

6. Sahabatku sependaftaran di pondok pesantren ki ageng giring untuk motivasi yang diberikan.
7. Mas Haris atas bantuannya di Laboratorium Mekanika Rekayasa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Dalam segala hal, tulisan yang kami susun masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran dari pembaca demi kemajuan dan kesempurnaan tulisan ini di masa yang akan datang sangat penyusun harapkan.

Semoga tulisan ini menjadi tambahan pengetahuan dan bermanfaat bagi kita, dan menjadi salah satu kekayaan literatur. Semoga ALLAH meridloi AMIEN.

Jogjakarta, juli 2003

Penyusun

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Sampel pengujian kolom silinder baja	23
<b>Tabel 4.2</b> Benda uji kolom komposit baja beton	23
<b>Tabel 5.1</b> Defleksi kolom K1	28
<b>Tabel 5.2</b> Defleksi kolom K2	29
<b>Tabel 5.3</b> Defleksi kolom K3	29
<b>Tabel 5.4</b> Defleksi kolom K4	30
<b>Tabel 5.5</b> Defleksi kolom K5	30
<b>Tabel 5.6</b> Defleksi kolom K6	31
<b>Tabel 5.7</b> Defleksi kolom K7	31
<b>Tabel 5.8a</b> Beban kritis KK1	32
<b>Tabel 5.8b</b> Defleksi KK1	32
<b>Tabel 5.9a</b> Beban kritis KK2	33
<b>Tabel 5.9b</b> Defleksi KK2	33
<b>Tabel 5.10a</b> Beban kritis KK3	34
<b>Tabel 5.10b</b> Defleksi KK3	34
<b>Tabel 5.11a</b> Beban kritis KK4	35
<b>Tabel 5.11b</b> Defleksi KK4	35
<b>Tabel 5.12a</b> Beban kritis KK5	36
<b>Tabel 5.12b</b> Defleksi KK5	36
<b>Tabel 5.13a</b> Beban kritis KK6	37
<b>Tabel 5.13b</b> Defleksi KK6	37
<b>Tabel 5.14a</b> Beban kritis KK7	37
<b>Tabel 5.14b</b> Defleksi KK7	38
<b>Tabel 5.15</b> Hasil pengujian Tarik baja	39
<b>Tabel 5.16</b> Hasil pengujian desak beton	40
<b>Tabel 5.17</b> Beban kritis kolom silinder baja	41
<b>Tabel 5.18</b> Tegangan kritis kolom silinder beton	50
<b>Tabel 5.19</b> Beban kritis Kolom komposit	52
<b>Tabel 5.20</b> Tegangan kritis kolom komposit	62
<b>Tabel 5.21</b> Rasio Per kolom komposit dengan Per silinder baja	64
<b>Tabel 5.22</b> Rasio Per kolom komposit penelitian dengan Po	68
<b>Tabel 5.23</b> Rasio Per teori dengan Per kolom komposit	69

Hal ini karena Kolom pipa baja yang diisi beton menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan tahan terhadap abrasi, kolom komposit juga memiliki kekuatan yang lebih besar.

Pipa baja yang diisi beton akan menyebabkan beton pengisinya menjadi terkekang hal ini akan menyebabkan bertambahnya kekakuan dari struktur itu. Semakin rigid atau kaku suatu elemen maka semakin besar pula daya dukungnya terhadap pembebanan. Kuat desak kolom akan semakin meningkat seiring dengan semakin besarnya nilai kekakuan dari kolom tersebut.

Pipa baja yang diisi beton memiliki inersia yang lebih besar kolom pipa baja dan juga memiliki luasan penampang yang lebih besar kolom pipa baja sehingga kekuatan kolom pipa baja diisi beton lebih besar dibanding dengan kolom pipa baja.

Dari uraian berbagai sifat dan karakteristik dari komposit baja beton diatas maka, diharapkan bisa mengetahui lebih jauh tentang perilaku dari kolom komposit baja beton sehingga akan didapatkan sebuah tolak ukur yang tepat dan data akurat tentang karakteristik kolom komposit baja beton.

## **1.2 Rumusan masalah**

Kelangsingan dari suatu kolom dipengaruhi panjang kolom, kondisi ujung-ujung kolom dan jari-jari Inersia. Jari-jari inersia dipengaruhi oleh momen inersi dan luasan tampang. Semakin besar momen inersia akan menyebabkan kekakuan kolom menjadi semakin besar, semakin besar nilai kekakuan kolom maka semakin besar kekuatan kolom. Kolom komposit menghasilkan inersia dan

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan diteliti lebih terarah.

Adapun batasan-batasan tersebut adalah:

1. Pipa baja diameter 7,62 cm dengan tebal 0,16 cm dengan  $D/t$  konstan, yang diisi beton dengan mutu beton  $f'_c = 20$  Mpa.
2. Ujung kolom berupa sendi-sendi
3. Uji desak dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari.
4. Panjang benda uji (cm) yaitu: 75 cm, 100 cm, 125 cm, 150 cm, 200cm, 250cm, 325 cm.
5. Pengujian sampel dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari.
6. Perbandingan luas pipa baja ( $A_s$ ) terhadap luas beton ( $A_c$ ) konstan

Semakin kecil perbandingan diameter dari kolom dengan ketinggian kolom komposit baja beton hal itu akan menyebabkan menurunnya kekakuan dan  $P_o$  ( beban maksimum) yang dapat ditahan kolom akan turun (*Furlong, 1989*)

Kapasitas pikul suatu kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang tekuk, sebanding dengan modulus elastis material dan momen inersia penampang. Semakin panjang kolom maka semakin kecil beban yang dapat menyebabkan kolom tersebut tertekuk, sebaliknya semakin pendek kolom maka semakin besar beban yang dapat menyebabkan kolom tersebut tertekuk (*Salmon dan Johnson, 1994*)

## **2.2 Penelitian yang pernah dilakukan**

Penelitian tentang kolom komposit baja beton pernah dilakukan oleh Richard W. Furlong seorang profesor dari austin texas. Dalam penelitiannya furlong meninjau bagaimana pengaruh Panjang efektif kolom komposit baja beton (Pipa baja yang diisi dengan beton) terhadap beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom tersebut.

Didapatkan suatu hubungan dimana semakin besar nilai  $k_l$  atau dengan kata lain semakin panjang kolom itu besarnya beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom komposit baja beton akan semakin kecil.

clemen dari kolom komposit mengalami tegangan yang sama, besarnya beban dapat diturunkan dari penjumlahan gaya yang disebabkan oleh tegangan .

Beban maksimum yang dapat diterima dari kolom pendek dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$P_o = A_s \cdot f_y + 0.85 f'_c A_c \quad (3.1)$$

dengan:

$A_s$  = luas tampang baja,  $A_c$  = luas tampang beton,  $F_y$  = tegangan leleh baja,  $f'_c$  = tegangan beton

Dari persamaan 3.1 dapat dilihat bahwa beban maksimum yang dapat ditahan oleh kolom pendek komposit baja beton sangat tergantung dari tegangan leleh baja dan tegangan desak beton. Semakin kuat dan baik mutu dan kekuatan bahan penyusun dari kolom komposit maka akan semakin meningkatkan kuat tekan kolom kolom komposit baja beton. Luasan penampang dari pipa baja maupun dari beton juga mempengaruhi kuat tekan kolom pendek komposit baja beton.

### 3.2.2 Kolom Panjang

Teori tekuk kolom pertama kali dikemukakan oleh *Euler*. Batang yang dibebani konsentris yang semula seratnya lurus dan semua seratnya tetap elastis hingga tekuk terjadi akan mengalami lengkungan. Logika yang sama dapat digunakan untuk mengetahui tekuk pada kolom komposit. Kolom euler dapat di analisis dari sebuah batang yang di bebani pada ujungnya (*Salmon dan Johson, 1990*). Batang yang dibebani gaya tekan aksial diujunngnya akan mengalami lendutan.

Sedang panjang efektif kolom ekuivalen ditentukan dari jenis pengekangan dari ujung-ujung kolom itu. Panjang efektif kolom ekuivalen dinyatakan sebagai ( $kl_c$ ). Sehingga nilai panjang efektif kolom ekuivalen memiliki nilai yang bervariasi tergantung dari jenis pengekangannya.

Nilai k untuk panjang efektif kolom ditunjukkan pada gambar 4.1.

Bentuk kolom yg tertekuk						
Harga k	0,5	0,7	1,0	1,0	2	2,0

**Gambar4.1** Faktor panjang efektif untuk kolom

Dari persamaan euler pada persamaan 3.2d maka akan diperoleh persamaan untuk nilai  $kl$  yaitu:

$$kl = \pi \sqrt{\frac{EI_{\text{tan}}}{P_{cr}}} \quad (3.5a)$$

Persamaan panjang efektif kolom komposit baja beton, panjang efektif kolom komposit ekuivalen baja beton dinyatakan sebagai ( $kl_c$ ). Nilai  $kl_c$  diperoleh Dengan mengganti  $P_{cr}$  dengan  $0,5P_o$  dari rumus pada persamaan3.4a maka akan didapatkan nilai Persamaan panjang efektif kolom komposit ( $kl_c$ ). Panjang efektif kolom komposit dinyatakan dalam persamaan (3.5a)

$$kl_c = \pi \sqrt{\frac{EI_{\text{tan}}}{0,5.P_o}} \quad (3.5b)$$

dengan:

$P$  = beban maksimum (kN),  $A$  = luas permukaan ( $\text{cm}^2$ ),  $K_b$  = konversi

$f'_{cr}$  = kuat desak beton rata-rata (Mpa),  $N$  = jumlah benda uji,

### 3.7 Luasan tampang Kolom Komposit

Untuk menghitung luasan dan inersia penampang kolom komposit dipakai luasan transformasi dimana lausan baja dianggap sebagai beton dengan nilai faktor sebesar  $N$ .

$$N = \frac{E_s}{E_c} \quad (3.7)$$

Momen inersia dari tampang kolom komposit dapat dihitung dari persamaan 3.7a

$$I_{\text{komposit}} = \frac{1}{64} \pi (D_l^4 - D_d^4) + \frac{1}{N} \frac{1}{4} \pi (D_d^4) \quad (3.7a)$$

Luasan tampang komposit dapat dihitung dari persamaan 3.7b

$$A_{\text{komposit}} = \frac{1}{4} \pi (D_l^2 - D_d^2) + \frac{1}{N} \frac{1}{4} \pi (D_d^2) \quad (3.7b)$$

### 3.8 Hipotesis

Perbedaan angka kelangsingan ( $kl/r$ ) pada kolom akan berpengaruh terhadap kuat tekan kolom, semakin besar nilai kelangsingan ( $kl/r$ ) maka kuat tekan kolom akan semakin kecil. Nilai  $kl$  dipengaruhi oleh nilai kekakuan kolom ( $EI$ ) semakin besar  $EI$  maka semakin kuat kolom tersebut.

- c. Benda uji silinder baja dengan diameter 3inchi, dengan variasi tinggi yang berbeda. Variasi benda uji dapat dilihat tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Tabel Sampel pengujian Kolom Silinder Baja

No	Tipe Kolom	Diameter Kolom (inchi)	(Panjang Kolom) (cm)
1	K1	3	75
2	K2	3	100
3	K3	3	125
4	K4	3	150
5	K5	3	200
6	K6	3	250
7	K7	3	325

- d. Benda uji kolom komposit baja beton, yang tersusun dari silinder baja dan beton dengan K-200, variasi benda uji dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Tabel Benda uji Kolom komposit Baja-beton

No	Tipe Kolom	Diameter Kolom (inchi)	Panjang Kolom (cm)
1	KK1	3	75
2	KK2	3	100
3	KK3	3	125
4	KK4	3	150
5	KK5	3	200
6	KK6	3	250
7	KK7	3	325

Pengujian sampel dilakukan dengan posisi tidur, dipakai dial sebanyak enam buah yang dipasang pada arah horisontal dan arah vertikal. Hal ini karena titik terlemah dari profil belum diketahui agar diketahui kemana arah defleksinya maka dipasang dial kearah horisontal dan vertikal.

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

## 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

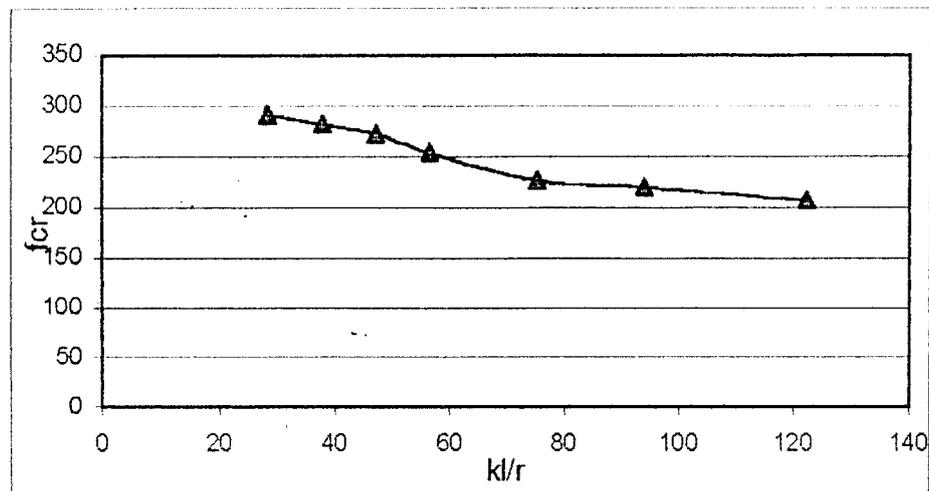
## 7. Kolom komposit (KK7) dengan panjang 325 cm

## a. Beban kritis

Tabel 5.14a Beban Kritis KK7

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

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  $kl/r$

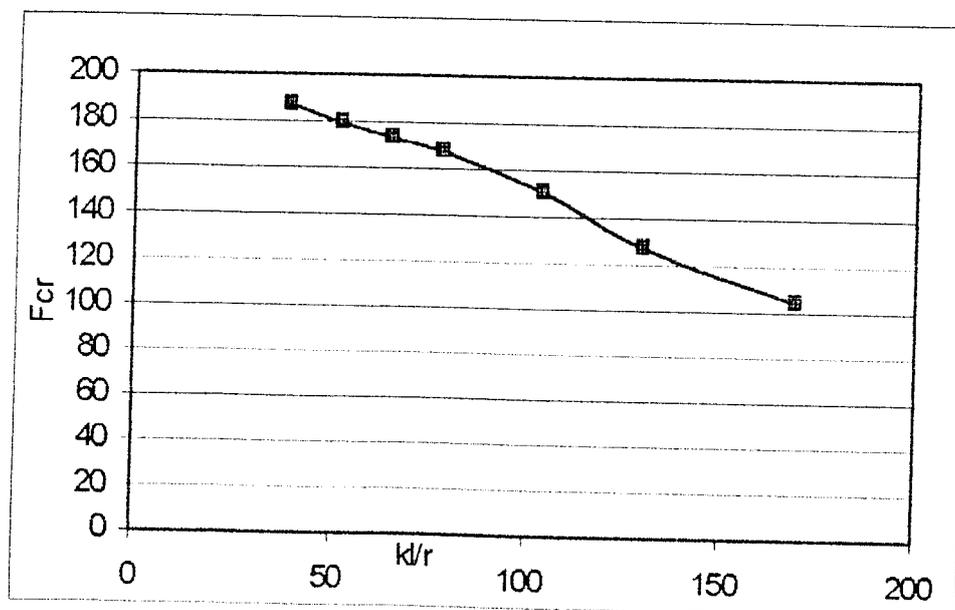
Dari grafik hubungan tegangan kritis kolom pipa baja terlihat bahwa tegangan kritis yang terjadi semakin mengecil seiring dengan penambahan nilai kelangsingan kolom. semakin langsing kolom maka kekuatan kolom akan turun.

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

Tabel 5.20 Tegangan kritis kolom komposit

No	Sampel	kl/r	Fcr (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  $kl/r$