

## PENGARUH KELANGSINGAN KOMPONEN STRUKTUR PIPA ALMUNIAM PASARAN PADA BEBAN KRITIS STRUKTUR

Fadelan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo

E-mail :ffadelan@gmail.com

### ABSTRAK

Kegagalan struktur yang berbasis rangka batang seharusnya tidak boleh terjadi. Pada struktur rangka batang komponen struktur hanya menerima beban tarik dan tekan saja. Penyiapan komponen penyusun struktur menjadi prioritas penting sebab kelebihan panjang dari ukuran yang dipersyaratkan dapat menurunkan beban kritisnya. Dalam penelitian ini yang ingin diketahui seberapa jauh kenaikan kelangsingan komponen struktur bahan aluminium terhadap penurunan beban kritisnya. Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan diatas pada penelitian awal ini kami mengambil sampel jenis pipa aluminium dengan diameter 8,5 mm, 13 mm, dan 15 mm sesuai aluminium yang dijual di pasar bebas, dengan panjang maksimum 1500 mm dan panjang minimum 1050 mm. Prosentase kenaikan kelangsingan bahan uji dapat menurunkan beban kritis bahan uji sesuai dengan diameter batang uji sbb: **a.** Untuk diameter 8,5 mm kenaikan kelangsingan 13% batang uji dapat menurunkan beban kritis 32% dan kenaikan panjang batang uji 30% dapat menurunkan beban kritis 62% **b.** Untuk diameter batang uji 13 mm kenaikan kelangsingan batang uji 13% dapat menurunkan beban kritis 30% dan kenaikan kelangsingan batang uji 30% dapat menurunkan beban kritis 87% **c.** Untuk diameter 15 mm kenaikan kelangsingan batang uji sebesar 14% dapat menurunkan beban kritis 16% dan kenaikan kelangsingan batang uji sebesar 30% dapat menurunkan beban kritis sebesar 66%. Maka untuk diameter 13 mm perlu diperdalam dengan melakukan proses penurunan panjang mencapai 50% dengan lima tahapan penurunan. Dari hasil uji statistic dapat nilai *koefisien korelasi*  $r = 85,9\%$  yang berarti bahwa ada pengaruh kenaikan kelangsingan terhadap penurunan beban kritisnya.

Kata kunci : rasio kelangsingan, komponen struktur Aluminium, penurunan beban kritis

### ABSTRACT

*Failure based truss structure should not happen. On the truss structure component, it only accepts a tensile load and press. Preparation of the components of the structure is an important priority because the excess length of the required size can reduce the critical load. In this study, how far the increase in slimmess aluminum material structures component to the decline of the critical load is researched. In order to get answers to this question, in the preliminary study, we take a sample of the type of aluminum pipe with a diameter of 8.5 mm, 13 mm, and 15 mm which is in accordance aluminum sold in the free market, with a maximum length of 1500 mm and a minimum length of 1050 mm. The percentage increases in the slenderness of the test material which can reduce the critical load test materials according to the following test rod diameter 8.5 mm diameter are: (a) For the diameter 8.5mm, the slimmess is 13% which decrease 32% of the critical load and the increase in long stem test 30% can reduce the critical load 62%; (b) For the test rod diameter 13mm, the increase of slenderness test rod decreases critical load 87%; (c) For the diameter 15 mm, the increase of slenderness test rod decreases critical load 16% and the increase of test rod slenderness 30% decreases critical load 66%. Therefore, it is needed to conduct a long decline process until 50% through*

*five stages of decline. Based on statistic test result, it is gathered a correlation coefficient  $r = 85.9\%$  which means there is an effect on slenderness rise to degradation of critical load.*

*Keywords: slenderness ratio, aluminum structural components, decreasing critical load*

## PENDAHULUAN

Pipa Almunium digunakan untuk berbagai kebutuhan peralatan rumah tangga, kontruksi ringan, yang semakin hari meningkat semakin pesat. Penggunaan almunium untuk berbagai kebutuhan ini di dasarkan pada sifat almunium yang lebih ringan dari logam lainnya, tidak mudah terjadi oksidasi dengan udara/tidak muda berkarat, tahan panas, relative minim finising, serta mudah dikombinasi dengan bahan lain. Almunium merupakan bahan/material yang sangat fleksibel dalam pemakaiannya.

Almunium secara fisik merupakan bahan yang kuat dan kokoh. Berbagai uji kekuatan, kekerasan, metalografi, semua pengujian yang berlaku pada pengujian logam yang lain berlaku juga untuk almunium. Pengujian logam dimaksudkan untuk mengetahui karakter fisik dari masing-masing logam sebelum digunakan sesuai dengan fungsinya. Sering kita jumpai dilapangan banyak struktur mengalami kegagalan dalam menjalankan fungsinya. Dengan mengetahui karakter fisiknya seharusnya kegagalan fungsional struktur dapat diminimalisir. Kegagalan struktur seperti ini mestiya dapat dihindari dengan medesain struktur secara tepat dan cermat, sehingga kemampuan struktur dapat menerima beban kerja secara maksimum tanpa terjadi kegagalan desain. Atau paling tidak beban struktur masih dalam batas toleransi yang diijinkan. Kekuatan dan kekakuan merupakan salah satu pertimbangan dalam mendesain suatu struktur.

Kolom merupakan salah satu struktur yang bebannya berupa tekan dengan kegagalan tekuk. Kegagalan tekuk pada

struktur kolom dalam penelitian ini dikhususkan untuk struktur kolom yang disebabkan oleh beban tekan. Beban tekan yang dimaksud dalam penelitian ini sangat erat hubungannya dengan struktur yang panjang dan langsing. Jika komponen struktur langsing dan relative panjang maka kegagalan terjadi secara lentur atau berdefleksi lateral. Jika defleksi lateral ini terjadi secara terus-menerus dengan beban bertambah relative kecil maka lama-kelamaan struktur akan runtuh. Dalam desain Struktur kolom dikenal beberapa jenis diantaranya: kolom sendi-sendi; Kolom jepit bebas; Kolom jepit-jepit; kolom jepit-sendi masing-masing desain memiliki rumusan beban kritis sendiri-sendiri. Beban kritis adalah beban batas kemampuan struktur untuk mempertahankan bentuk fisik pada daerah elastic. Struktur dikatakan gagal jika secara fisik berubah/terdefleksi pada daerah elastic. Sebenarnya dalam penelitian ini yang ingin diketahui adalah pengaruh kelangsingan struktur kolom terhadap besar beban kritisnya pada pipa almunium yang dijual dipasaran. Agar dapat diminimalisir terjadinya kegagalan desain struktur berbahan almunium.

### Rumusan Masalah:

Dari uraian diatas permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana pengaruh kelangsingan komponen struktur berbahan pipa almunium pasaran terhadap beban kritisnya

### Batasan masalah:

Untuk memberikan arah dalam pelaksanaan penelitian ini perlu diberikan batasan masalah yang dirangkum sbb:

- a. Bahan penelitian pipa almunium yang dijual dipasaran

- b. Diameter pipa yang digunakan 8,5 mm, 13 mm, 15mm polos
- c. Alat uji buatan sendiri
- d. Kelangsingan bahan uji berdasarkan rasio antara panjang dan diameter pipa
- e. Panjang pipa bervariasi 1500 mm, 1300 mm, 1050 mm

#### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besaran beban kritis dari pipa aluminium yang beredar dipasaran sesuai panjang specimen sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam mendesain struktur yang berbahan aluminium murni atau kombinasi

#### **Manfaat penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memperkecil kegagalan struktur yang berbahan aluminium dan dapat meningkatkan daya saing struktur konstruksi yang berbahan aluminium.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Suatu struktur langsing panjang dengan beban tekan akan mengalami defleksi lateral, kondisi semacam ini pada struktur merupakan suatu kegagalan karena struktur telah mengalami penekukan, jika beban diperbesar defleksi juga semakin membesar, maka lama kelamaan kolom akan runtuh.

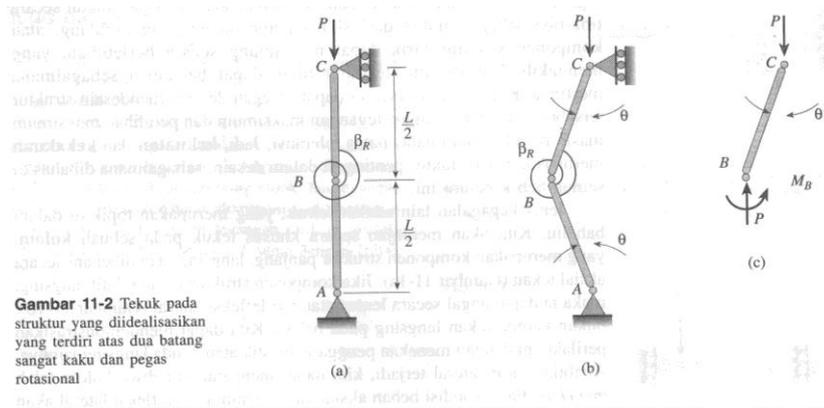
Fenomena tekuk tidak terbatas hanya pada struktur kolom saja. Tekuk dapat terjadi pada berbagai jenis struktur dan berbagai macam bentuk. Jika kita menaruh barang diatas kaleng bekas minuman yang kosong maka pada beban tertentu kaleng akan mengalami penekukan dan rusak. Kasus jembatan yang runtuh akibat tiang penyangga nya yang terbuat dari baja tipis tidak mampu menerima beban tekan. Tekuk merupakan salah satu penyebab utama kegagalan pada struktur, sehingga terjadinya tekuk akibat beban tekan juga harus menjadi kajian dalam desain.

#### **Tekuk dan Stabilitas**

Untuk melakukan kajian terjadinya tekuk pada struktur dapat diilustrasikan sebagai berikut, sebuah batang panjang AC, dari batang tersebut dibagi menjadi dua bagian sama panjang AB, dan BC, kemudian pada titik B sambungan dipasang pegas rotational untuk mempertahankan kelurusannya. Pegas rotational yang dipasang pada titik B ini memiliki kekakuan sebesar  $B_R$ . Pada kedua ujung dipasang tumpuan rol dan salah satu ujungnya diberi beban aksial. Struktur yang dijadikan sebagai ilustrasi ini berada dalam kondisi yang ideal sehingga beban P yang diberikan hanya pada kondisi yang disatukan pada titik B. jika beban tidak sampai menyebabkan perubahan garis kerja gaya dari masing-masing batang berarti kondisi struktur dianggap stabil, tetapi sebaliknya jika beban menyebabkan perubahan secara fisik atau menggeser garis kerja gaya dari lurus menjadi tidak lurus maka kondisi struktur menjadi tidak stabil. Kondisi struktur yang tidak stabil inilah yang disebut dengan kegagalan Struktur.

#### **Beban Kritis**

Jika beban P yang diterima struktur tidak menyebabkan struktur berubah secara fisik maka struktur dalam kondisi stabil, tetapi jika beban dinaikkan sampai batas tertentu yang mengakibatkan struktur berubah atau menjadi tidak stabil, maka beban batas yang membatasi antara kondisi stabil dan kondisi tidak stabil inilah yang disebut dengan beban kritis. Beban kritis diberi simbol sama dengan beban yang diberi indek ( $P_{CR}$ ), dari gambar dibawa ini beban kritis dapat dirumuskan sbb:



**Gambar 11-2** Tekuk pada struktur yang diidealisasikan yang terdiri atas dua batang sangat kaku dan pegas rotasional

momen pada pegas  $M_B = 2 B_R \theta$  dan momen geseran di titik B adalah:

$$M_B - P\left(\frac{L\theta}{2}\right) = 0$$

Substitusi dari kedua persamaan di atas didapatkan:

$$\left(2\beta_R - \frac{PL}{2}\right)\theta = 0$$

Dengan menyelesaikan persamaan diatas untuk harga  $\theta=0$  maka :

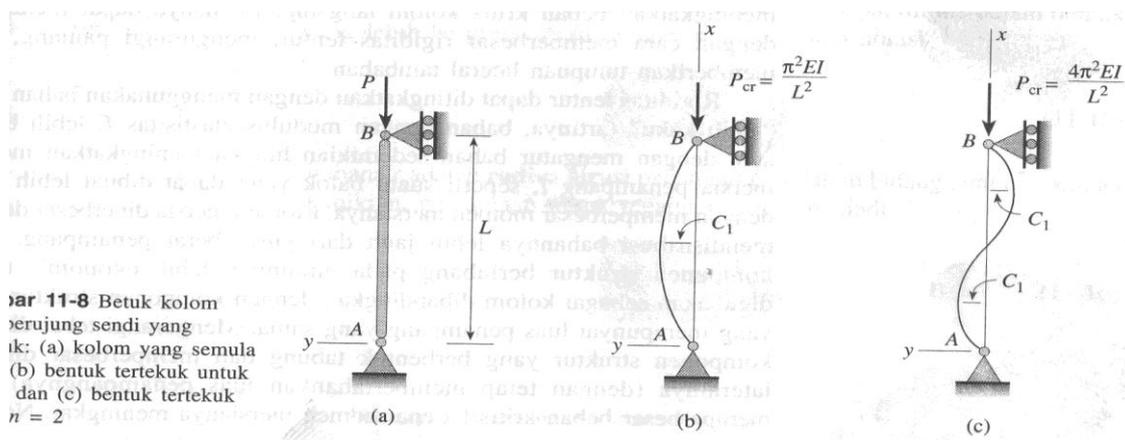
Beban yang membatasi kondisi stabil dan tidak stabil struktur adalah beban kritis

dengan simbol  $P_{CR}$  yang besarnya :  $P_{CR} = \frac{4\beta_R}{L}$

Persamaan beban kritis diatas berlaku untuk kedua ujung batang berada pada tumpuhan engsel. Jika persamaan diatas dihubungkan dengan sifat material dan dimensi dari komponen maka besar beban kritis dapat dirumuskan:  $P_{CR} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$  jika

kolom ideal berujung sendi maka tekukan akan berpengaruh pada rumusan beban kritisnya seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

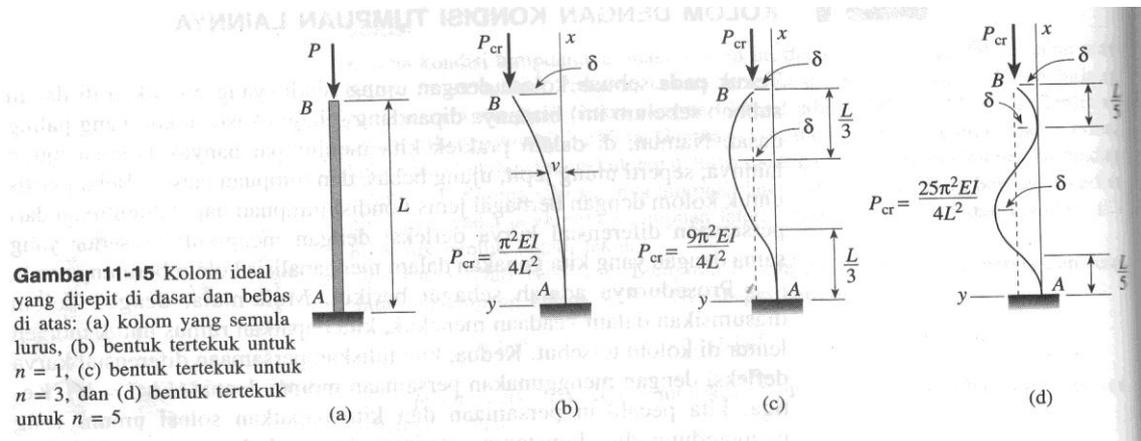
Gambar: b untuk  $n=1$  dan gambar c untuk  $n=2$



**Gambar 11-8** Betuk kolom berujung sendi yang dik: (a) kolom yang semula (b) bentuk tertekuk untuk  $n = 1$  dan (c) bentuk tertekuk untuk  $n = 2$

**Beberapa Rumusan Beban Kritis pada Kolom dengan Kondisi Tumpuhan lainnya**

Kolom dengan ujung dasar dijepit dan ujung atas bebas



**Kolom dengan Kedua Ujung Ditahan Terhadap Rotasi**

Kolom Ideal dan beban kritis dengan factor panjang efektif

(a) Kolom sendi-sendi	(b) Kolom jepit-bebas	(c) Kolom jepit-jepit	(d) Kolom jepit-sendi
$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4 L^2}$	$P_{cr} = \frac{4 \pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{2,046 \pi^2 EI}{L^2}$
$L_e = L$	$L_e = 2 L$	$L_e = 0,5 L$	$L_e = 0,699 L$
$K = 1$	$K = 2$	$K = 0,5$	$K = 0,699$

**Gambar 11-19** Beban kritis, panjang efektif, dan faktor panjang efektif untuk kolom ideal.

**Analisa Regresi**

Data yang diperoleh pada pengujian material uji disusun dalam table hasil pengujian. Untuk mendapatkan gambaran awal dari data, hubungan antara kelangsingan dengan beban kritis dilakukan plotting data. Dari plotting data ini akan dicari koefisien korelasi, jika angka koefisien korelasi nya mendekati angka 1 maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan fungsional antara kelangsingan dengan beban kritisnya. Tetapi jika semakin menjahui angka satu atau koefisien korelasinya menuju angka nol berarti hubungan antara kelangsingan dengan beban kritisnya semakin kecil atau bahkan juga tidak ada hubungan fungsional. Dan dari plotting data dapat diperkirakan bentuk regressinya. Analisa regressi menunjukkan adanya hubungan dua variable atau lebih secara fungsional. Ada beberapa rumusan regresi yang dapat ditampilkan secara matematik sbb:

a. **Kuadrat terkecil**  $f(x) = a + bx$

Dimana  $a = \bar{y} - b\bar{x}$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} a$$

Koefisien Korelasi  $r = \sqrt{\frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2}}$

$$Dt^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 ,$$

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx)^2$$

b. **Linierisasi kurva tidak linier :**

Sering plot hasil riel pengujian berupa kurva lengkung sehingga persamaan yang diberikan pada sub bab diatas tidak dapat digunakan, maka dilakukan transformasi koordinat sedemikian hingga plotting data dapat dipresentasikan dalam kurva linier. Ada dua fungsi pendekatan dari data yang biasa digunakan :

b<sub>1</sub> . Fungsi Exponensial  $f(x) = a.e^{bx}$  dilinierkan dengan menggunakan logaritma natural sehingga menjadi  $\ln y = \ln a + b \times \ln e$

b<sub>2</sub> . Persamaan berpangkat  $f(x) = a x^b$  dilinierkan menggunakan fungsi logaritmik

sehingga menjadi  $\log y = b \log x + \log a$

**c. Regresi Polinomial**

Persamaan polynomial order r mempunyai bentuk  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_r x^r$  koefisien a<sub>i</sub> dihitung dengan persamaan matrik r x r

**METODE PENELITIAN**

Kegiatan penelitian ini dimulai dengan kajian literatur , pembuatan proposal penelitian, dilanjutkan dengan pembuatan alat uji tekuk kolom, pembuatan specimen, dilanjutkan dengan pengambilan data penelitian, setelah pengambilan cukup dilakukan pengolahan data, selanjutnya penyusunan laporan penelitian dan artikel ilmiah.

**Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo mulai dari pembuatan alat uji tekuk kolom, pengambilan data penelitian, pengolahan data, dan penyusunan laporan di mulai bulan Maret sampai bulan Agustus 2016

**Pembuatan alat uji Tekuk**

Alat uji tekuk terdiri dari bagian rangka yang terbuat dari besi profil U, pengatur beban terbuat dari ulir, cekam, dan alat ukur beban gambar terlampir.

**Bahan uji tekuk kolom**

Bahan yang diuji terdiri dari pipa almunium dengan variasi diameter dan

panjang pipa, yang semuanya berdasarkan pipa almunium yang dijual secara bebas.

**Prosedur Pengujian**

Masing-masing pipa dengan diameter tertentu dipotong dengan angka kelangsingan antara 50 sampai dengan 200 dan untuk masing-masing ukuran dibuat sebanyak 3 kali.

Prosedur ngujian dilakukan sbb:

- a. Penyiapan bahan uji
- b. Penyiapan alat uji
- c. Pemasangan bahan uji pada alat uji
- d. Penyetingan beban
- e. Pengaturan penambahan beban sampai terjadi beban kritis yang ditandai dengan proses tekuk awal
- f. Besar beban saat terjadi proses tekuk awal dicatat
- g. Pelepasan beban yang dilanjutkan dengan pelepasan bahan uji.

h. Kemudian pengujian diulang sampai 9 kali

i. Menyusun hasil pengujian dalam bentuk tabel

**Pengolahan data**

Penyusunan data secara tabulasi dimaksudkan untuk memudahkan dalam pembuatan grafik antara beban kritis dibandingkan besarnya angka kelangsingan masing-masing komponen struktur yang diuji. Hasil grafik yang sudah dibuat dibandingkan dengan grafik yang sudah standar dengan profil yang berbeda, kemudian dari hasil dugaan sementara dilanjutkan pengolahan data secara *Regressi*. Dengan adanya pengolahan data secara regresi dapat dipastikan hubungan fungsional antara kelangsingan dengan beban kritisnya.

Tabulasi data hasil pengujian:

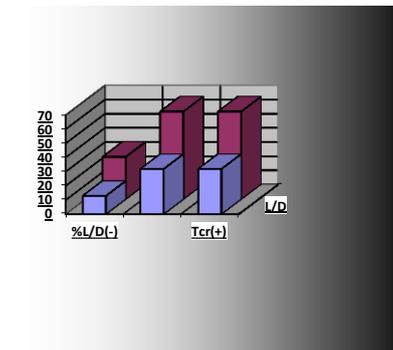
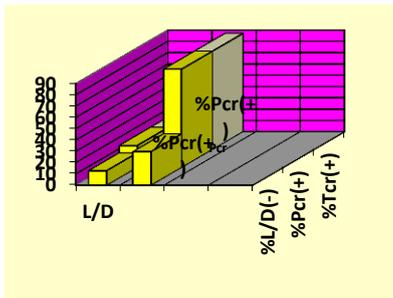
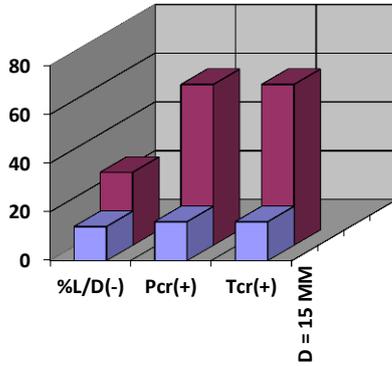
**Tabel : 3.1 Besar Angka Kelangsingan (L/D) dengan Beban dan Tegangan Kritisnya**

Uraian	D =0,85 cm, A=0,3226 cm <sup>2</sup>			D=1,3cm , A=0,5416 cm <sup>2</sup>			D = 15cm ,A=0,6358cm <sup>2</sup>		
L/D	179,6	156	125,7	115	100	80,7	100	86	70
Pcr.rat.kg	3,5	4,625	5,687	15,37	18,37	28,75	37,56	43,63	62,38
Teg.crk <sup>2</sup> /cm	10,85	14,336	17,63	28,4	33,92	53,1	59,1	68,6	98,113

**Tabel : 3.2. Prosentase Penurunan Kelangsingan dengan Kenaikan Beban dan Tegangan Kritisnya**

Kenaikan Beban / Tegangan Kritis Rata-rata ( $P_{cr}$ )/Tcr dan penurunan kelangsingan masing-masing diameter (D)								
Diameter(D) 8.5 mm			Diameter (D) 13 mm			Diameter (D) 15 mm		
% L/D	% Pcr	%Tcr	%L/D	%Pcr	%Ter	%L/D	% Pcr	%Tcr
-13 %	+ 32%	+32%	-13%	+19,5%	+19,5%	-14%	+16%	+16%
-30%	+62%	+62%	-29,8%	+87%	+87%	-30%	+66%	+66%
Rata – rata ( $P_{cr}$ )/Tcr			Rata – rata ( $P_{cr}$ )/ Tcr			Rata – rata ( $P_{cr}$ )/Tcr		
-21,5%	+47%	+47%	-21,4%	+53,2%	+53,2%	-22%	+41%	+41%

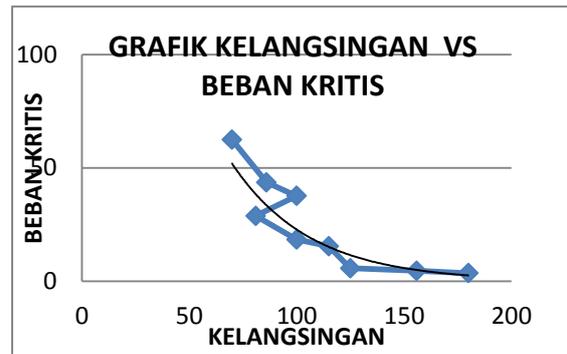
Secara Grafik Prosentase Kenaikan Beban /Tegangan Kritis Vs Kelangsingan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini ( untuk D=15 mm; D = 13 mm ; D = 8,5 mm ):



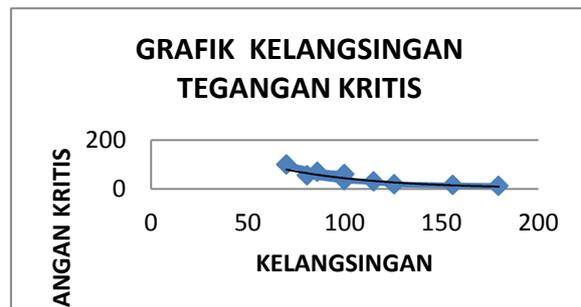
Adapun perhitungan Koefisien korelasi dihitung sbb:

$$\begin{aligned} \text{Koefisien korelasi } r &= \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x^2 - S_y^2}} \\ &= \frac{7205,10216}{\sqrt{(10407,228)(6847,550)}} \\ &= 0,8535 = 85,35\% \end{aligned}$$

Gambar 3.1 : Ploting Grafik Kelangsingan vs Beban Kritis



Gambar 3.2 : Ploting Grafik Kelangsingan vs Tegangan Kritis.



Jika dilihat dari tren grafik diatas dapat diprediksi bentuk regresi yang sesuai yaitu regresi persamaan berpangkat dan regresi fungsi ekponensial secara umum keduanya dapat ditulis :

- a. Persamaan berpangkat  $Y(x) = aX^b$
  - b. Fungsi Exponensial  $Y(x) = a.e^{b.X}$
- Dimana : Y(x) = Beban kritis/Tegangan kritis

X = angka Kelangsingan  
a dan b = koefisien yang dicari

Perhitungan Transformasi log/ln dari data table 3.3 dan 3.4 diatas sbb:

**1. Persamaan regresi  $y(x) = a \cdot x^b$**

jika persamaan ini ditransformasi ke fungsi logaritme

menjadi  $\log y = \log a \cdot x^b$  atau  $\log y = \log a + b \log x$ , misalkan  $\log y = p$ ;  $B = b$ ;  $A = \log a$ ;  $q = \log x$ , maka persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

$p = A + Bq$  dan masing-masing variable dihitung sbb:

$$\bar{p} = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{10,8826}{9} = 1,20917 \text{ ( kelangsingan vs Beban kritis )}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{13,8091}{9} = 1,5343 \text{ ( kelangsingan vs tegangan kritis)}$$

$$\bar{q} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{19,187}{9} = 2,1319 \text{ ( klgn vs Bk)}$$

$$\bar{q} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{19,187}{9} = 2,1319 \text{ (klgn vs Tk)}$$

$$B = \frac{n \sum p_i \cdot q_i - \sum p_i \sum q_i}{n \sum (q_i^2) - (\sum q_i)^2} = \frac{9(21,6568) - (19,1872)(10,8826)}{9(37,9612) - 19,1872^2} = 0,52439 \text{ (klgn vs Bk)}$$

$$= \frac{9(27,9612) - (19,1872)(13,7434)}{9(37,9612) - 19,1872^2} = 0,4546 \text{ (klgn vs Tk)}$$

$$A = \bar{p} - B\bar{q} = 1,20917 - 0,52439 \cdot 2,1319 = 0,09122 = \log a , \text{ maka } a = 1,2337 \text{ ( Bk)}$$

$$= 1,5343 - 0,4546 \cdot 2,1319 = 0,5651 = \log a, \text{ maka } a = 3,674 \text{ (Tk)}$$

Maka persamaan berpangkat regresi didapat :

\*. Untuk beban kritis  $y(x) = 1,2337X^{0,52439}$

\*. Untuk Tegangan kritis  $y(x) = 3,674X^{0,45463}$

**2. Fungsi Exponensial  $y(x) = a \cdot e^{bx}$**

Dengan cara yang sama konstanta a dan b untuk fungsi ekponen sial didapat:

a. Fungsi Ekponensial beban kritis a = 353,61 ; b = -0,027339 ; r = 0,859

b. Fungsi Ekponensial tegangan kritis a = 324,7968 ; b = - 0,0199926 ; r = 0,8535

Persamaan fungsi dapat ditulis sbb:

$$Y(x) = ax^b ; Y(x) = ae^{bx}$$

Untuk beban kritis diperoleh:

$$Y(x) = 1,2331X^{0,52439} , r = -0,4655 \text{ atau } Y(x) = 353,61e^{-0,027339X} , r = 0,859$$

Untuk Tegangan kritis diperoleh :

$$y = 4,5040X^{0,41309} , r = -0,94745 \text{ atau } y = 67,694e^{-0,00606X} , r = 0,8535$$

dari kedua persamaan diatas maka persamaan regresi yang dipilih adalah regresi fungsi ekponensial karena nilai koefisien korelasi positif menuju angka satu

**PEMBAHASAN**

Dari table dan plotting data hasil pengujian dilakukan pengolahan data , dan dilanjutkan dengan pembahasan perhitungan ada beberapa poin penting sebagai bahasan diantaranya:

1. Prosentase penurunan kelangsingan bahan uji dapat menaikkan beban kritis bahan uji sesuai dengan diameter batang uji sbb:
  - a. Untuk diameter 8,5 mm penurunan panjang 13% batang uji dapat menaikkan beban kritis 32% dan

- penurunan panjang batang uji 30% dapat menaikkan beban kritis 62%
- b. Untuk diameter batang uji 13 mm penurunan panjang batang uji 13% dapat menaikkan beban kritis 30% dan penurunan panjang batang uji 30% dapat menaikkan beban kritis 87%
  - c. Untuk diameter 15 mm penurunan kelangsingan batang uji sebesar 14% dapat menaikkan beban kritis 16% dan penurunan panjang batang uji sebesar 30% dapat menaikkan beban kritis sebesar 66%. Maka untuk diameter 13mm perlu diperdalam dengan melakukan proses penurunan panjang mencapai 50% dengan lima tahapan penurunan.
2. Dari plotting data dapat dilakukan prediksi model regresi yang sesuai, tetapi untuk memastikan hubungan fungsional data kelangsingan dan beban kritis dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi hasil perhitungan koefisien korelasi untuk persamaan berpangkat nilai koefisien korelasi negative, sedangkan untuk model regresi Fungsi eksponensial nilai nya positif sebesar 85,9% berarti secara fungsional ada hubungan positif antara kelangsingan dan besarnya beban kritis pada pipa almunium yang dijual di pasaran.
  3. persamaan yang dihasilkan dari pengolahan data hasil pengujian berbentuk fungsi eksponensial hal menyerupai grafik kurva Euler secara umum, maka penggunaan pipa almunium yang dijual di pasaran sementara dapat mengacu hasil penelitian ini sebagai dasar dimensi komponen struktur yang akan dirakit.
  4. Penelitian ini perlu dikembangkan dengan jenis material dan model profil yang lain mengingat beragam profil yang lain banyak digunakan dalam pembuatan struktur bangunan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari data perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan sbb:

1. Ada hubungan secara fungsional antara kelangsingan dan beban kritis dari benda uji berupa pipa almunium yang dijual dipasaran dengan angka koefisien korelasi sebesar 85,9%
2. Dari bentuk persamaan regresi menunjukkan bahwa kelangsingan batang uji sangat berpengaruh pada beban kritis batang uji, dengan berbanding terbalik dalam artian jika batang uji semakin pendek beban kritisnya besar dengan rata-rata pengurangan panjang sebesar 22% dapat menaikkan beban kritis rata-rata 47%

### Saran

Saran dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pengurangan panjang batang secara lebih cermat dan lebih teliti terutama jumlah tahapan pemotongan diperbanyak
2. Modael profil yang lain dengan material yang sama
3. Pada material yang lain perlu diteliti juga seperti pada baja, besi , kuningan, bahkan pipa pVC juga perlu diteliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Triatmodjo” Metode Numerik” Edisi Revisi 1995 Beta Offset Yogyakarta
- [2] Egor P.Popov “ Mechanic Of Material” 2<sup>nd</sup> edition 1978 Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs,New Jersey,USA
- [3] Gouri K.Bhattacharyya, Richard A.Johnson “STATISTICAL CONCEPTS AND METHODS”Copyright@ 1977,By John Wiley & Sons.Inc

- [4] James M.Gere,Stephen P.Timoshenko “  
Mechanics Of Material “ Fort Edition  
1997 by PSW Publishing Company
- [5] Joseph Edward Shigley, Larry  
D.Mitchell “Mechanical Engineering  
Design” Fort Edition 1983 McGraw-  
Hill, Inc.
- [6] Lucio Canonica,” Mekanika Teknik 2”  
Edisi 1 1991 Angkasa, Bandung