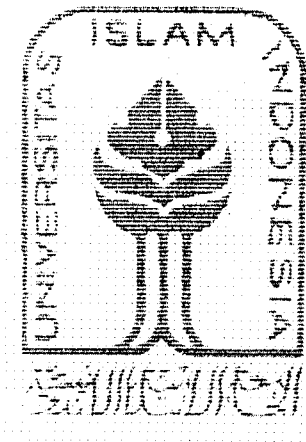


**TUGAS AKHIR**  
**KUAT TEKAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON**  
**(CONCRETE-FILLED PIPE)**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil



**Disusun**

**Nama : Helmi Wibowo**

**NIM:97 511 408**

**Nama:Emilson Padalas**

**NIM:97 511 227**

**Jurusan Teknik Sipil**  
**Fakultas Teknk Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**  
**Jogjakarta**  
**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**KUAT TEKAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON**  
**(CONCRETE-FILLED PIPE)**

disusun oleh:

Nama: Emilson Padalas

No.Mhs:97 511 227

Nama: Helmi Wibowo

No.Mhs:97 511 408

Telah diperiksa dan disetujui:

Ir.II.M.Susastrawan, MS  
Dosen pembimbing I



Tanggal: 10/09/2003

Ir.Fathurrohman NS, MT  
Dosen pembimbing II



Tanggal: 10-09-2003

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Penguasa alam dalam segala ni'mat dan karunia yang telah diberikan-Nya. Karena-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam selalu kita haturkan kepada Nabi kita, Muhammad SAW.

Tugas yang merupakan syarat guna kelulusan studi program Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia ini, kami beri judul **KUAT TEKAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON (CONCRETE-FILLED PIPE)**.

Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar dan selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bpk. Ir. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I untuk waktu dan bimbinganya.
2. Bpk. Ir. Fathurahman NS, MT, selaku Dosen Pembimbing II untuk waktu dan bimbinganya.
3. Bpk.Prof.Ir.II. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. Bpk Ir.H Munadhir MS, selaku Ketua jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
5. Teman-teman yang telah sudi meluangkan waktunya untuk membantu membaca dial.

## HALAMAN MOTTO

### *Renungan diri:*

- ◆ *Amat buruk perbuatan mereka menyal diri mereka sendiri, dengan mengingkari kitab yang diturunkan ALLAH, mereka menentang karena ALLAH menurunkan karunia kepada hamba-hamba-Nya yang Ia kehendaki (Qs Alaqarah)*
- ◆ *Apapun yang diberikan kepada kamu, semua itu adalah kenikmatan dunia dan perhiasannya, sedang pahala disini ALLAH jauh lebih bagus . Apa kamu sekalian tidak berfikir (Qs Al Qassas)*
- ◆ *Setiap yang bernyawa merasakan kematian, kami menguji dengan kebaikan dan keburukan sebagai cobaan. Dan hanya kepada Kami kamu semuanya dikembalikan (QS Al-Anbiya)*
- ◆ *ALLAH tidak senang dengan kata-kata buruk, yang diumumkan di depan Orang banyak kecuali oleh orang teramatnya dan ALLAH Maha mendengar lagi Maha Tabir.*

### TERIMA KASIH KU :

- ◆ ALLAH atas rahmat dan hidayahnya, yang selalu memberikan jalan dan kemudahan sehingga terselesainya skripsi ini.
- ◆ Bapak dan Ibu atas Doa dan dukungan semangat baik materi dan spiritual yang sangat membantu terselesainya skripsi ini, alhamdulillah akhirnya anakmu jadi sarjana.
- ◆ Calon istriku dimanapun, yang selalu setia menungguku semoga kita lekas ketemu.
- ◆ Adikku ( Ulfa, Uswah dan Aini) Atas pengertiannya dan atas dorongannya .
- ◆ Cocon, terima kasih atas kerjasamanya selama ini. Sukses untukmu dan keluargamu Amin.

**Helmi Wibowo**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar pengesahan	i
Kata Pengantar	ii
Halaman Motto	iv
Halaman Persembahan	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftara Notasi	xi
Daftar Lampiran	xii
Abstraksi	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pustaka yang terkait dengan penelitian	5
2.2 Penelitian yang pernah dilakukan	7
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Kolom Komposit Baja Beton	8

3.2 Kekuatan Dasar Kolom	9
3.2.1 Kolom Pendek	9
3.2.2 Kekuatan Dasar Kolom	10
3.2.3 Beban Kritis Furlong	11
3.3 Modulus Kekakuan Tangensial	12
3.4 Panjang Effektif Kolom	13
3.5 Kclangsingan Kolom	15
3.6 Beton	16
3.6.1 Kuat Desak Beton	16
3.7 Luasan Tampang Kolom Koomposit	17
3.8 Hipotesis	18
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Metode Penelitian	19
4.2 Bahan dan Alat yang digunakan	19
4.2.1 Bahan	19
4.2.2 Peralatan Penelitian	20
4.3 Pembuatan Benda Uji	22
4.4 Pengujian Sampel	24
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Hasil pengujian	26
5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan	26
5.1.2 Hasil Pengujian Kolom Silinder Baja	28
5.1.3 Hasil Pengujian Kolom Komposit	32

5.2 Pembahasan	39
5.2.1 Pembahasan uji pendahuluan	39
5.2.2 Pembahasan kolom silinder Baja	41
5.2.a Beban Kritis	41
5.2.a Tegangan Kritis	50
5.2.3 Pembahasan Kolom Komposit	52
5.3a Beban Kritis (Per)	52
5.3b Tegangan Kritis	61
5.2.4 Perbandingan Per Kolom silinder Baja dengan Per Kolom Komposit Baja Beton	64
5.2.5 Perbandingan antara Beban Maksimum Komposit ( $P_o$ ) dengan Tegangan Kritis Hasil Penelitian (Per)	67
5.2.6 Perbandingan Antara Per furlong dengan Per pengujian Kolom Komposit	69
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran-saran	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>74</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Concrete-filled pipe	6
<b>Gambar 4.1</b> silider beton	20
<b>Gambar 4.2</b> uji tarik baja	20
<b>Gambar 4.3</b> penampang kolom komposit	22
<b>Gambar 4.4</b> gambar pengujian	23
<b>Gambar 5.1a</b> defleksi K1 pada saat kritis arah horisontal	42
<b>Gambar 5.1b</b> defleksi K1 pada saat kritis arah vertikal	42
<b>Gambar 5.2a</b> defleksi K2 pada saat kritis arah horisontal	43
<b>Gambar 5.2b</b> defleksi K2 pada saat kritis arah vertikal	43
<b>Gambar 5.3a</b> defleksi K3 pada saat kritis arah horisontal	44
<b>Gambar 5.3b</b> defleksi K3 pada saat kritis arah vertikal	44
<b>Gambar 5.4a</b> defleksi K4 pada saat kritis arah horisontal	45
<b>Gambar 5.4b</b> defleksi K4 pada saat kritis arah vertikal	45
<b>Gambar 5.5a</b> defleksi K5 pada saat kritis arah horisontal	46
<b>Gambar 5.5b</b> defleksi K5 pada saat kritis arah vertikal	46
<b>Gambar 5.6a</b> defleksi K6 pada saat kritis arah horisontal	47
<b>Gambar 5.6b</b> defleksi K6 pada saat kritis arah vertikal	47
<b>Gambar 5.7a</b> defleksi K7 pada saat kritis arah horisontal	48
<b>Gambar 5.7b</b> defleksi K7 pada saat kritis arah vertikal	48
<b>Gambar 5.1</b> grafik Per hasil pengujian kolom pipa baja fungsi kl	49
<b>Gambar 5.2</b> grafik Fer hasil pengujian kolom pipa baja fungsi kl	51
<b>Gambar 5.8a</b> defleksi kolom KK1 arah horisontal	53
<b>Gambar 5.8b</b> defleksi kolom KK1 arah vertikal	53
<b>Gambar 5.9a</b> defleksi kolom KK2 arah horisontal	54
<b>Gambar 5.9b</b> defleksi kolom KK2 arah vertikal	54
<b>Gambar 5.10a</b> defleksi kolom KK3 arah horisontal	55
<b>Gambar 5.10b</b> defleksi kolom KK3 arah vertikal	55
<b>Gambar 5.11a</b> defleksi kolom KK4 arah horisontal	56
<b>Gambar 5.11b</b> defleksi kolom KK4 arah vertikal	56
<b>Gambar 5.12a</b> defleksi kolom KK5 arah horisontal	57
<b>Gambar 5.12b</b> defleksi kolom KK5 arah vertikal	57
<b>Gambar 5.13a</b> defleksi kolom KK6 arah horisontal	58
<b>Gambar 5.13b</b> defleksi kolom KK6 arah vertikal	58
<b>Gambar 5.14a</b> defleksi kolom KK7 arah horisontal	59
<b>Gambar 5.14b</b> defleksi kolom KK7 arah vertikal	59
<b>Gambar 5.3</b> grafik Per hasil pengujian kolom komposit fungsi kl	60
<b>Gambar 5.4</b> grafik Fer kolom komposit fungsi kl	62
<b>Gambar 5.5</b> grafik rasio Per kolom komposit dengan kolom pipa kosong	67
<b>Gambar 5.6</b> grafik rasio Per komposit dengan Kolom baja fungsi kl/r	68
<b>Gambar 5.7</b> grafik rasio Per hasil pengujian dengan Per furlong	70

## DAFTAR NOTASI

$A_c$  = Luas tampang beton

$A_{composite}$  = Luas penampang kolom komposit

$A_s$  = Luas tampang silinder baja

$E_c$  = Modulus elastisitas beton

$E_s$  = Modulus elastisitas baja

$EI_{tan}$  = Modulus kekakuan tangensial kolom komposit

$f'_c$  = Kuat tekan beton karakteristik

$F_{cr}$  = Tegangan kritis

$F_y$  = Kuat tarik baja

$I_s$  = Momen inersia baja

$I_c$  = Momen inersia beton

$I_{composite}$  = Momen inersia komposit

$kl$  = Panjang efektif kolom (dari ujung ke ujung)

$kl_c$  = Panjang efektif kolom komposit

$\frac{KL}{r}$  = Angka kelangsingan kolom

$l$  = Panjang kolom

$P_0$  = Beban Maksimum Kolom

$P_{cr}$  = Beban kritis kolom

$r$  = Jari-jari kelembaman

$l$  = Panjang kolom

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Tugas Akhir

Lampiran 2 hasil pengujian Material Penyusun Beton

Lampiran 3 hitungan perencanaan Beton

Lampiran 4 hitungan Properti Benda Uji

Lampiran 5 hitungan Per menurut furlong

Lampiran 6 hitungan regresi

Lampiran 7 photo pelaksanaan pengujian

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung di Indonesia kebanyakan memakai struktur yang terbuat dari beton bertulang, baton bertulang merupakan salah satu jenis komposit baja beton. Pengerjaan dan pembuatan beton bertulang relatif mudah dan harganya yang relatif murah, beton dapat dibuat ditempat (insitu) ataupun dibuat di pabrik (pabrikasi) , hal ini merupakan salah satu kelebihan dari beton bertulang. Disamping kelebihan tersebut beton bertulang memiliki kekurangan yaitu untuk menahan beban yang diterima besar diperlukan dimensi yang besar pula.

Beton memiliki sifat kuat untuk menahan gaya desak dan lemah dalam menahan gaya tarik. Berbagai inovasi dilakukan untuk memperbaiki sifat beton, salah satu diantaranya adalah menggabungkan beton dengan baja struktur, sehingga akan terbentuk material komposit baja beton.

Material komposit baja beton dapat digunakan untuk berbagai struktur, salah satunya adalah sebagai kolom komposit. Kolom yang dibebani gaya tekan aksial akan mengalami perubahan panjang dan juga akan mengalami tekuk.

Salah satu contoh kolom komposit baja beton adalah pipa baja yang diisi dengan beton. Kolom pipa baja yang diisi beton diharapkan mengatasi semua masalah struktur yang terjadi pada kolom seperti misalnya tekuk dan kerusakan yang timbul karena, terbakar dan lain-lain.

luasannya lebih besar dibandingkan kolom pipa baja maupun kolom beton bertulang.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian adalah:

1. Mengetahui hubungan beban kritis ( $P_{cr}$ ) kolom pipa baja yang diisi dengan beton fungsi kelangsingan ( $kl/r$ ).
2. Mengetahui hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) kolom pipa baja diisi beton fungsi kelangsingan ( $kl/r$ ).
3. Membandingkan Beban kritis kolom pipa baja diisi beton dengan beban kritis kolom pipa baja fungsi  $L/D$ .
4. Membandingkan Beban kritis kolom pipa baja diisi beton dengan beban kritis penelitian Furlong.

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi terhadap perbendaharaan penelitian ilmiah tentang kolom khususnya kolom komposit baja beton.
2. Hasil penelitian dapat digunakan untuk memperkirakan kuat tekan kolom komposit pipa diisi beton.
3. Sebagai salah satu upaya mendapatkan kolom yang cukup tahan terhadap tekuk.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pustaka yang terkait dengan penelitian

Kolom adalah struktur yang dibebani beban aksial, kolom komposit adalah salah satu anggota struktur yang mengalami beban tekan aksial, kolom komposit dibentuk dari beton yang diselubungi atau dikekang oleh baja (*furlong, 1989*).

Rusak tekuk pada kolom komposit baja beton akan terjadi pada saat beban mencapai nilai  $P_c$ , disebut *the euler buckling load* atau disebut beban kritis (*furlong*). Kolom dari beton bertulang baik itu sebagai kolom panjang ataupun sebagai kolom pendek memiliki rasio kelangsingan antara 0 sampai dengan  $(l/r)$  (*Salmon dan Johson, 1990*)

Kapasitas pikul suatu kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang tekuk, sebanding dengan modulus elastisitas 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 johson, 1994*)

Panjang kolom sangat berpengaruh terhadap kapasitas dan perilaku kolom, karena nilai kelangsingan merupakan salah satu unsur penting dalam perhitungan kolom.

berdasarkan kelangsingannya kolom dibedakan menjadi 2, yaitu kolom pendek dan kolom panjang

Kolom dapat dikategorikan berdasarkan panjangnya, kolom pendek adalah jenis kolom yang kegagalannya berupa kegagalan material (ditentukan oleh kekuatan material). Kolom panjang adalah kolom yang kegagalannya ditentukan oleh tekuk (*buckling*), jadi kegagalannya adalah kegagalan karena ketidakstabilan, bukan karena kekuatannya. Pada kolom panjang, dimensi dalam arah memanjang jauh lebih besar bila dibandingkan dengan dimensi arah lateral. Karena adanya potensi menekuk pada jenis ini, maka kapasitas pikul bebannya menjadi lebih kecil (*Salmon and Johnson, 1994*)

Beton dapat mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi tapi kuat tariknya sangat rendah. Pada elemen struktur yang betonnya mengalami tarik diperkuat dengan batang baja tulangan sehingga terbentuk suatu struktur komposit (*Kardiyono, 1990*)

Kekuatan kolom dipengaruhi oleh faktor tekuk (*buckling*) atau lenturan mendadak akibat ketidakstabilan, hal ini terjadi sebelum kekuatan batang sepenuhnya tercapai (*Salmon and Johnson, 1990*)

Rusak tekuk pada kolom komposit baja beton akan terjadi pada saat beban mencapai nilai  $P_c$ , disebut *the euler buckling load* atau disebut beban kritis (*Furlong*) Kolom dari beton bertulang baik itu sebagai kolom panjang ataupun sebagai kolom pendek memiliki rasio kelangsingan antara 0 sampai dengan  $(l/r)$  (*Salmon dan Johnson, 1990*)

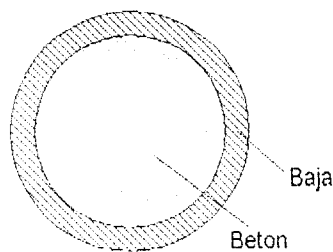
## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Kolom Komposit Baja Beton

Kolom Komposit baja beton adalah kolom yang terbentuk dari baja dan beton yang kedua-duanya bekerja bersama-sama untuk menahan gaya tekan aksial.

Salah satu jenis kolom komposit baja beton adalah *concrete-filled pipe*. *Concrete-filled pipe* adalah komposit dari baja dan beton dibentuk dengan cara pipa baja diisi dengan beton sehingga dihasilkan kolom komposit baja beton. Penampang melintang *Concrete-filled pipe* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1 Concrete-filled pipe**

Pipa baja yang diisi beton memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan kolom pipa baja ataupun dengan kolom beton bertulang. Hal ini karena pada kolom pipa baja diisi beton, beton menjadi terkekang sehingga kolom memiliki kekakuan yang besar. Semakin kaku kolom maka semakin kuat kolom tersebut.



Sehingga kolom pipa baja yang diisi beton akan lebih kuat dibandingkan dengan kolom beton bertulang maupun kolom pipa baja sebab kolom pipa baja diisi beton memiliki kekakuan lebih besar dari kolom beton bertulang maupun kolom pipa baja.

Untuk menghindari tekuk lokal pada baja maka (AISC-LRFD) memberikan syarat untuk kolom komposit baja beton sebagai berikut

1. Luas dari baja ( $A_s$ )  $\geq$  4% dari luas seluruhnya.
2. Kekuatan beton berkisar antara  $3 < f'_c < 8$ ksi
3. Nilai kekuatannya baja  $f_y < 55$  ksi
4. Tebal pipa menggunakan rumus berikut ini:

$$t = D \sqrt{\frac{f_y}{8 \times E_s}} \quad (3.a)$$

dengan :

$t$  = tebal pipa,  $D$  = diameter luar pipa,  $F_y$  = Kuat baja

$E_s$  = modulus elastis baja

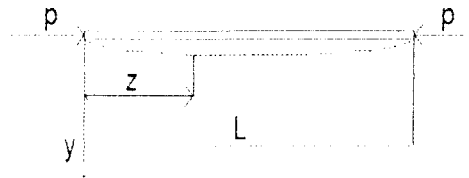
### 3.2 Kekuatan Dasar Kolom

Nilai kelangsingan kolom mempengaruhi kapasitas kolom. Berdasarkan kelangsingannya kolom dapat di golongkan menjadi 2 yaitu, kolom pendek dan kolom panjang.

#### 3.2.1 Kolom pendek

Kolom komposit yang dibebani gaya aksial akan mengalami perpendekan, dianggap bahwa masing-masing material penyusun kolom komposit yaitu baja dan beton mengalami perpendekan ukuran panjang yang sama. jika semua

Gambar kolom euler dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Kolom Euler

Bila  $k^2 = \frac{P}{EI}$ , penyelesaian persamaan differensial linier berordo dua ini dapat dinyatakan sebagai:

$$y = A \sin kz + B \cos kz \quad (3.2a)$$

Dengan menerapkan syarat batas (a)  $y = 0$  di  $z = 0$ ; dan (b)  $y = 0$  di  $z = l$ , kita peroleh dari syarat (a)  $B = 0$ ; dari syarat (b),  $0 = A \sin kL$ . Kemudian dari syarat terjadinya tekuk yaitu  $kL = N\pi$  maka diperoleh;

$$\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 = \frac{P}{EI} \quad (3.2b)$$

$$P = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2} \quad (3.2c)$$

untuk kolom dengan kelengkungan tunggal dimana nilai  $n = 1$  maka akan diperoleh persamaan beban kritis euler. Rumus beban kritis euler dapat dilihat pada persamaan 3.2d

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad (3.2d)$$

dengan:

$kl$  = panjang efektif kolom,  $EI$  = Kekakuan kolom.

Rumus euler memperlihatkan bahwa kuat tekan suatu kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang efektif kolom. Persamaan Euler memperlihatkan dengan jelas bahwa kekuatan kolom berbanding lurus dengan kekakuan kolom, semakin kaku kolom itu maka kekuatan desak kolom itu akan semakin besar. Persamaan euler ini digunakan untuk kolom-kolom panjang.

### 3.2.3 Beban Kritis Furlong

Penelitian tentang kolom komposit baja beton yang dilakukan oleh Furlong memberikan hubungan antara beban kritis kolom komposit baja beton dengan panjang efektif kolom komposit.

Hubungan beban kritis Furlong dapat dinyatakan dalam persamaan (3.3a) dan (3.3b)

Untuk  $kl < kl_c$  maka menurut furlong dianggap sebagai kolom pendek. Furlong menggunakan persamaan 3.4a untuk menghitung beban kritis pada kolom pendek.

$$P_{cr} = P_{ec} \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{kl}{kl_c} \right)^2 \right] \quad (3.3a)$$

sedang untuk *long colum* (kolom panajang) furlong mangadaptasi beban kritis yang dikemukakan oleh euler, *long colum* dinyatakan dengan  $kl > kl_c$ . Pada kondisi  $kl > kl_c$  maka persamaan yang dipakai adalah persamaan 3.3b. Pada kolom komposit kekakuan kolom dapat dinyatakan dengan  $EI_{tan}$ ,

dengan mengganti  $EI$  pada rumus euler dengan  $EI_{tan}$ , maka rumus beban kritis euler menjadi:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI_{tan}}{(kl)^2} \quad (3.3b)$$

Persamaan beban kritis yang dikemukakan furlong untuk kolom panjang ( $kl > kl_c$ ), hampir sama dengan beban kritis kolom euler hanya pada beban kritis euler nilai  $EI$  diganti dengan nilai  $EI_{tan}$ .

### 3.3 Modulus Kekakuan Tangensial ( $EI_{tan}$ )

Kekakuan kolom adalah merupakan hasil perkalian antara modulus elastis material penyusun kolom dengan inersia tampang melintang kolom. ( $EI$ ). Pada kolom pipa komposit baja beton kekakuannya dapat ditentukan sebagai modulus kekakuan tangensial ( $EI_{tan}$ ). Modulus kekakuan tangensial dapat di tentukan dari penelitian (*test*) atau dengan cara yang biasa dilakukan yaitu diperkirakan dari karakteristik tegangan-regangan dari baja dan beton.

Untuk tujuan desain, fungsi tegangan regangan dapat dipakai untuk analisis, dan dapat diturunkan untuk mendapatkan kelengkungan masing-masing material sebagai fungsi regangan. nilai  $EI_{tan}$  didapat dari kombinasi dari modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) dan modulus tangensial beton ( $E_c$ ) serta momen inersia dari baja ( $I_s$ ) dan momen inersia beton ( $I_c$ ). Nilai  $EI_{tan}$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$EI_{tan} = E_s I_s + 0,5 E_c I_c \quad (3.4a)$$

dengan :

$E_s$  = modulus elastis baja,  $E_c$  = modulus elastis beton

$I_s$  – momen Inersia silinder baja,  $I_c$  – momen Inersia beton

Persamaan 3.4a merupakan persamaan kekakuan kolom pipa komposit baja beton. Kekakuan kolom pipa komposit baja beton merupakan hasil penjumlahan dari kekakuan kolom kolom Baja ( $E_s I_s$ ) dan kekakuan kolom beton ( $0.5 I_c E_c$ ).

Nilai modulus kekakuan dari beton ( $E_c$ ) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$E_c = w_c^{1.5} 33 \sqrt{f'_c} \quad (\text{Mpa}) \quad (3.4b)$$

rumus 3.3a dipakai untuk mencari  $E_c$  dalam satuan lbs.

$$E_c = w_c^{1.5} 900 \sqrt{f'_c} \quad (\text{Mpa}) \quad (3.4c)$$

Rumus 3.3b dipakai untuk mencari  $E_c$  dalam satuan Mpa

Modulus elastisitas Beton juga dapat dicari dengan persamaan:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{Mpa}) \quad (3.4d)$$

Rumus 3.3c dipakai untuk mencari  $E_c$  dalam satuan Mpa.

### 3.4 Panjang Effektiv kolom

Panjang efektif adalah jarak antara ujung-ujung sendi ekivalen dari suatu kolom. Panjang efektif kolom riil adalah jarak antara ujung-ujung kolom. Panjang efektif kolom riil dinyatakan dalam ( $kl$ ).

Panjang efektif ekivalen kolom pada persamaan 3.4d dipengaruhi oleh besarnya nilai kekakuan kolom . Semakin kaku kolom maka panjang efektifnya akan semakin besar.

### 3.5 Kelangsingan kolom

Kelangsingan kolom didefinisikan sebagai perbandingan panjang kolom dengan jari-jari kelembamannya (*salmon dan johson*).

Berdasarkan kelangsingan , kolom digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu kolom pendek (*stocky column*) dan kolom langsing (*slender column*)

#### a. Kolom pendek (*stocky column*)

Kolom pendek adalah kolom yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

$$\frac{k.l}{r} < 22$$

dengan:

$$\frac{k.l}{r} = \text{kelangsingan, } r = \text{jari-jari kelembaman}$$

$k$  = faktor panjang efektif, bergantung pada kondisi pengekangan ujung-ujung.

#### b. Kolom langsing (*slender column*)

Kolom langsing adalah kolom yang memenuhi syarat sebagai berikut:

$$\frac{k.l}{r} > 22$$

Kolom langsing biasanya mengalami kerusakan karena ketidak stabilanya hal ini karena kolom langsing lebih mudah mengalami tekuk yang mengakibatkan rusaknya kolom sebelum material penyusun kolom terlampaui batas elastisnya.

### 3.6 Beton

Beton adalah material yang terbentuk dari pencampuran semen portland, air dan agregat.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton sangat tergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama proses pembuatan.

Beton mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi, tetapi kuat tariknya sangat rendah. Kondisi yang demikian yaitu rendahnya kuat tarik, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tarik diperkuat dengan batang baja, sehingga terbentuk suatu struktur komposit.

#### 3.6.1 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Umumnya sifat beton lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, umur beton cukup berpengaruh terhadap kuat tekan beton Untuk mendapatkan kuat desak dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat desak} = \frac{P}{A} \quad (3.6a)$$

$$f'c = \text{Kuat desak} \times kb$$

$$f'cr = \frac{\sum_{i=1}^N f'c}{N} \quad (3.6b)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f'c - f'cr)^2}{N-1}} \quad (3.6c)$$

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir. Metode penelitian ini meliputi bahan dan alat, pembuatan benda uji, pengujian serta prosedur penelitian.

### 4.2 Bahan dan Alat yang digunakan

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang digunakan sebagai sarana mencapaimaksud dan tujuan penelitian adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 4.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Silinder baja

Silinder baja dipakai sebagai bagian luar dari kolom komposit baja beton, dipakai silinder baja dengan diameter 3inchi dengan tebal 1,6mm.



b. Beton

Beton dipakai sebagai isi dari kolom komposit baja beton, beton yang dipakai direncanakan beton dengan mutu  $f_c = 20$  MPa.

#### 4.2.2 Peralatan penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan, yaitu mesin uji kuat tarik, loading frame, hidraulik jack, alat pengukur dan dukungan tempat dial.

a. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton, didalam penelitian ini digunakan mesin uji kuat desak merk CONTROL kapasitas 2000 KN.

b. Loading frame

Untuk keperluan penelitian telah dibuat loading frame dari bahan baja Profil WF 450x9x14mm, bentuk dasar loading frame berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton(*rigid floor*) dengan perantara pelat dasar dari besi setebal 14 mm. Agar loading frame tetap stabil, pelat dasar dibaut kelantai dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan diuji.

c. Hidraulik jack

Alat ini digunakan untuk memberikan pembebanan pada pengujian desak kolom komposit baja beton. Kapasitas maksimum 30 ton dengan ketelitian pembacaan sebesar 0,25 ton..

d. Dial gauge

alat ini digunakan untuk mengukur besar lendutan yang terjadi. digunakan dial gauge dengan kapasitas lendutan maksimum 30mm dan ketelitian 0,01 mm.

e. Dukungan tempat dial

dukungan ini menggunakan pelat baja, berfungsi untuk menaruh dial-dial pada waktu pengujian.

f. mesin pengaduk beton

mesin pengaduk beton (mixer), digunakan untuk pengaduk bahan susun beton, sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

g. Ayakan

Untuk mengetahui gradasi beton

h. Kerucut Abrams

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai slump dari beton, tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dilengkapi dengan alat penumbuk besi panjang 60 cm.

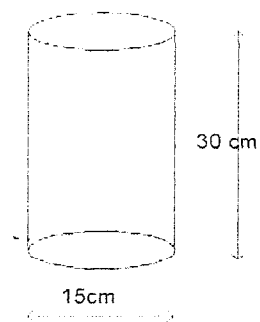
g. Kaliper

Digunakan untuk mengetahui diameter dari beton yang akan dites desak dan juga untuk mengetahui diameter dari silinder baja.

### 4.3 Pembuatan Benda Uji

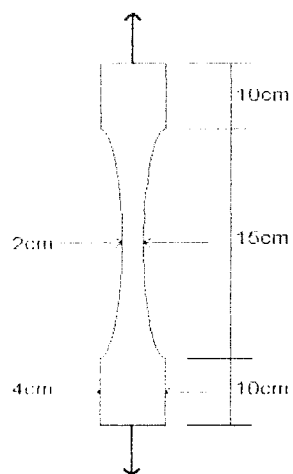
Benda uji yang akan digunakan dalam penelitian dibuat terlebih dahulu, kemudian diuji dilaboratorium, benda uji tersebut berupa:

- a. 3 benda uji untuk uji desak beton, untuk mengetahui kuat desak dari beton yang direncanakan.



Gambar 4.1 silinder beton

- b. 2 benda uji kuat tarik baja yang diambil dari profil silinder baja



Gambar4.2 uji tarik baja

#### 4.4 Pengujian Sampel

Tahap-tahap pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini ada dua macam pengujian.

##### 1. Pengujian awal

Pada pengujian awal ini ada, yaitu pengujian desak beton .

##### a. pengujian kuat desak baja beton

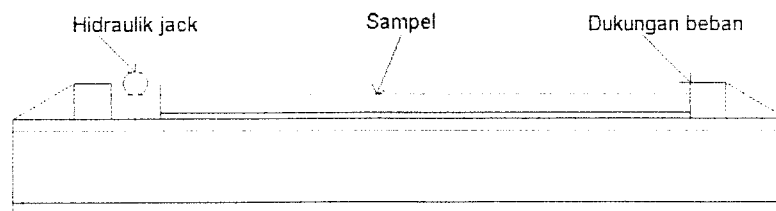
pengujian ini dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari, pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dari beton, apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan.

##### b. pengujian kuat tarik baja

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat leleh baja ( $F_y$ ), kekuatan ultimit dari baja ( $F_u$ ) dan kekuatan patah dari baja.

##### 2. Pengujian Sampel

Setelah pengujian awal dilakukan, kemudian sampel kolom komposit baja beton yang sudah dibuat, setelah beton yang dimasukkan kedalam silinder baja berumur 28 hari, maka pengujian baru dilaksanakan.



Gambar 4.4 Gambar pengujian

## 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

## 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 horisontal			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 Horisontal			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

	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Perrerata
Per(ton)	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

## 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/cm<sup>2</sup>
- b. tegangan ultimit ( $F_u$ )= 2383,7 Kg/cm<sup>2</sup>
- c. tegangan putus= 1136,8 Kg/cm<sup>2</sup>

2. Benda uji tarik baja 2

- a. tegangan leleh= 2105,26 Kg/cm<sup>2</sup>
- b. tegangan ultimit= 2484,21 Kg/cm<sup>2</sup>
- c. tegangan putus: 1157,8 Kg/cm<sup>2</sup>



Tabel 5.15 tabel hasil pengujian tarik baja

	Benda uji Kg/cm <sup>2</sup>	Benda uji 2 Kg/cm <sup>2</sup>	Rata-rata Kg/cm <sup>2</sup>
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/cm<sup>2</sup>

Berat jenis beton = 2,403t/m<sup>3</sup>

## 2. Benda uji desak beton 2

Kuat desak beton = 206,32kg/cm<sup>2</sup>

Berat jenis beton =2.34 t/m<sup>3</sup>

## 3. Benda uji desak beton 3

Kuat desak beton = 212,07kg/cm<sup>2</sup>

Berat jenis beton =2,401t/m<sup>3</sup>

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 <sup>3</sup> )	2.403	2,34	2,401	2,38

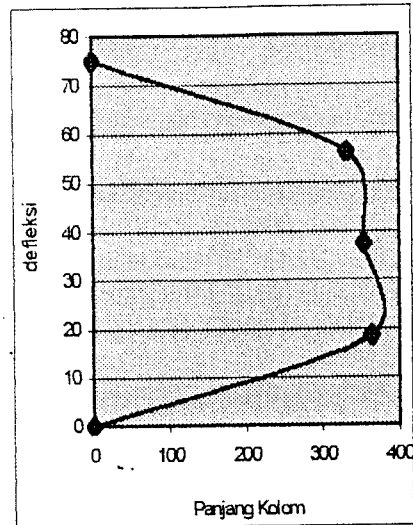
Dari Hasil pengujian pendahuluan didapatkan hasil sebagai berikut,  
tegangan leleh baja (fy) =2094,74 Kg/cm<sup>2</sup>

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/cm<sup>2</sup>.

Sehingga beton yang direncanakan pada awal penelitian yaitu beton dengan kuat desak ( $f_c'$ ) = 200Kg/cm<sup>2</sup> terpenuhi. Dan untuk perhitungan selanjutnya dipakai beton dengan ( $f_c'$ ) = 210,09Kg/cm<sup>2</sup>.

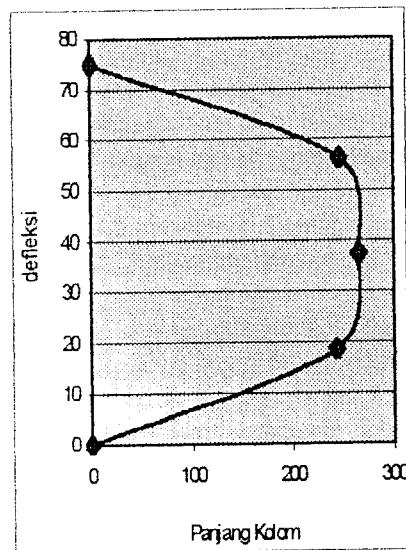
## 1. Defleksi kolom K1

### 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

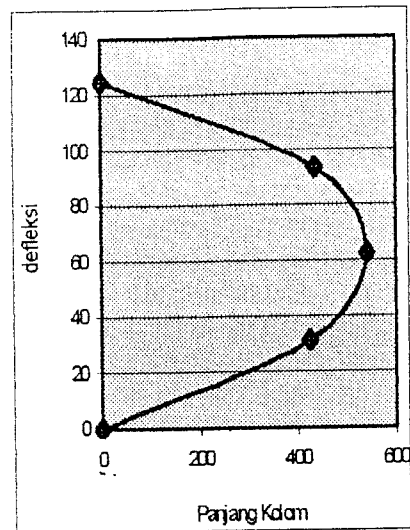
No	Sampel	Kl/r	Per(KN)
1	K1	28,19	54.95
2	K2	37,59	53.28
3	K3	46,99	51.52
4	K4	56,39	48.086
5	K5	75,18	42.93
6	K6	93,98	41.51
7	K7	122,18	39.25

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.

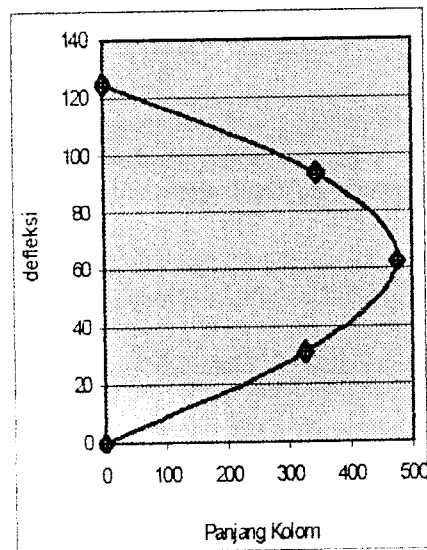
### 3. Deformasi Kolom K3

#### a. Arah Horizontal



Gambar 5.3a Gambar Defleksi K3 pada saat kritis

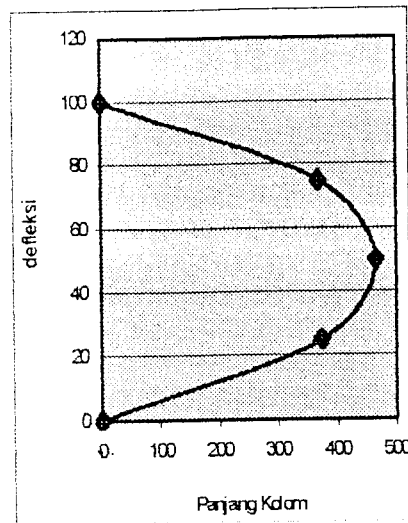
#### b. Arah Vertikal



Gambar 5.3b Gambar Defleksi K3 pada saat kritis

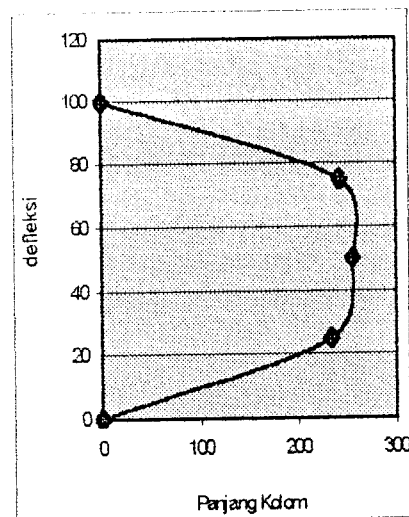
## 2. Defleksi kolom K2

### a. Arah Horizontal

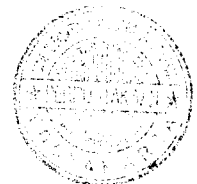


Gambar 5.2a Gambar Defleksi K2 pada saat kritis

### b. Arah Vertikal

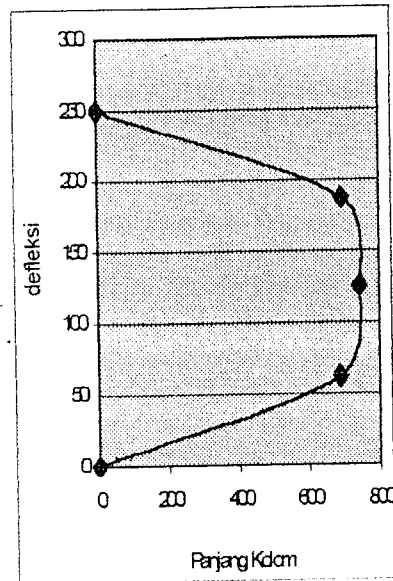


Gambar 5.2b Gambar Defleksi K2 pada saat kritis



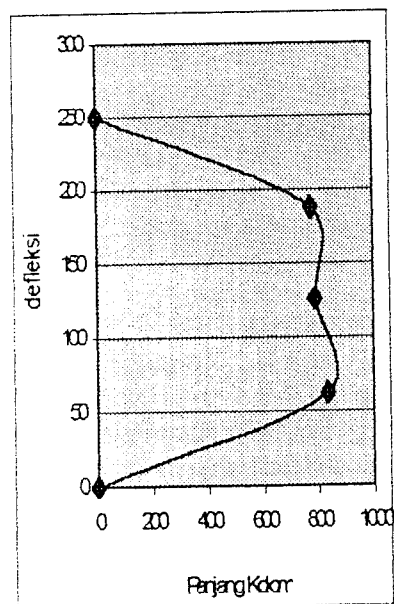
## 6. Defleksi kolom K6

## a. Arah Horizontal



Gambar 5.6a Gambar Defleksi K6 pada saat kritis

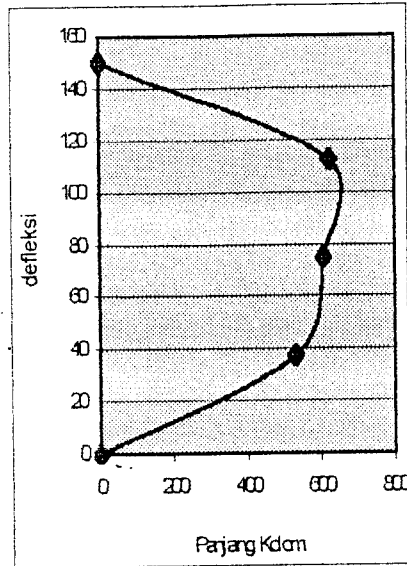
## b. Arah Vertikal



Gambar 5.6b Gambar Defleksi K6 pada saat kritis

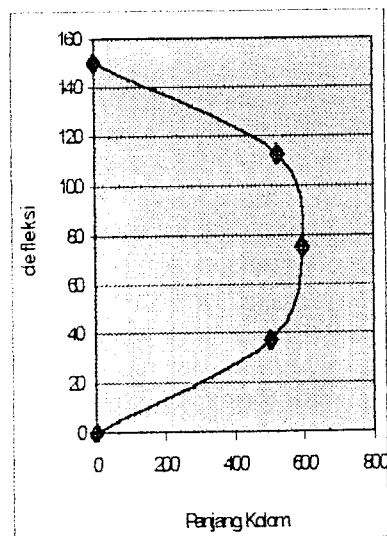
#### 4. Defleksi Kolom K4

##### a. Arah Horizontal



Gambar 5.4a Gambar Defleksi K4 pada saat kritis

##### b. Arah Vertikal

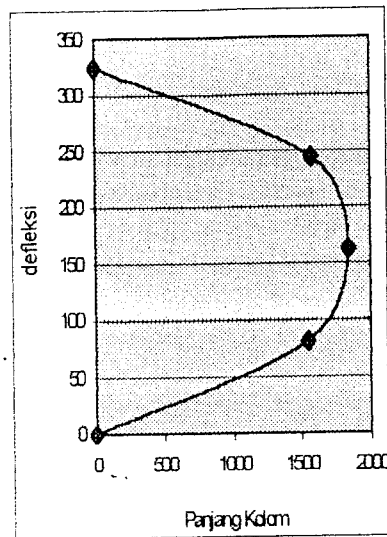


Gambar 5.4b Gambar Defleksi K4 pada saat kritis



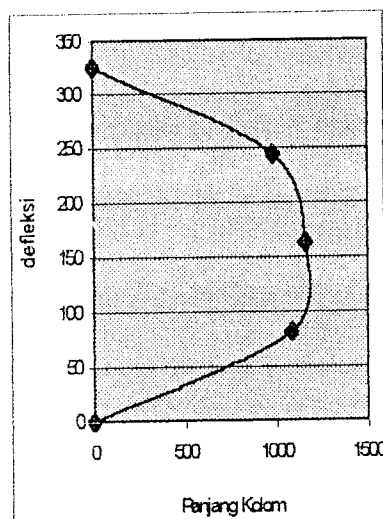
## 7. Defleksi kolom K7

## a. Arah horisontal



Gambar 5.7b Gambar Defleksi K7 pada saat kritis

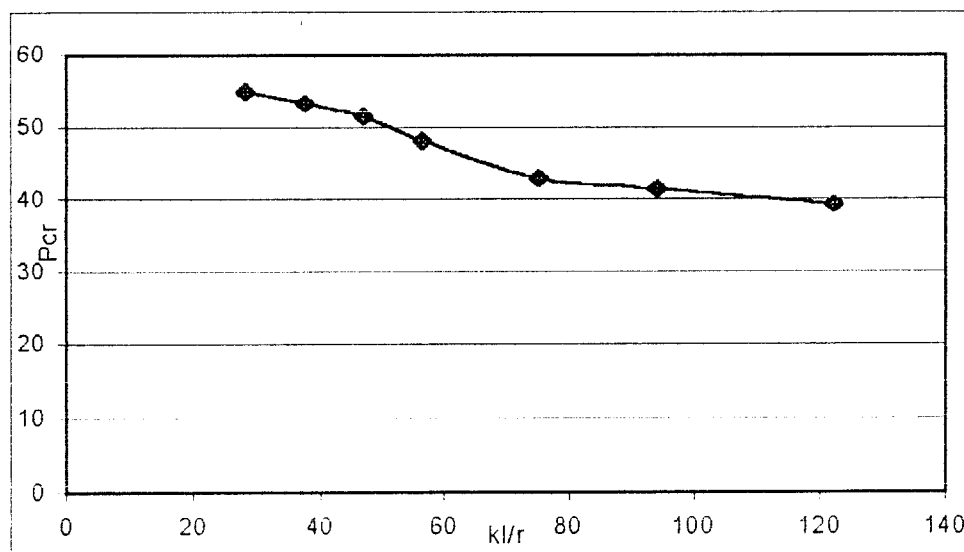
## b. Arah Vertikal



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-sendii 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

### 5.2.3 Pembahasan Kolom Komposit

#### 5.2.a Beban Kritis (Pcr)

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

Tabel 5.19 tabel beban kritis kolom komposit

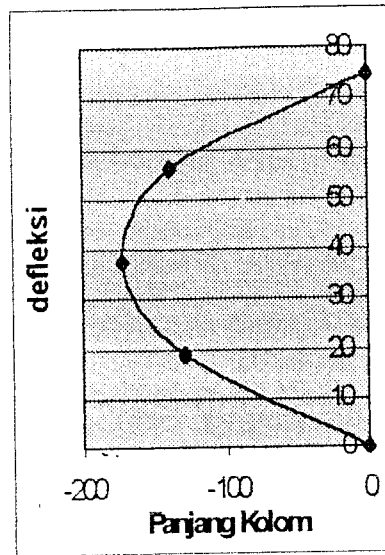
No	Sampel	Kl	L/r	Pcr(KN)
1	K1	75	35,54	110,89
2	K2	100	47,39	106,47
3	K3	125	59,24	103.,04
4	K4	150	71,09	99,60
5	K5	200	94,78	89,30
6	K6	250	118,48	75,56
7	K7	325	154,03	61,82

Pada saat terjadi beban kritis (Pcr) 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.

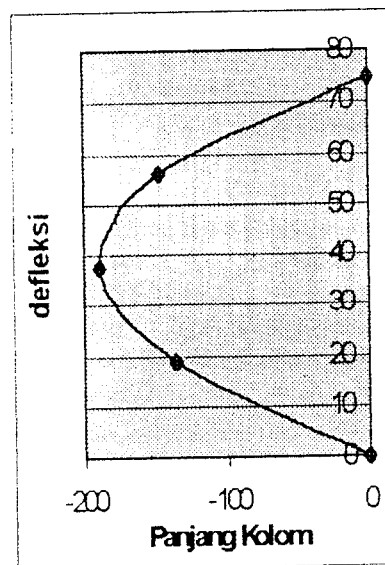
## 1. Defleksi kolom KK1

## a. Arah Horizontal



Gambar 5.8a defleksi kolom KK1

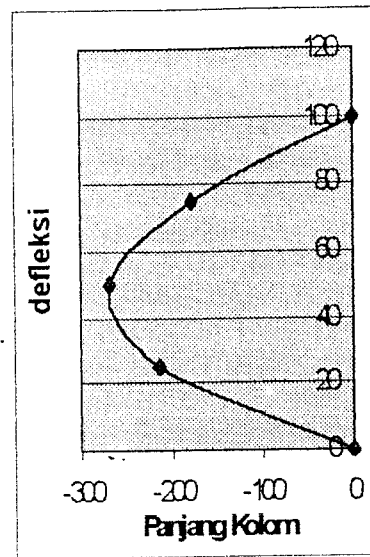
## b. Arah Vertikal



Gambar 5.8b defleksi kolom KK1

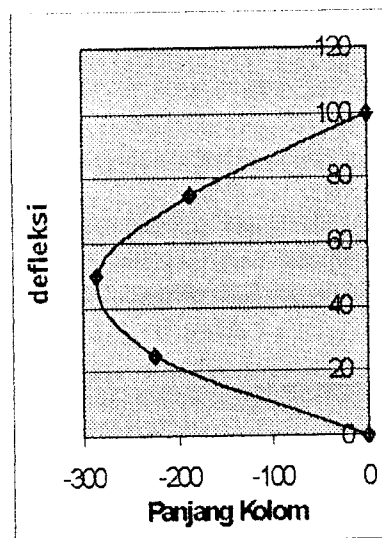
## 2. Defleksi kolom KK2

### a. Arah Horizontal



Gambar 5.9a defleksi kolom KK2

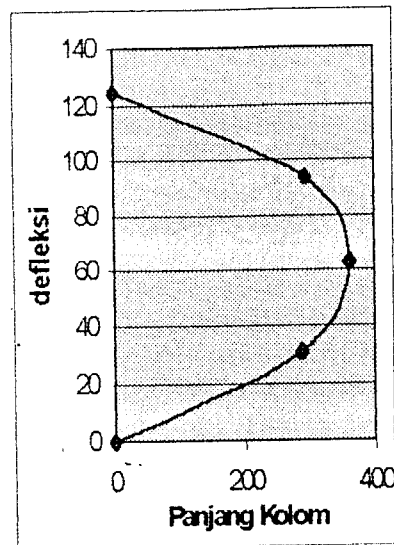
### b. Arah Vertikal



Gambar 5.9b defleksi kolom KK2

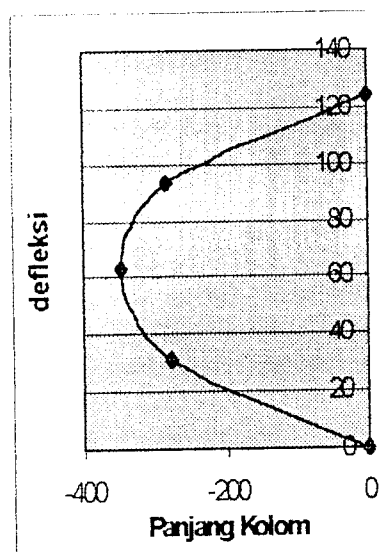
### 3. Defleksi Kolom KK3

#### a. Arah Horizontal



Gambar 5.10a defleksi kolom KK3

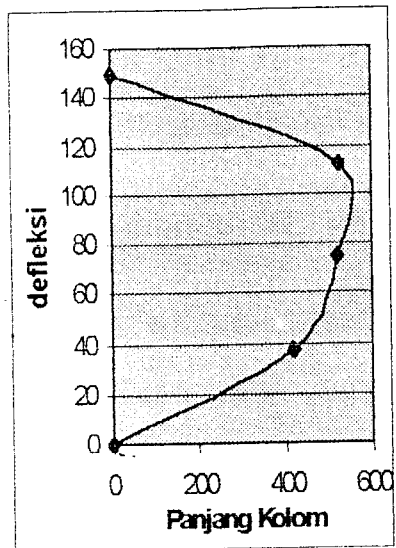
#### b. Arah Vertikal



Gambar 5.10b defleksi kolom KK3

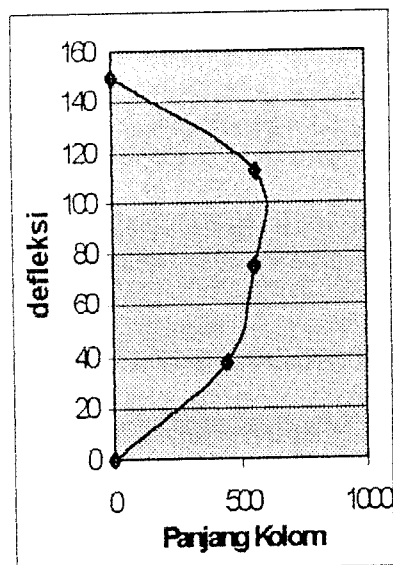
## 4. Defleksi Kolom KK4

## a. Arah Horizontal



Gambar 5.11a defleksi kolom KK4

## b. Arah Vertikal

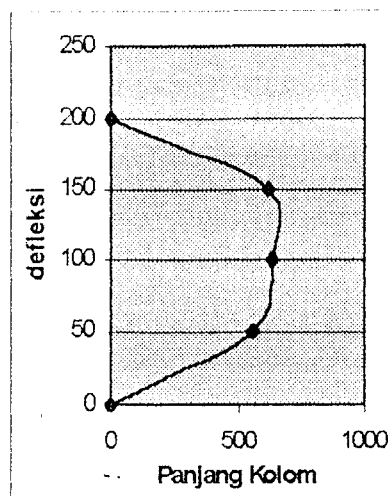


Gambar 5.11b defleksi kolom KK4



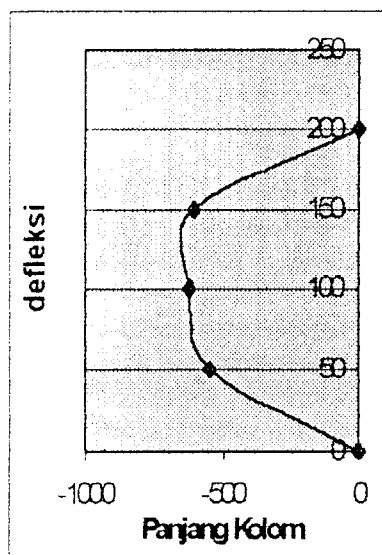
## 5. Defleksi Kolom KK5

## a. Arah horisontal



Gambar 5.12a defleksi kolom KK5

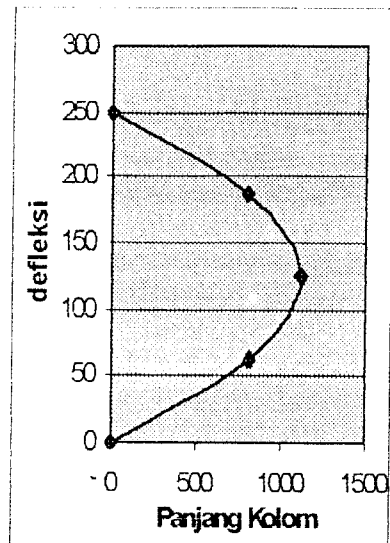
## b. Arah Vertikal



Gambar 5.12b defleksi kolom KK5

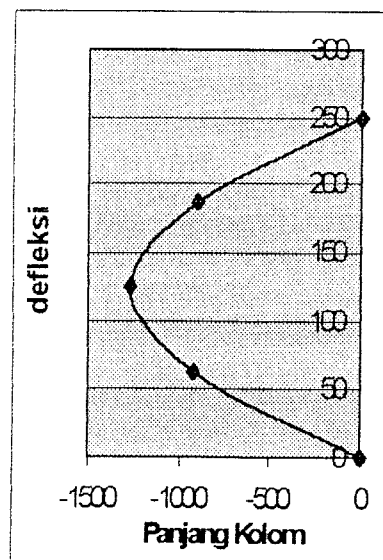
## 6. Defleksi kolom KK6

## a. Arah Horizontal



Gambar 5.13a defleksi kolom KK6

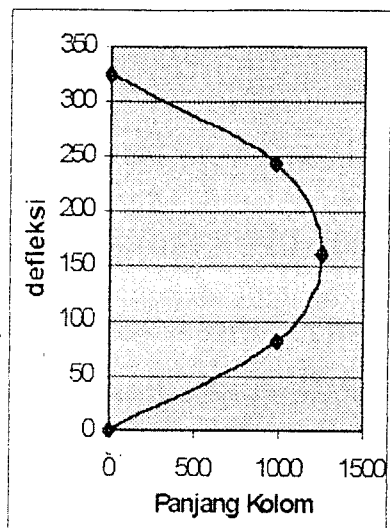
## b. Arah Vertikal



Gambar 5.13b defleksi kolom KK6

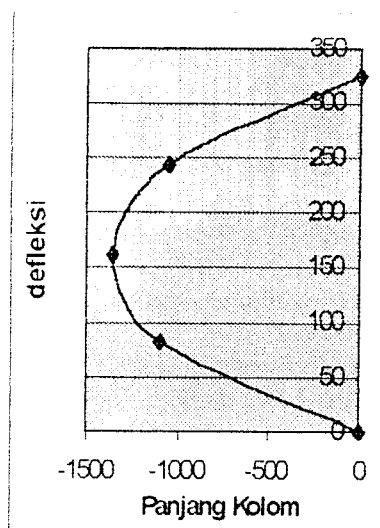
## 7. Defleksi kolom KK7

## a. Arah horisontal



Gambar 5.14a defleksi kolom KK7

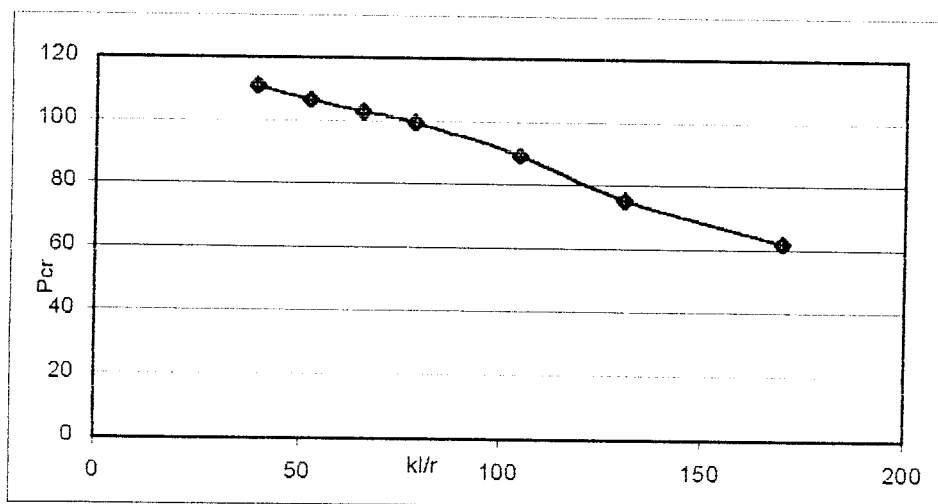
## b. Arah vertikal



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.

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.

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

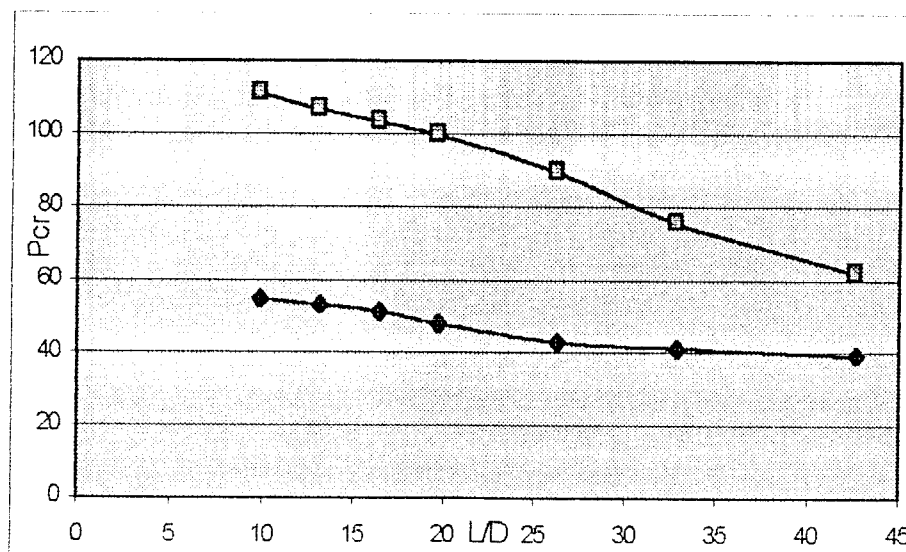
Persamaan 5.11 digunakan untuk kolom pada nilai  $L/D = 9.842$  sampai  $L/D=19.685$ .

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

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 silider baja dengan kolom komposit juga dapat diperlihatkan dalam bentuk gambar 5.5.



**Gambar 5.5** Grafik rasio  $P_{cr}$  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.

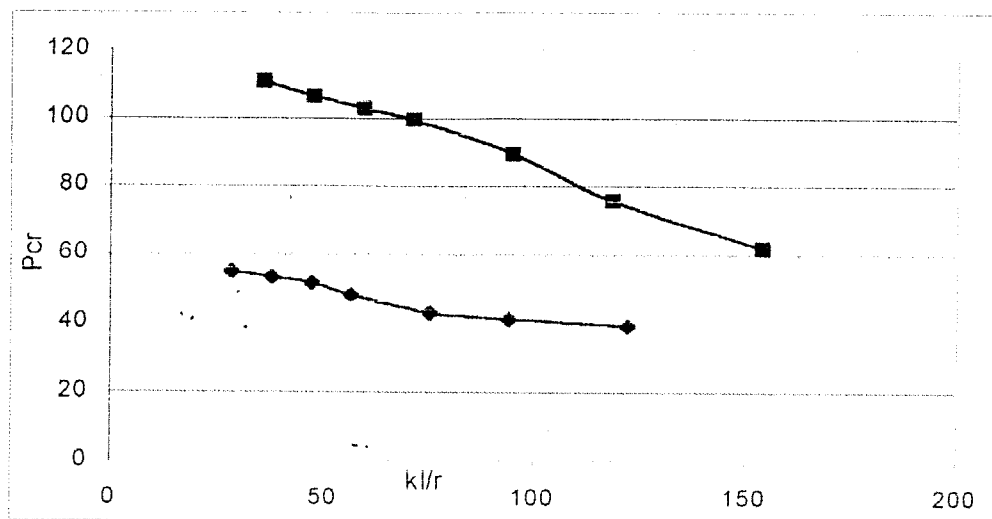


Beban kritis yang mampu ditahan oleh kolom pipa diisi beton lebih besar dari beban kritis yang mampu ditahan kolom pipa baja karena kolom pipa komposit baja beton memiliki inersia yang lebih besar dibanding dengan kolom pipa kosong disamping itu juga kolom pipa komposit memiliki luas penampang kolom 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:

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

Dengan data sebagai berikut:

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

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

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

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

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

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

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

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.

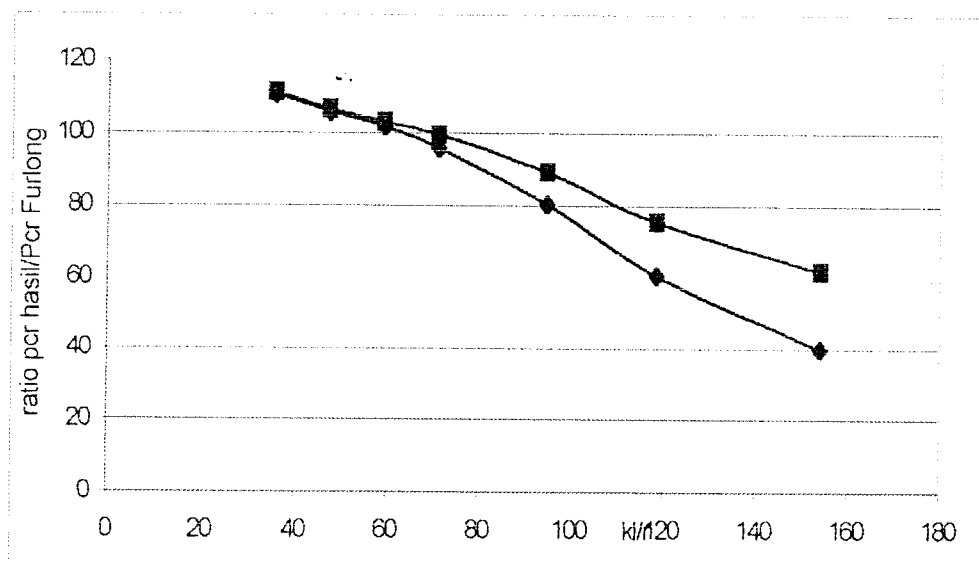
Tabel 5.23 tabel rasio  $P_{cr}$  penelitian furlong dengan  $P_{cr}$  kolom pipa komposit baja beton hasil Pengujian

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.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis- analisis terhadap data hasil penelitian pada bab pembahasan dan menunjuk pada tujuan penulisan tugas akhir ini, maka kami menyimpulkan beberapa hal:

1. Nilai kelangsingan kolom komposit pipa baja diisi beton mempengaruhi beban kritis kolom komposit pipa baja diisi beton, semakin besar nilai kelangsingan kolom  $kl/r$  maka beban kritis kolom semakin turun.
2. Tegangan kritis kolom komposit pipa baja diisi beton semakin turun nilainya seiring dengan bertambahnya nilai kelangsingan kolom. semakin langsing kolom komposit pipa baja diisi beton maka tegangan kritis kolom komposit baja beton semakin turun.
3. Ratio perbandingan beban kritis kolom komposit baja beton terhadap kolom pipa baja menghasilkan nilai rasio yang semakin mengecil, ini berarti bahwa semakin langsing kolom komposit pipa baja diisi beton maka pengaruh komposit akan semakin mengecil.

4. Ratio perbandingan beban kritis kolom komposit pipa baja beton terhadap kolom komposit baja beton dari furlong menghasilkan nilai rasio semakin besar ini berarti bahwa beban kritis hasil pengujian lebih besar dari beban kritis kolom komposit yang dilakukan furlong

## 6.2 Saran-saran

1. Variasi nilai Kelangsingan ( $kl/r$ ) perlu ditambah, terutama untuk nilai kelangsingan ( $kl/r$ ) kecil agar perilaku dari kolom komposit dapat lebih tampak.
2. Perlu adanya penelitian terhadap kolom komposit pipa baja diisi beton dengan kelangsingan yang sama tetapi dengan tebal dari baja yang bervariasi ( $t/D$ ).
3. Perbandingan beban kritis kolom komposit pipa diisi beton perlu diperbandingkan dengan kolom silinder beton, agar diketahui seberapa besar peningkatan kekuatan yang terjadi.
4. Pada saat pelaksanaan pengujian perlu lebih teliti dalam pembacaan dial agar data yang diperoleh lebih bagus dan sesuai dengan yang diharapkan.



## DAFTAR PUSTAKA

Furlong, Richard W, PhD, P.E 1991, profesor of civil Engineering university of texas, **Steel Concrete Composite Column** dalam buku **Hand Book of Composite Construction Engineering** edited by Gajanan M. Sabnis, PhD, P.E.

Tjokrodimulyo, Kardiyono, Ir, 1992, **Teknologi Beton**, jurusan teknik sipil Universitas Gajah Mada

Salmon, Charles, 1990, alih bahasa Ir.wira MSCE, **Struktur Baja desain dan perilaku**

Widodo, Ir, MSCE, PhD diktat kuliah **Metode Numerik**, jurusan teknik sipil Universitas Islam Indonesia

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Helmi Wibowo	97511408	Teknik Sipil
2	Emilson Padalas	97511227	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

Kuat tekan kolom komposit baja beton (concrete-filled pipe) .....

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

**TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang						■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. H. Susastrawan, MS.  
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Fatkhurrohman N., MT.



Yogyakarta, 20 Maret 2003  
 a.n. Dekan,  
  
 Ir. H. Munadhir, MS  
 (.....)

**Catatan.**

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1			
2			

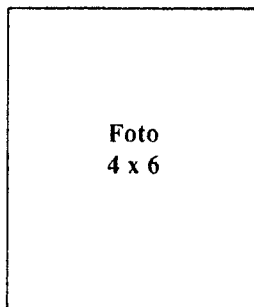
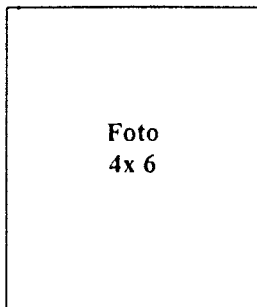
**JUDUL TUGAS AKHIR :**

.....  
 .....  
 .....

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS  
 TAHUN :**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.					■	■

DOSEN PEMBIMBING I : .....  
 DOSEN PEMBIMBING II : .....



Yogyakarta, .....  
 a.n. Dekan,

(.....)

**Catatan.**

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
 BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : Pasir  
 Nama benda uji : Agregat Halus  
 Asal : X- Urang  
 Keperluan : Tugas Akhir  
(Skripsi)

Di periksa oleh :  
 1. Helmi Wibawa  
 2. Emilwan Padalis

Tanggal : 25, Mei - 2003

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (  $\varnothing$  15 x t 30 ) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\varnothing$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung ( $W_1$ )	7,845 Kg	7,845 Kg
Berat tabung + Agregat ( $W_2$ )	15,615 Kg	15,620 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	..... m <sup>3</sup>	..... m <sup>3</sup>
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,521 t/m <sup>3</sup>	1,522 t/m <sup>3</sup>
Berat volume rata-rata	1,520 t/m <sup>3</sup>	

Volume tabung =  $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 30^2 \cdot 15$

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Pecah  
Nama benda uji : Agregat halus  
Asal : X - (beang)  
Keperluan : Tugas Akhir  
(Skripsi)

Di periksa oleh :  
1. Helmi Wibawa  
2. Emilson Padalas

Tanggal : 25 Mei 2003

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
		Gram		Gram
Berat agregat ( W )	253,5...	Gram	285...	Gram
Volume air ( V <sub>1</sub> )	500.....	Cc	500..	Cc
Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )	595.....	Cc	609..	Cc
Berat jenis ( BJ ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,66.....		2,60.....	
Berat jenis rata - rata	2,63.....			

Catatan :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
 BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : Kerikil  
 Nama benda uji : Agregat Kasar  
 Asal : Celarang  
 Keperluan : Tugas Akhir

Di periksa oleh :  
 1. Helmi Wibawa  
 2. Emilia P. P. L. G.

Tanggal : 25 Mei 2003

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (  $\varnothing$  15 x t 30 ) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\varnothing$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung ( $W_1$ )	7,840 Kg	7,845 Kg
Berat tabung + Agregat ( $W_2$ )	15,880 Kg	15,870 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	..... m <sup>3</sup>	..... m <sup>3</sup>
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,516 t/m <sup>3</sup>	1,514 t/m <sup>3</sup>
Berat volume rata-rata	1,515 t/m <sup>3</sup>	

Volume tabung =  $\frac{1}{4} \pi \cdot 15^2 \cdot 30$

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Kempil  
 Nama benda uji : Agregat Kasar  
 Asal : Coleveeg  
 Keperluan : Tugas Akhir  
                   : ( Sampsi )

Di periksa oleh ;  
 1. Helmi Wibawa  
 2. Emilcar Pardalas

Tanggal : 25 Mei 2003

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap. dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
		Gram		Gram
Berat agregat ( W )	374.3.....		265.0..	
Volume air ( V <sub>1</sub> )	500.....	Cc	500...	Cc
Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )	649.....	Cc	600...	Cc
Berat jenis ( BJ ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2.512.....		2.65.....	
Berat jenis rata - rata	2.581..			

Catatan :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## PERENCANAAN BETON

Beton direncanakan dengan  $f_c = 20$  Mpa adapun data - data yang didapat dari uji propertis material penyusun beton adalah sebagai berikut:

1. Nilai slump dipakai 75cm – 100cm.
2. Ukuran butir maksimum adalah 2cm.
3.  $B_j pc = 3,15 \text{ ton/m}^3$ ,  $B_j \text{ pasir} = 2,66 \times 10^3 \text{ ton/m}^3$ ,  $B_j \text{ split} = 2,66 \times 10^3 \text{ ton/m}^3$

### 1. Menentukan nilai FAS

Dari tabel 3.2 didapat:

Nilai  $f_c = 17,5 \text{ Mpa} \rightarrow \text{nilai FAS} = 0,71$

Nilai  $f_c = 22,5 \text{ Mpa} \rightarrow \text{nilai FAS} = 0,62$

Untuk nilai  $f_c = 20$  dicari dengan cara interpolasi dari nilai FAS diatas dan didapatkan nilai FAS = 0,664

### 2. Menentukan Kebutuhan Air

Dari tabel 3.6 untuk nilai slump yang dipakai yaitu 75 – 100 dan ukuran butir maksimum 2 cm didapatkan kebutuhan air yang diperlukan adalah 203 lt untuk setiap  $M^3$

3. Perkiraan udara yang terperangkap dari tabel 3.6 didapat sebesar 2%

### 4. Menentukan berat Pc

$$W_{pc} = \frac{\text{Berat Air}}{FAS}$$

$$W_{pc} = \frac{203}{0,667} = 305,72 \text{ Kg}$$



$$V_{pc} = \frac{305,72}{3,15 \times 10^3} = 0,097 \text{ m}^3$$

**5. Menentukan kebutuhan split**

Dari tabel 3.7 didapat jumlah kebutuhan krikil sebesar 0,63

$$W_{split} = 1,5 \times 10^3 \times 0,63$$

$$W_{split} = 945 \text{ Kg}$$

$$V_{split} = \frac{945}{2,66 \times 10^3} = 0,355 \text{ m}^3$$

**6. Menentukan volume pasir**

$$\text{Vol pasir} = 1 \text{ m}^3 - (\text{Vol air} + \text{Vol udara} + \text{Vol split} + \text{Vol pc})$$

$$\text{Vol pasir} = 1 \text{ m}^3 - (0,203 + 0,02 + 0,097 + 0,355)$$

$$\text{Vol pasir} = 0,325 \text{ m}^3$$

$$W_{pasir} = 0,325 \times 2,66 \times 10^3$$

**7. Perbandingan Berat**

$$W_{pc} : W_{pasir} : W_{split}$$

$$305,72 : 864,5 : 945$$

$$1 : 2,829 : 3,09$$

4. Inersia beton pengisi

$$I_c = \frac{\pi}{64} 7,46^4$$

$$I_c = 151,95 \text{ cm}^4 (1519500 \text{ mm}^4)$$

5. Luas Tampang kolom komposit ( $A_{comp}$ ):

$$A_{comp} = \pi/4 (D_{luar}^2 - D_{dim}^2) + 1/N \cdot x \pi/4 (D_{dim}^2)$$

$$A_{comp} = 3,14/4 (7,62^2 - 7,46^2) + 1/9,376 \cdot x 3,14/4 (7,46^2)$$

$$A_{comp} = 6,9707$$

6. Inersia tampang kolom komposit:

$$I_{comp} = \left[ \left( \frac{1}{64} \pi D_{luar}^4 - D_{dim}^4 \right) + \frac{1}{N} \cdot x \left( \frac{1}{64} \pi D_{dim}^4 \right) \right]$$

$$I_{comp} = \left[ \left( \frac{1}{64} \cdot x 3,14 \cdot (7,62^4 - 7,46^4) \right) + \frac{1}{9,376} \left( \frac{1}{64} \cdot x 3,14 \cdot 7,46^4 \right) \right]$$

$$I_{comp} = 31,727$$

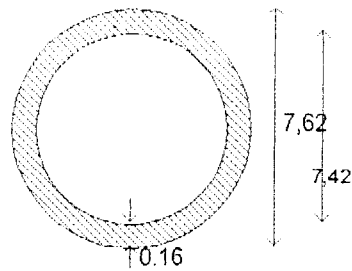
Radius kelembaman:

7. Radius kelembaman pipa baja:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{13,64}{1,89}} = 2,66 \text{ cm}$$

### Hitungan Properti Dimensi Benda uji



#### Material Properti

##### 1. Luas Silinder Baja

$$A_s = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2)$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} (7,62^2 - 7,46^2)$$

$$A_s = 1,89 \text{ cm}^2$$

##### 2. Inersia Silinder Baja

$$I_s = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4)$$

$$I_s = \frac{\pi}{64} (7,62^4 - 7,46^4)$$

$$I_s = 13,46 \text{ cm}^4 (134600 \text{ mm}^4)$$

##### 3. Luas beton Pengisi

$$A_c = \frac{\pi}{4} 7,46^2$$

$$A_c = 43,69$$

### Hitungan Per Rumus furlong

1. Dari hasil pengujian didapatkan;

$$F_y = 205,6 \text{ Mpa}; f'_c = 20,6 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 21331,99 \text{ Mpa}; E_s = 200.000 \text{ Mpa}$$

2. Propertis material didapat:

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

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

$$I_s = 134600 \text{ mm}^2$$

$$I_c = 1519500 \text{ mm}^2$$

$$Ei_{tan} = E_s I_s + 0,5 \times E_c I_c$$

$$Ei_{tan} = 200.000 \times 134.600 + 0,5 \times 21331,99 \times 1.519.500$$

$$Ei_{tan} = 38,577 \times 10^3 \text{ Nm}^2$$

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

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

$$kl_c = \pi \sqrt{\frac{Ei_{tan}}{0,5 \times P_o}}$$

$$kl_c = 3,14 \sqrt{\frac{38577}{0,5 \times 115359}} = 2,568 \text{ m}$$

Untuk  $kl < kl_c$

$$p_{cr} = p_o \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{kl}{kl_c} \right)^2 \right]$$

sedang untuk  $kl > kl_c$

$$p_{cr} = \pi^2 \frac{EI}{(kl)^2}$$

Lampiran 5

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E I \tan}{KL^2}$$

$$P_{cr} = \frac{3.14^2 \cdot 38,577 \times 10^3}{325}$$

$$P_{cr} = 40.009 \text{ KN}$$

Tabel Hasil Perhitungan

KL (cm)	Pcr (KN)
75	110.439
100	105.612
125	101.693
150	95.679
200	80.373
250	60.694
325	40.009

## Hitungan Regresi

### ◆ Regresi 1

X	Y	XY	X <sup>2</sup>
9.842	2.001	19.69384	96.86496
13.123	1.998	26.21975	172.2131
16.4042	2	32.8084	269.0978
19.68	2.045	40.2456	387.3024

$$\Sigma X = 59.0492 \quad \Sigma Y = 8.044 \quad \Sigma XY = 118.967 \quad \Sigma X^2 = 925.47$$

Dipakai regresi linier dengan persamaan:

$$Y = A - BX$$

$$\begin{bmatrix} m & \Sigma x \\ \Sigma x & \Sigma x^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma y \\ \Sigma xy \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 4 & 59.0492 \\ 59.0492 & 925.4783 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8.044 \\ 118.967 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.9507 \\ 0.0041 \end{bmatrix}$$

didapatkan :

$$A = 1,9507$$

$$B = 0,0041$$

$$Y = 1.9507 + 0,0041X$$

$$P_{cr} = 1.9507 + 0,0041 \frac{l}{D}$$

### ◆ Regresi 2

X	Y	XY	X <sup>2</sup>
26.247	2.021	53.04519	688.905
32.808	1.833	60.13706	1076.365
42.651	1.575	67.17533	1819.108
$\Sigma X = 101.706$	$\Sigma Y = 5.429$	$\Sigma XY = 180.3576$	$\Sigma X^2 = 3584.378$

Dipakai regresi linier dengan persamaan:

$$Y = A - BX$$

$$\begin{bmatrix} m & \sum x \\ \sum x & \sum x^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum xy \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 3 & 101.76 \\ 101.76 & 3584.37 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.429 \\ 180.357 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.729 \\ -0.0271 \end{bmatrix}$$

didapatkan :

$$A = 2,729$$

$$B = -0,0271$$

$$Y = 2,729 - 0,0271X$$

$$P_{cr} = 2,729 - 0,0271 \frac{1}{D}$$

