2.a Beban Kritis

Beban Kritis (Per) yang terjadi pada masing-masing kolom silinder baja dan bentuk deformasi kolom pada saat terjadi beban kritis (Per) ditentukan berdasar hasil pengujian (Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.7). Beban kritis (Per) yang terjadi pada masing-masing kolom ditampilkan pada tabel 5.15, Untuk memudahkan pembahasan maka nilai-nilai Per hasil pengujian pipa baja dalam satuan ton dikonversikan kedalam satuan KN.

Tabel 5.17 Beban kritis kolom silinder baja

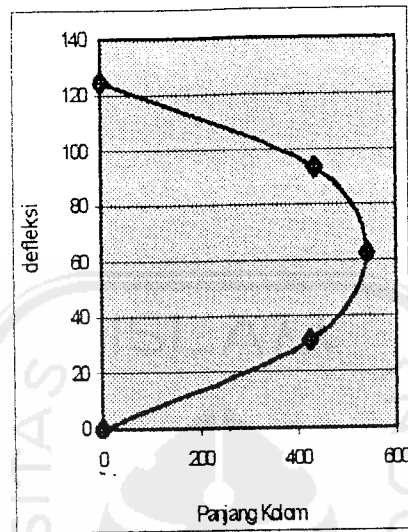
No	Sampel	Kl/r	Per(KN)
1	K1	28,19	54.95
2	K2	37,59	53.28
3	K3	46,99	51.52
4	K4	56,39	48.086
5	K5	75,18	42.93
6	K6	93,98	41.51
7	K7	122,18	39.25

Pada saat terjadi beban kritis (Per) bentuk deformasi kolom pipa komposit dapat ditentukan dengan cara memilih nilai defleksi yang terbaca pada masing-masing dial pada saat terjadi beban kritis, nilai-nilai yang terbaca pada masing-masing dial kemudian ditampilkan dalam bentuk gambar defleksi kolom.

Bentuk defleksi kolom silinder baja dapat dilihat pada Gambar 5.1a sampai dengan Gambar 5.7b.

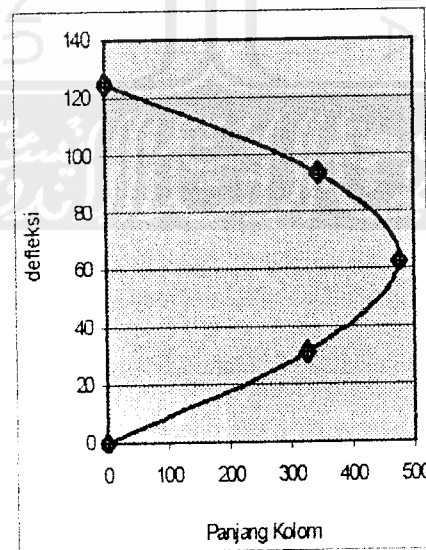
3. Deformasi Kolom K3

a. Arah Horizontal



Gambar 5.3a Gambar Defleksi K3 pada saat kritis

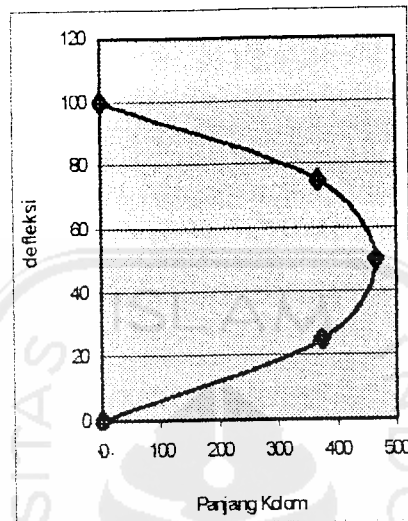
b. Arah Vertikal



Gambar 5.3b Gambar Defleksi K3 pada saat kritis

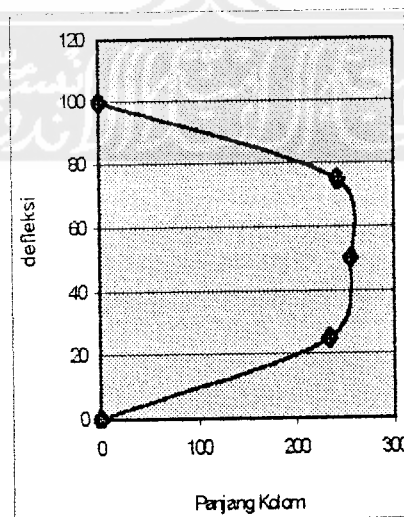
2. Defleksi kolom K2

a. Arah Horizontal

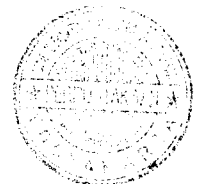


Gambar 5.2a Gambar Defleksi K2 pada saat kritis

b. Arah Vertikal

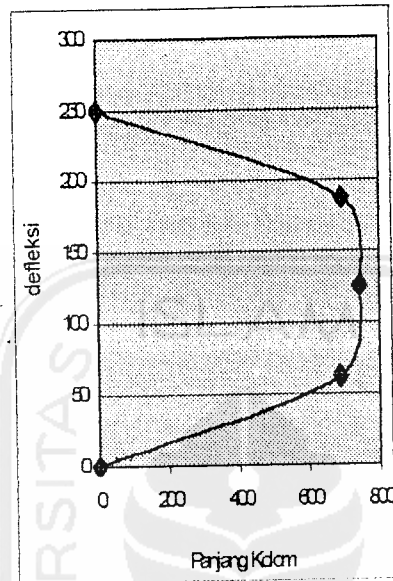


Gambar 5.2b Gambar Defleksi K2 pada saat kritis



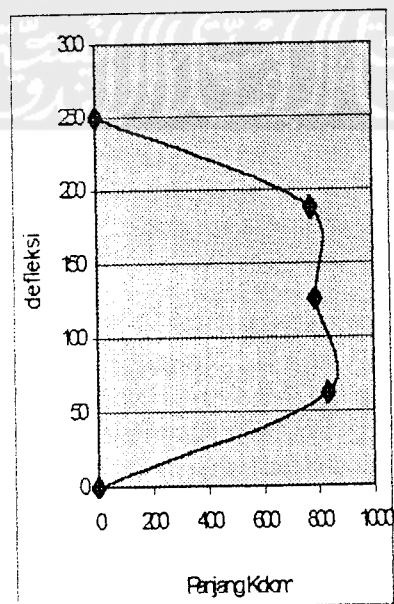
6. Defleksi kolom K6

a. Arah Horizontal



Gambar 5.6a Gambar Defleksi K6 pada saat kritis

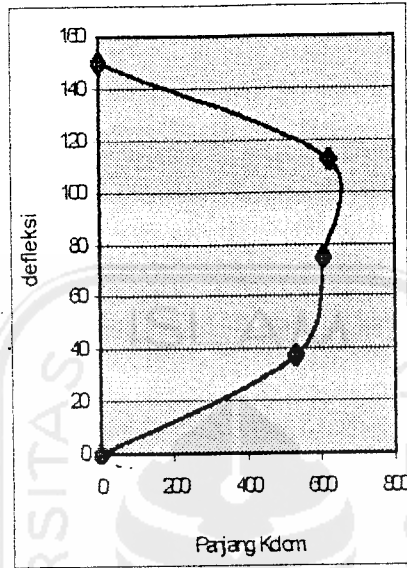
b. Arah Vertikal



Gambar 5.6b Gambar Defleksi K6 pada saat kritis

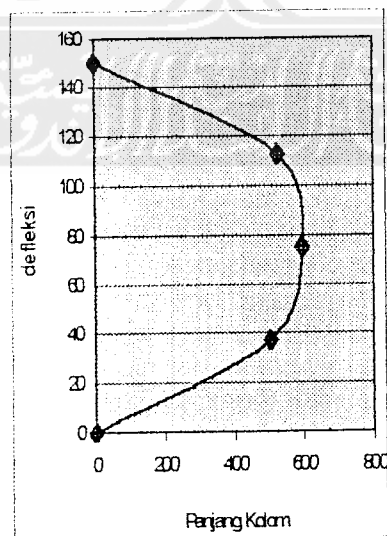
4. Defleksi Kolom K4

a. Arah Horizontal



Gambar 5.4a Gambar Defleksi K4 pada saat kritis

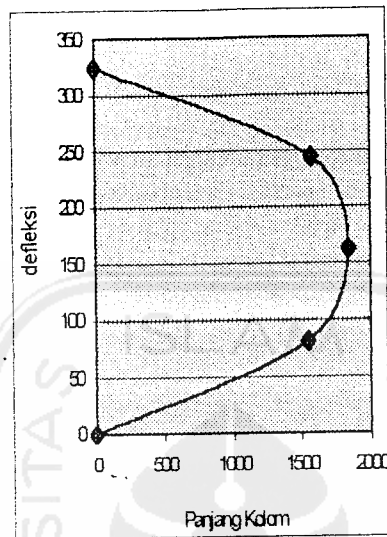
b. Arah Vertikal



Gambar 5.4b Gambar Defleksi K4 pada saat kritis

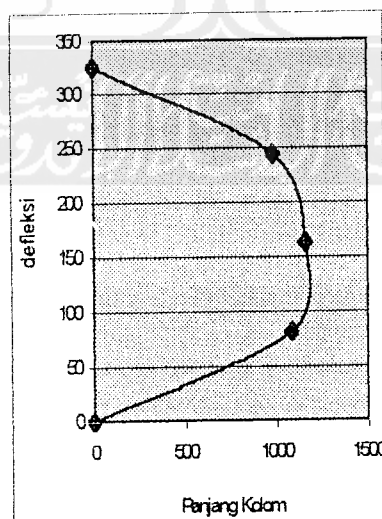
7. Defleksi kolom K7

a. Arah horisontal



Gambar 5.7b Gambar Defleksi K7 pada saat kritis

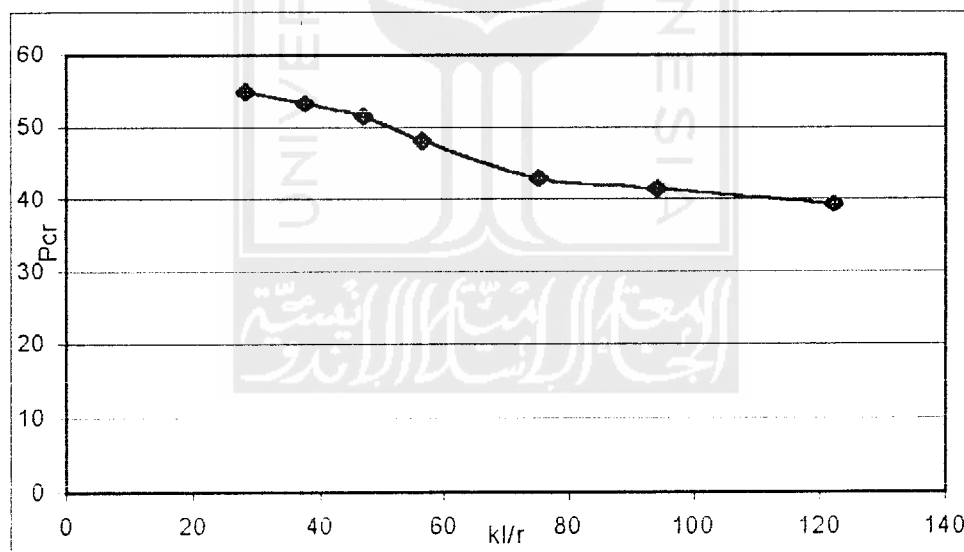
b. Arah Vertikal



Gambar 5.7b Gambar Defleksi K7 pada saat kritis

Berdasarkan gambar Defleksi pada gambar 5.1a sampai dengan gambar 5.7b dapat dilihat bahwa semua benda uji K1, K2, K3, K4, K5, K6 dan K7 bentuk deformasinya adalah merupakan deformasi kelengkungan tunggal. Hal ini karena kolom silinder baja mengalami tekuk yang menyebabkan kerusakannya adalah tekuk keseluruhan. Bentuk deformasi yang terjadi pada masing-masing kolom berbeda hal ini dikarenakan asumsi tumpuan yang dianggap sendi-sendi tidak bisa sepenuhnya diterapkan.

Data beban kritis P_{cr} pada tabel 5.17 dapat disajikan dalam bentuk grafik P_{cr} yang merupakan fungsi kl/r , grafik hubungan antara nilai kelangsingan dengan beban kritis dan tegangan kritis dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1. grafik P_{cr} hasil pengujian kolom pipa baja fungsi kl/r

Gambar 5.1 adalah grafik hubungan beban kritis kolom pipa baja dengan kl/r pada grafik 5.1 terlihat P_{cr} berubah seiring dengan perubahan kl/r , semakin besar nilai kl/r maka Nilai P_{cr} semakin mengecil. Hal ini menunjukkan bahwa

semakin langsing kolom pipa baja maka beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom pipa baja semakin kecil.

5.2.b Tegangan Kritis

Tegangan kritis hasil pengujian kolom silinder baja beton diperoleh dengan cara membagi beban kritis dengan luas dari penampang pipa baja.

Tegangan kritis dapat dituliskan dengan persamaan berikut $F_{cr} = P_{cr}/A$.

Salah satu contoh perhitungan tegangan kritis adalah sebagai berikut:

1. Kolom K1

$P_{cr} = 54,97$ KN, Luas tampang silinder beton (A_s) = $1,89 \text{ cm}^2$, maka;

$$F_{cr} = \frac{54,97 \times 1000}{1,89 \times 10^2}$$

$$F_{cr} = 290,67 \text{ Mpa}$$

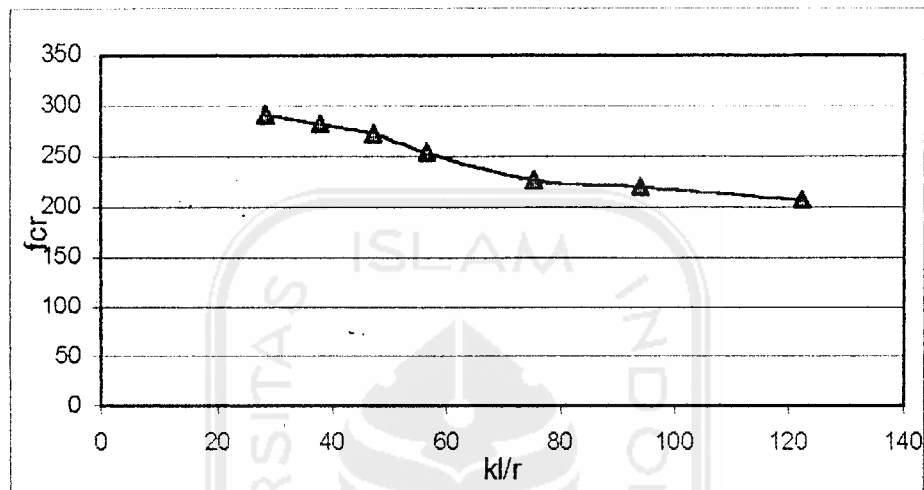
Proses penghitungan tegangan kritis untuk kolom K2, K3, K4, K5, K6 dan K7 sama seperti contoh dan dapat disajikan dalam bentuk tabel.

Tegangan kritis yang terjadi pada kolom silinder baja dapat dilihat pada tabel 5.16.

Tabel 5.18 tabel tegangan kritis kolom silinder beton

No	Sampel	KI/r	Fcr (Mpa)
1	K1	28,19	290,67
2	K2	37,59	281,87
3	K3	46,99	272,50
4	K4	56,39	254,33
5	K5	75,18	227,08
6	K6	93,98	220,57
7	K7	122,18	207,58

Hubungan tegangan kritis kolom pipa baja dengan nilai kelangsingan pada tabel 5.18 juga dapat ditunjukkan dengan gambar 5.2, gambar 5.2 menunjukkan hubungan tegangan kritis yang terjadi pada kolom silinder baja dengan nilai kelangsingan kolom.



Gambar 5.2. grafik tegangan kritis kolom pipa baja (F_{cr}) fungsi kl/r

Dari grafik hubungan tegangan kritis kolom pipa baja terlihat bahwa tegangan kritis yang terjadi semakin mengecil seiring dengan pertambahan nilai kelangsingan kolom. semakin langsing kolom maka kekuatan kolom akan turun.

Penurunan kekuatan kolom pipa baja diisi beton disebabkan karena semakin langsing kolom akan mengalami defleksi yang besar sehingga kolom hancur sebelum batas elastisnya tercapai.

5.2.3 Pembahasan Kolom Komposit

5.2.a Beban Kritis (Per)

Beban Kritis (Per) yang terjadi pada masing-masing kolom komposit dan bentuk deformasi kolom pada saat terjadi beban kritis (Per) ditentukan berdasar hasil pengujian (Tabel 5.8a sampai dengan Tabel 5.14b). Beban kritis (Per) yang terjadi pada masing-masing kolom ditampilkan pada tabel 5.17

Tabel 5.19 tabel beban kritis kolom komposit

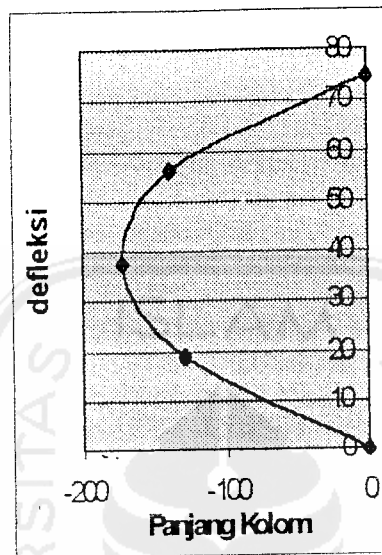
No	Sampel	Kl	L/r	Per(KN)
1	K1	75	35,54	110,89
2	K2	100	47,39	106,47
3	K3	125	59,24	103.,04
4	K4	150	71,09	99,60
5	K5	200	94,78	89,30
6	K6	250	118,48	75,56
7	K7	325	154,03	61,82

Pada saat terjadi beban kritis (Per) bentuk deformasi kolom komposit baja beton dapat ditentukan dengan cara memilih defleksi yang terbaca pada masing-masing dial pada saat terjadi beban kritis kemudian ditampilkan dalam bentuk grafis deformasi kolom.

Bentuk deformasi kolom komposit baja beton yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.8a sampai dengan gambar 5.14b.

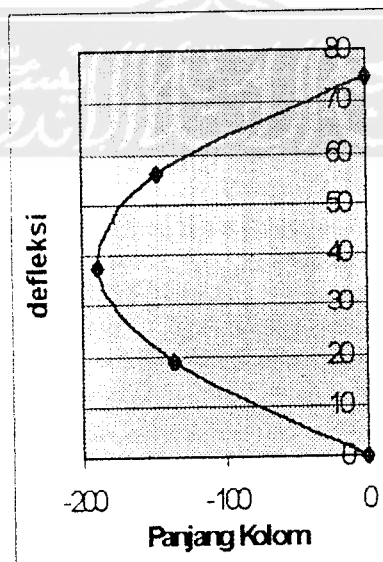
1. Defleksi kolom KK1

a. Arah Horizontal



Gambar 5.8a defleksi kolom KK1

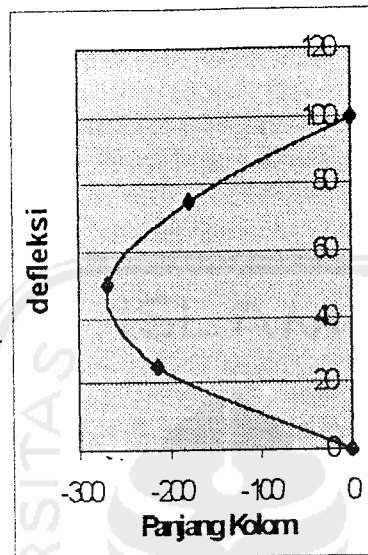
b. Arah Vertikal



Gambar 5.8b defleksi kolom KK1

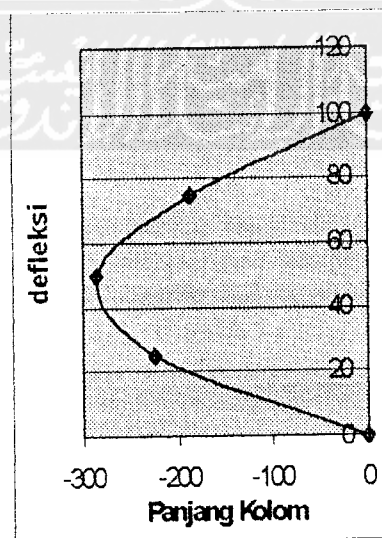
2. Defleksi kolom KK2

a. Arah Horizontal



Gambar 5.9a defleksi kolom KK2

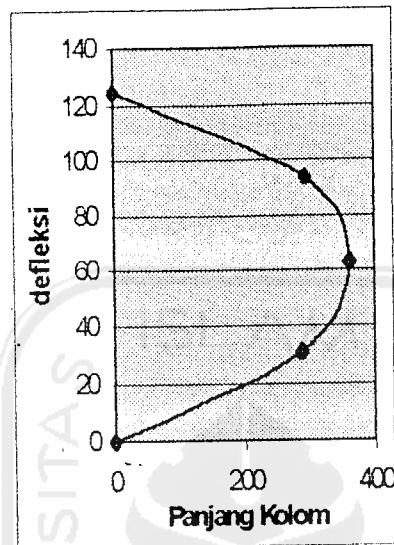
b. Arah Vertikal



Gambar 5.9b defleksi kolom KK2

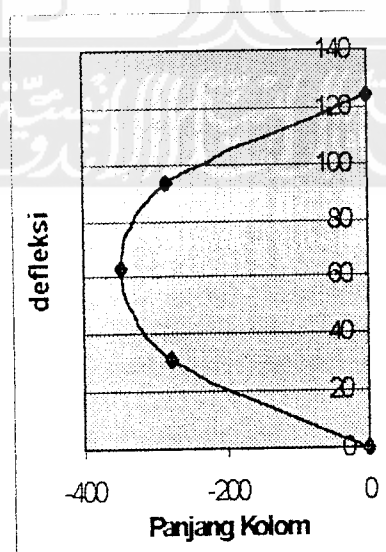
3. Defleksi Kolom KK3

a. Arah Horizontal



Gambar 5.10a defleksi kolom KK3

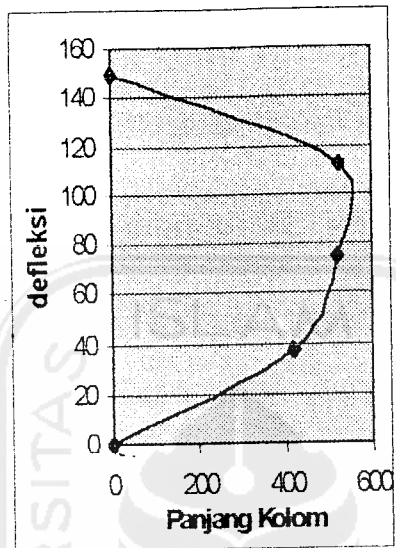
b. Arah Vertikal



Gambar 5.10b defleksi kolom KK3

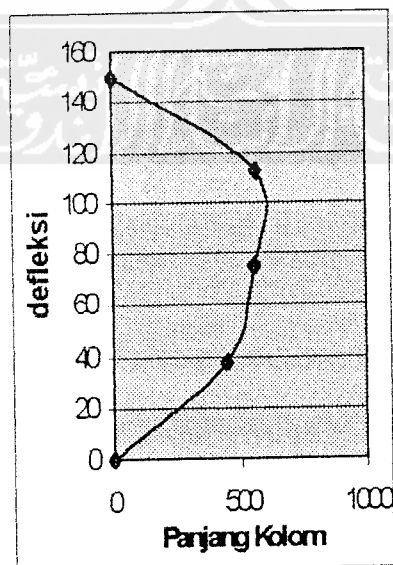
4. Defleksi Kolom KK4

a. Arah Horizontal



Gambar 5.11a defleksi kolom KK4

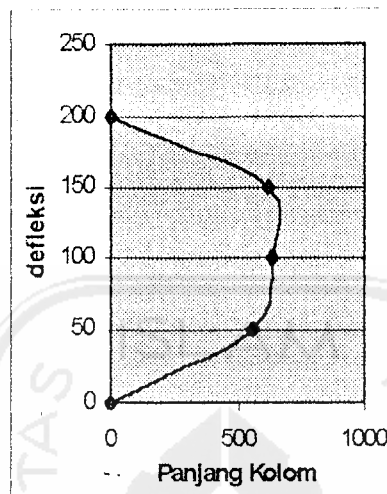
b. Arah Vertikal



Gambar 5.11b defleksi kolom KK4

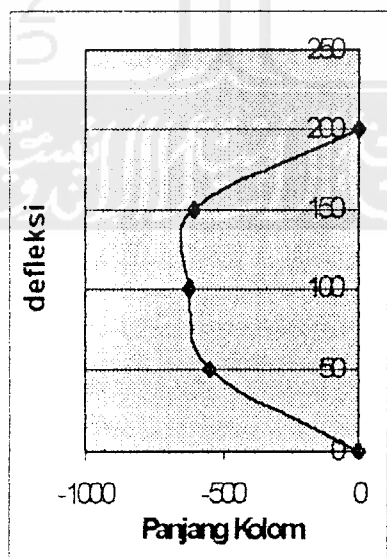
5. Defleksi Kolom KK5

a. Arah horisontal



Gambar 5.12a defleksi kolom KK5

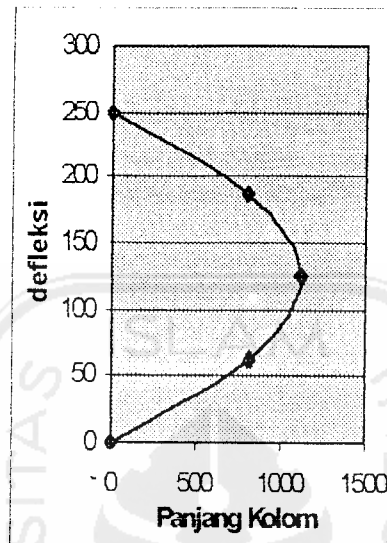
b. Arah Vertikal



Gambar 5.12b defleksi kolom KK5

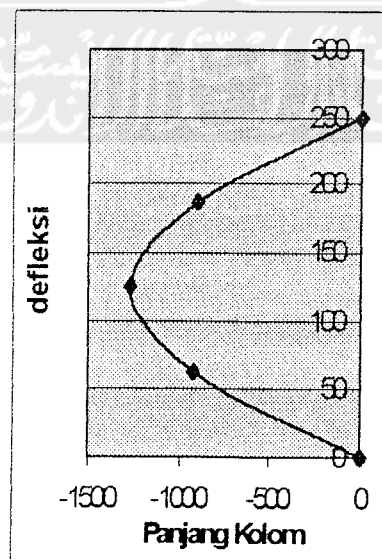
6. Defleksi kolom KK6

a. Arah Horizontal



Gambar 5.13a defleksi kolom KK6

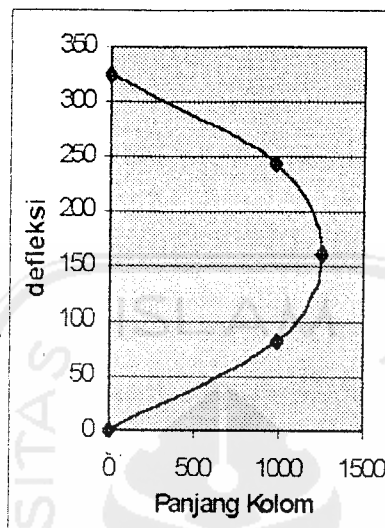
b. Arah Vertikal



Gambar 5.13b defleksi kolom KK6

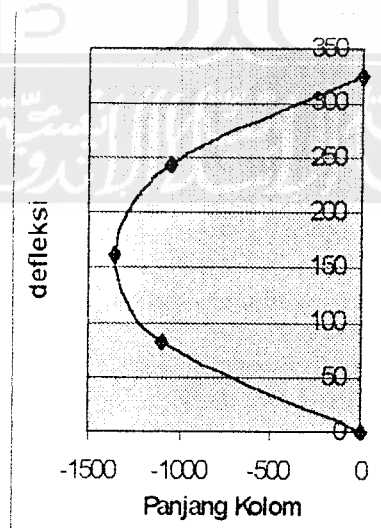
7. Defleksi kolom KK7

a. Arah horisontal



Gambar 5.14a defleksi kolom KK7

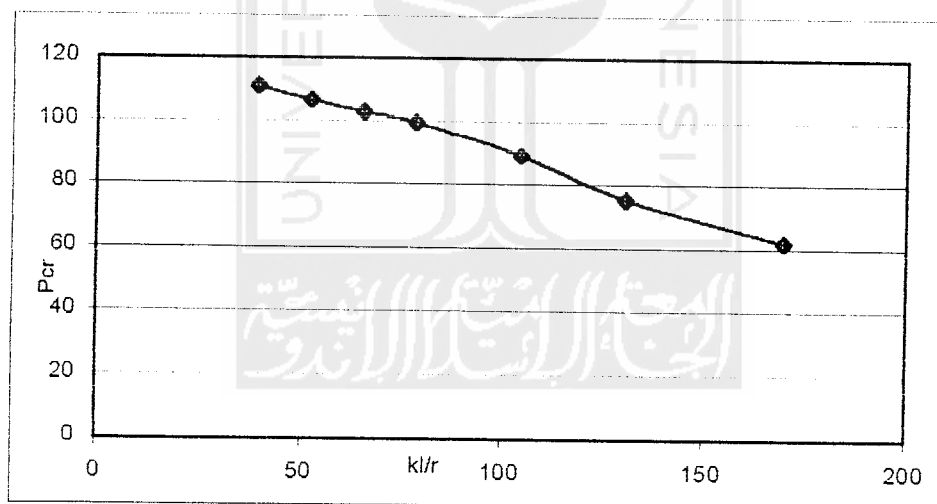
b. Arah vertikal



Gambar 5.14b defleksi kolom KK7

Gambar defleksi kolom komposit dari gambar 5.8a sampai dengan 5.14b memperlihatkan bentuk defleksi yang terjadi pada kolom pipa komposit baja beton adalah bentuk defleksi tunggal. Bentuk defleksi kolom pipa komposit yang terjadi tidak sama pada masing masing kolom memiliki bentuk yang tidak tetap hal ini karena anggapan pengekangan sendi-sendi yang diasumsikan tidaklah sepenuhnya bisa diterapkan.

Data beban kritis hasil pengujian kolom pipa komposit baja beton pada tabel 5.19 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan beban kritis kolom pipa komposit baja beton fungsi kl/r . Grafik hubungan beban kritis kolom pipa komposit baja beton fungsi kelangsingan dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 grafik P_{cr} hasil pengujian kolom komposit fungsi kl/r

Grafik hubungan P_{cr} kolom pipa komposit baja beton dengan kl/r pada gambar 5.3 memperlihatkan semakin besar nilai kl/r maka beban kritis kolom pipa komposit baja beton akan semakin kecil.

Hal ini berarti bahwa semakin langsing kolom komposit maka kolom komposit akan semakin lemah dan semakin kecil beban kritis yang mampu

ditahan kolom. Hal ini disebabkan pada kolom langsing pengaruh tekuk cukup dominan terutama tekuk keseluruhan sebelum batas kemampuan material terlampaui maka kolom sudah rusak.

5.2.b Tegangan Kritis

Tegangan kritis hasil pengujian kolom komposit didapatkan dengan cara membagi beban kritis dengan luas dari penampang kolom komposit baja beton. Dapat dituliskan sebagai berikut tegangan kritis (F_{cr})= P_{cr}/A_{comp} .

Salah satu contoh perhitungan tegangan kritis kolom komposit baja beton adalah sebagai berikut,

1. Kolom KK1

$$F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A_{comp}}$$

dengan, $P_{cr} = 110,89\text{KN}$, Luas tampang komposit (A_{comp}) = $59,529\text{cm}^2$

$$F_{cr} = \frac{110,89 \times 1000}{59,519 \times 10^2}$$

$$F_{cr} = 586,54 \text{ Mpa}$$

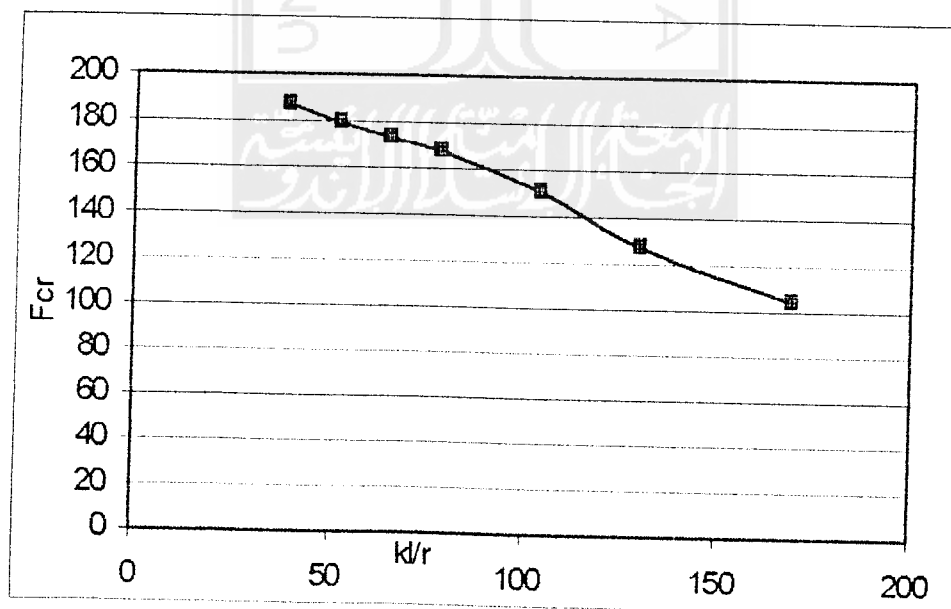
Untuk perhitungan tegangan kritis kolom yang lain yaitu:KK2, KK3, KK4, KK5, KK6, KK7 memiliki prosedur yang sama seperti perhitungan kolom KK1.

Tegangan kritis yang terjadi pada kolom komposit dapat dilihat pada tabel 5.18 yang merupakan tabel tegangan kritis hasil pengujian kolom komposit baja beton.

Tabel 5.20 Tegangan kritis kolom komposit

No	Sampel	kl/r	F _{cr} (Mpa)
1	KK1	35,54	186.3103
2	KK2	47,39	178.8841
3	KK3	59,24	173.1212
4	KK4	71,09	167.3415
5	KK5	94,78	150.0361
6	KK6	118,48	126.9511
7	KK7	154,03	103.8660

Hubungan antara nilai kelangsingan kl/r dengan tegangan kritis kolom pipa komposit baja beton (F_{cr}) hasil pengujian kolom pipa komposit baja beton pada tabel 5.20 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan tegangan kritis kolom pipa komposit baja beton (F_{cr}) fungsi kelangsingan (kl/r), dan ditunjukkan pada gambar 5.4

Gambar 5.4 grafik tegangan kritis kolom pipa komposit (F_{cr}) fungsi kl/r

Grafik hubungan tegangan kritis kolom pipa komposit baja beton dengan kelangsingan seperti ditampilkan pada gambar 5.4 memperlihatkan bahwa semakin besar nilai kelangsingan dari kolom pipa komposit baja beton maka kuat tekan kolom pipa komposit baja beton semakin kecil.

Jadi semakin langsing kolom pipa komposit baja beton kekuatan kolom pipa komposit baja beton tersebut semakin kecil. Penurunan tegangan disebabkan karena perbandingan luasan tampang komposit semakin kecil dibandingkan dengan panjang kolomnya. Sehingga tegangan yang mampu ditahan oleh kolom pipa komposit baja beton akan turun.



5.2.4 Perbandingan Pcr Kolom Silinder Baja dengan Pcr Kolom Komposit. Baja Beton

Beban kritis hasil pengujian kolom pipa baja dengan beban kritis hasil pengujian kolom pipa komposit dapat diperbandingkan dengan menggunakan fungsi L/D dan ditunjukkan pada tabel 5.19.

Tabel 5.21 tabel rasio Pcr pipa baja dan Pcr kolom komposit

L/D	Pcr Pipa Baja(KN)	Pcr komposit (KN)	$\frac{\text{Pcr kolom komposit}}{\text{Pcr pipa baja}}$
9.842	54.95	110.89	2.018
13.123	53.28	106.47	1.998
16.404	51.52	103.04	2.000
19.685	48.08	99.6	2.070
26.246	42.93	89.3	2.080
32.808	41.21	75.56	1.833
42.650	39.25	61.82	1.575

Tabel 5.21 merupakan tabel perbandingan antara beban kritis kolom pipa baja dengan kolom pipa komposit baja beton. Rasio perbandingan antara beban kritis kolom komposit dengan beban kritis kolom silinder baja menunjukkan bahwa nilai ratio perbandingan diatas nilai satu, hal ini berarti bahwa beban kritis kolom komposit lebih besar dari beban kritis kolom silinder baja. Perbandingan antara Pcr silinder baja dengan Pcr komposit dapat dilihat pada persamaan 5.11.

$$\frac{P_{cr \text{ kolom komposit}}}{P_{cr \text{ silinder baja}}} = \left[1,9507 - 0,00409 \frac{L}{D} \right] \quad (5.11)$$

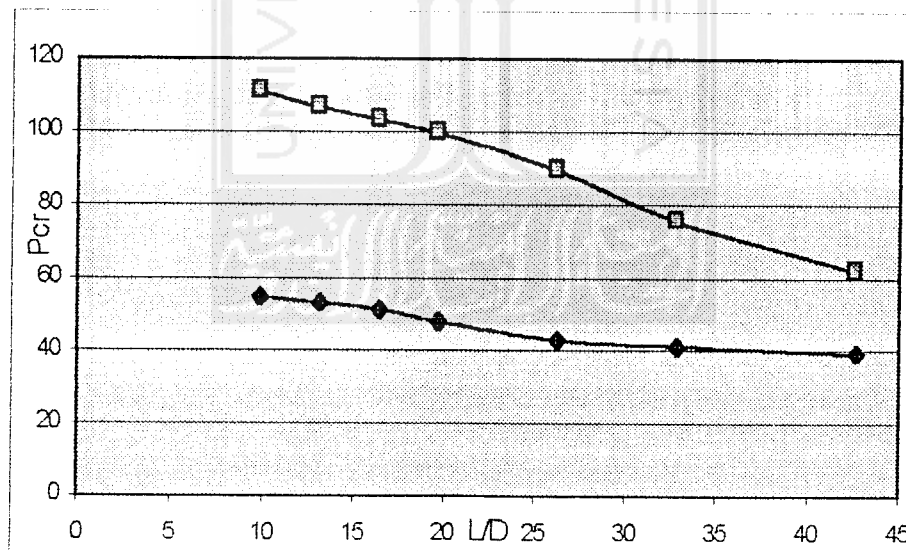
Persamaan 5.11 digunakan untuk kolom pada nilai $L/D = 9.842$ sampai $L/D=19.685$.

$$\frac{P_{cr \text{ kolomkomposit}}}{P_{cr \text{ pipabaja}}} = \left[2,728 - 0,0271 \frac{L}{D} \right] \quad (5.12)$$

Persamaan 5.12 digunakan pada nilai $L/D = 26.246$ sampai dengan $L/D=42.650$

Nilai kekakuan dari kolom sangat berpengaruh terhadap beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom komposit. semakin besar nilai kekakuan maka kolom komposit akan semakin kuat.

Perbandingan antara beban kritis kolom silinder baja dengan kolom komposit juga dapat diperlihatkan dalam bentuk gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik rasio Per kolom pipa baja komposit dengan kolom pipa baja fungsi L/D

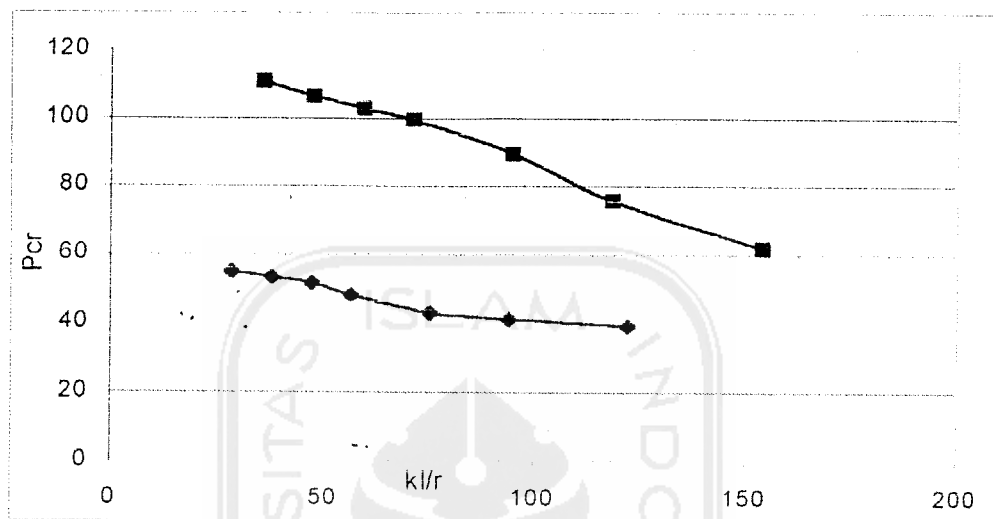
Pada grafik 5.5 dapat dilihat perbandingan beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom komposit baja beton dengan kolom silinder baja beton kolom komposit lebih besar dari beban kritis yang mampu di tahan oleh kolom pipa baja.

Beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom pipa diisi beton lebih besar dari beban kritis yang mampu ditahan kolom pipa baja karena kolom pipa komposit baja beton memiliki inersia yang lebih besar dibanding dengan kolom pipa kosong disamping itu juga kolom pipa komposit memiliki luas penampang kolom yang lebih besar sehingga mampu menahan beban kritis yang lebih besar dibanding dengan kolom pipa baja yang tidak diisi beton disamping itu kolom pipa baja diisi beton menyebabkan beton menjadi terkekang ini menyebabkan kekakuan kolom menjadi besar. Semakin besar kekakuan kolom maka kolom semakin kuat.

Grafik 5.5 menunjukkan rasio P_{cr} kolom pipa baja diisi beton dengan P_{cr} kolom pipa baja semakin kecil. Semakin menurunnya ratio P_{cr} kolom pipa komposit baja beton terhadap kolom pipa baja menunjukkan bahwa semakin langsing kolom pipa komposit baja beton maka pengaruh kompositnya semakin berkurang. Hal ini dimungkinkan karena pada kolom langsing pada saat mendapat beban ia akan mengalami defleksi yang cukup besar yang menyebabkan bagian dari kolom yang mengalami tarik sifat beton yang tidak kuat menyebabkan turunnya kekuatan desaknya sehingga akan memengaruhi kekuatan desak kolom pipa komposit.

Nilai perbandingan kolom pipa komposit baja beton dengan kolom pipa baja tidak diisi beton juga dapat di tampilkan dalam fungsi kelangsingan kl/r . Perbandingan kolom pipa komposit baja beton dengan kolom pipa baja untuk panjang L yang sama memiliki nilai kelangsingan yang berbeda, grafik hubungan

kolom pipa baja komposit baja beton dengan kolom pipa tidak diisi beton ditampilkan dalam grafik 5.6.



Gambar 5.6 grafik per kolom pipa baja diisi beton dengan pipa baja.

Gambar 5.6 menggambarkan hubungan beban kritis kolom pipa baja diisi beton dengan kolom pipa baja tidak diisi beton. Kolom pipa baja yang diisi beton untuk panjang kolom (l) yang sama dengan kolom pipa baja akan menghasilkan inersia yang lebih tinggi demikian juga luasan penampang melintang yang didapatkan oleh kolom pipa komposit baja beton lebih besar dibandingkan dengan kolom pipa tidak diisi beton.

5.2.5 Perbandingan antara Beban Maksimum Kolom Pipa Komposit Baja Beton (P_0) dengan Beban Kritis Hasil Penelitian Kolom Pipa Komposit (P_{cr}).

Beban maksimum kolom komposit dapat ditentukan dari persamaan 3.11a dimana kuat tekan maksimum itu ditentukan oleh propertis dari masing-masing

material dari kolom komposit. Perhitungan dari beban maksimum kolom komposit adalah sebagai berikut:

Dipakai rumus pada persamaan 3.2 yaitu:

$$P_o = A_s \times F_y + 0,85 \times f'_c \times A_c$$

Dengan data sebagai berikut:

$$A_s = 189 \text{ mm}^2$$

$$A_c = 4369 \text{ mm}^2$$

$$F_y = 205,6 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20,6 \text{ Mpa}$$

$$P_o = A_s \times F_y + 0,85 \times f'_c \times A_c$$

$$P_o = 205,6 \times 189 + 0,85 \times 20,6 \times 4369$$

$$P_o = 115,359 \text{ KN}$$

Perbandingan antara P_o dengan P_{cr} hasil pengujian kolom komposit baja beton dapat ditabelkan pada tabel 5.20.

Tabel 5.22 tabel rasio P_o dengan P_{cr} kolom komposit Penelitian

KL/r	P_o	P_{cr} Komposit	P_{cr} komposit/ P_o
39.1	115.359	110.89	0.9612
52.2	115.359	106.47	0.9229
62.3	115.359	103.04	0.8932
78.3	115.359	99.60	0.8633
104	115.359	89.30	0.7741
130.5	115.359	75.56	0.6549
169.7	115.359	61.82	0.5358

Perbandingan antara P_o dengan P_{cr} komposit pada tabel 5.22 memperlihatkan bahwa beban kritis yang dihasilkan oleh kolom komposit naka

beton masih berada dibawah P_o . Semakin besar nilai L/r maka selisih beban antara P_{cr} dengan P_o semakin besar. Pada nilai kl/r yang besar selisih beban kritis semakin jauh hal ini berarti bahwa semakin langsing kolom pipa komposit baja beton maka beban kritis yang mampu ditahan semakin kecil.

5.2.6 Perbandingan Antara P_{cr} Penelitian Furlong dengan P_{cr} Hasil pengujian kolom pipa komposit Baja Beton

Salah satu penelitian tentang kolom komposit untuk kolom komposit baja beton adalah yang pernah dilakukan oleh furlong, dari penelitian yang dilakukan, furlong mengemukakan persamaan untuk beban kritis kolom komposit baja beton, Hubungan antara P_{cr} penelitian Furlong dengan P_{cr} hasil pengujian kolom pipa komposit baja beton dapat dilihat pada tabel 5.21.

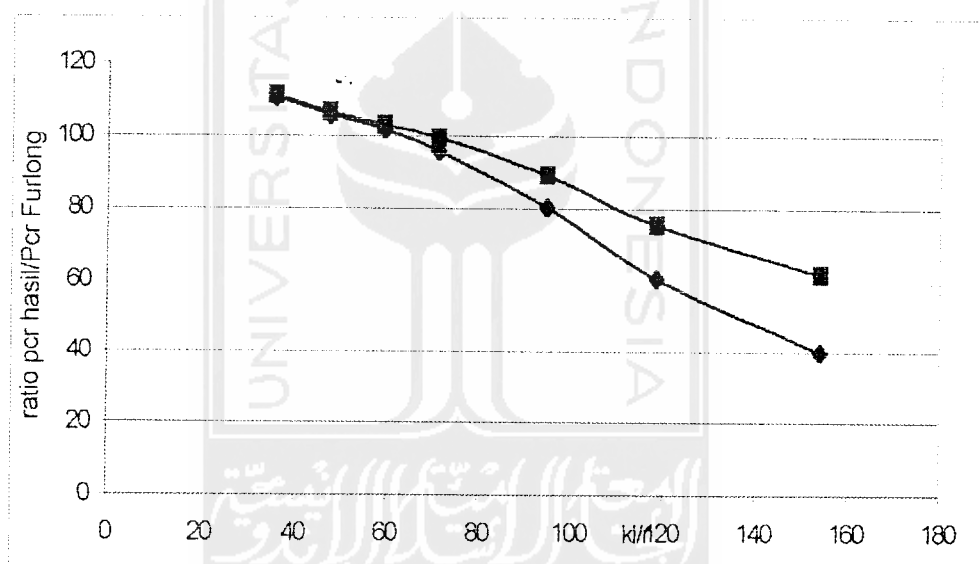
Tabel 5.23 tabel rasio P_{cr} penelitian furlong dengan P_{cr} kolom pipa komposit baja beton hasil Pengujian

KL/r	P_{cr} Furong(KN)	P_{cr} Pengujian(KN)	$\frac{P_{cr} \text{ Pengujian}}{P_{cr} \text{ Furlong}}$
35.54	110.439	110.89	1.004
47.39	105.612	106.47	1.008
59.24	101.693	103.04	1.013
71.09	95.679	99.6	1.040
94.78	80.373	89.3	1.111
118.48	60.694	75.56	1.244
154.03	40.009	61.82	1.506

Dari tabel 5.23 dapat dilihat bahwa nilai beban kritis beton hasil pengujian kolom pipa komposit baja beton memiliki rasio perbandingan diatas satu terhadap beban kritis dari hasil penelitian yang dikemukakan furlong. Hal ini

menunjukkan bahwa beban kritis hasil pengujian lebih besar dari beban kritis hasil perhitungan dari persamaan yang dikemukakan oleh Furlong. Dari tabel 5.21 juga dapat dilihat bahwa semakin besar nilai kl/r maka rasio perbandingan antara P_{cr} penelitian furlong dengan dengan P_{cr} hasil pengujian semakin besar.

Hubungan dengan beban kritis hasil pengujian kolom pipa diisi beton dengan beban kritis kolom komposit hasil penelitian furlong juga dapat ditampilkan bentuk gambar 5.7.



Gambar 5.7 grafik ratio beban kritis hasil pengujian dengan beban kritis hasil penelitian Furlong fungsi kl/r

Gambar 5.6 merupakan grafik ratio beban kritis pengujian kolom pipa baja diisi beton terhadap beban kritis kolom komposit baja beton hasil penelitian Furlong. Grafik 5.6 menunjukkan bahwa ratio yang dihasilkan bertambah besar seiring dengan bertambahnya nilai kl/r , hal ini berarti bahwa semakin langsing kolom maka ratio yang dihasilkan akan semakin besar. Semakin Bertambahnya ratio beban kritis hasil pengujian terhadap beban kritis yang dikemukakan oleh

ratio beban kritis hasil pengujian terhadap beban kritis yang dikemukakan oleh Furlong ini kemungkinan besar disebabkan karena untuk nilai kelangsingan kolom yang besar furlong tidak memperhitungkan faktor tegangan leleh (f_y) dari baja. Disamping itu juga pada saat pelaksanaan pengujian asumsi ujung kolom sendi-sendi kurang bisa diterapkan sepenuhnya sehingga kemungkinan adanya kurang akurat data yang dihasilkan.

