

## ANALISA KEKUATAN TARIK BESI BETON STRUKTUR BETON JEMBATAN WAIHATTU (PERHITUNGAN MANUAL-MINITAB.13)

Steanly R.R Pattiselanno, Nanse H Pattiasina

Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Ambon, Maluku

e-mail: steanly.r.r.pattiselanno@gmail.com

**Abstract:** The objective of the research is to analysed the yield strength of steel on bridge construction, through comparing manual estimating method and minitab program version 13, with reliability about 95% and 99%. Comparison of results is doing by manual estimating aproach, wich is results of mean samples, standard deviation of samples, and estimating interval of mean population, and by minitab program version 13 is, normality test and quick count with reliability 95% and 99%. Research is doing with a small number of samples procedure ( $n < 30$ ), and diameters ( $\emptyset$ ) of samples is 10 mm, 16 mm, 19 mm, and 22 mm. Based on technique of analysis, there's different achievement that compares the results of ultimit yield strength of steel by the methode of point estimating and estimating interval. Estimating of confidence intervals or ci = 95%, about 0.001% to 0.239%, and estimating of confidence intervals for ci = 99%, about 0.002% to 0.550%, and finally the difference between area of yield strength with confidence intervals or ci = 99% and 95% is about 0.001% to 0.315%.

**Keywords:** concrete steel, yield test, point estimating, interval estimating

**Abstrak:** Tujuan penelitian adalah menganalisa lanjut hasil uji kekuatan tarik besi beton untuk tulangan beton jembatan melalui perbandingan hasil perhitungan manual dengan program minitab versi 13 untuk tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Perbandingan hasil yang dilakukan melalui pendekatan tahapan perhitungan manual adalah menghitung mean sampel, deviasi standar sampel dan estimasi interval mean populasi, serta tahapan Minitab Versi 13 adalah uji normalitas dan perhitungan cepat tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Penelitian dilakukan menggunakan prosedur jumlah sampel kecil ( $n < 30$ ), untuk sampel berdiameter ( $\emptyset$ ) 10 mm, 16 mm, 19 mm dan 22 mm. Berdasarkan teknik analisa dan hasilnya, terdapat perbedaan besaran kekuatan tarik maksimum dari benda uji melalui penggunaan metode estimasi titik dan metode estimasi interval, sebagai berikut besaran perbedaan untuk interval kepercayaan ci = 95%, berkisar antara 0,001% s/d 0,239%, besaran perbedaan untuk interval kepercayaan ci = 99% berkisar antara 0,002% s/d 0,550% dan perbedaan besaran tegangan tarik antara daerah interval kepercayaan ci = 99% dan ci = 95% berkisar antara 0,001% s/d 0,315%.

**Kata kunci:** besi beton, uji tarik, estimasi titik, estimasi interval

### PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan pekerjaan yang berhubungan dengan rekayasa teknik sipil dewasa ini, sering terjadi bahwa sesuatu struktur yang direncanakan dengan mutu yang ideal sering terkendala dalam hal ketersediaan bahan bangunan standard yang ada di lapangan khususnya di tingkat distributor. Untuk konstruksi beton bertulang, selain bahan beton itu sendiri, hal yang harus diperhatikan juga adalah mutu baja yang akan dipakai apakah sudah memenuhi standard untuk memikul tegangan akibat perlakuan beban yang direncanakan terhadap struktur. Karena tegangan tarik yang dipikul oleh bahan tulangan

baja, tidak boleh menyebabkan regangan pada tulangan baja tersebut sebesar 0,2% atau melebihi titik leleh dari bahan baja secara umum (PPBBI 1984).

Untuk menjamin mutu baja yang akan dipakai, maka cara yang ideal untuk diterapkan yaitu lewat proses pengujian mekanis atau dikenal dengan uji tarik, sehingga penggunaan semaksimal dan seaman mungkin bisa dilakukan dan kerusakan yang mengakibatkan kerugian ekonomi dan ancaman terhadap keselamatan pengguna struktur tersebut bisa dihindarkan. Salah satu pengujian material bahan baja yang dilakukan pada proyek atau pekerjaan teknik sipil adalah pengujian mekanis

yang biasanya diwakili oleh pengujian tarik besi beton (tulangan baja) untuk pekerjaan struktur, seperti yang dilakukan pada proyek pembangunan Jembatan Waihattu di Pulau Ambon. Pada pengujian seperti ini biasa dilakukan pengujian pada sampel besi beton untuk berbagai ukuran diameter dengan jumlah sampel  $n < 30$ , umumnya sampel yang digunakan sebanyak 3 buah untuk berbagai ukuran diameter. Hal ini dilakukan dengan tujuan penghematan biaya dan waktu, kemudian hasil pengujian dianalisa dengan menghitung besaran *mean* dari kekuatan tarik untuk menyatakan kemampuan material terhadap beban tarik.

Hal ini dirasakan cukup karena dalam perancangan pada umumnya digunakan pendekatan penggunaan faktor keamanan sesuai standarisasi yang berlaku, untuk kompensasi hal-hal yang diabaikan dalam perhitungan.

Apabila sampel yang digunakan berukuran kecil ( $n < 30$ ) maka, secara teoritis estimasi memang masih dimungkinkan dengan menggunakan distribusi normal  $z$  jika distribusi populasinya bisa dipastikan terdistribusi normal dan deviasi standard populasi telah diketahui. Namun, untuk kebanyakan situasi, hal ini sulit sekali dipenuhi. Jika distribusi populasinya bisa dipastikan berdistribusi normal namun deviasi standard populasi tidak diketahui, maka distribusi *mean sampling* akan mengikuti distribusi- $t$  (sering juga disebut distribusi *student-t*). Sementara jika populasinya tidak bisa dipastikan terdistribusi normal maka baik distribusi  $z$  maupun distribusi  $t$  tidak bisa digunakan, dan harus dilakukan dengan pendekatan statistik nonparametrik.

Bila hal ini ingin lebih dicermati, sebenarnya dapat dilakukan estimasi yang lebih cermat dengan melakukan pendekatan dengan perhitungan statistik untuk pengujian dengan jumlah sampel  $n < 30$  dengan melakukan estimasi interval, tidak dengan pendekatan estimasi titik (*mean*) untuk menyatakan kekuatan tarik dari besi beton yang diuji. Dari kondisi yang diuraikan diatas maka, analisa lanjut kekuatan tarik besi beton untuk tulangan beton Jembatan Waihattu perlu dilakukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian lanjutan dilakukan pada hasil uji kekuatan tarik maksimum sampel besi beton dengan pendekatan jumlah sampel 3 buah atau  $n < 30$ , pada kategori standar deviasi populasi tidak diketahui. Dengan menggunakan perhitungan manual dan Program Minitab Versi 13 dapat membandingkan perbedaan antara estimasi titik dengan estimasi interval  $ci = 95\%$  dan  $ci = 99\%$ . Analisis dilakukan terhadap perbedaan antara estimasi titik dengan estimasi interval  $ci = 95\%$  dan  $ci = 99\%$ . Teknik analisisnya menggunakan perhitungan perbedaan besaran yang terjadi dalam persen.

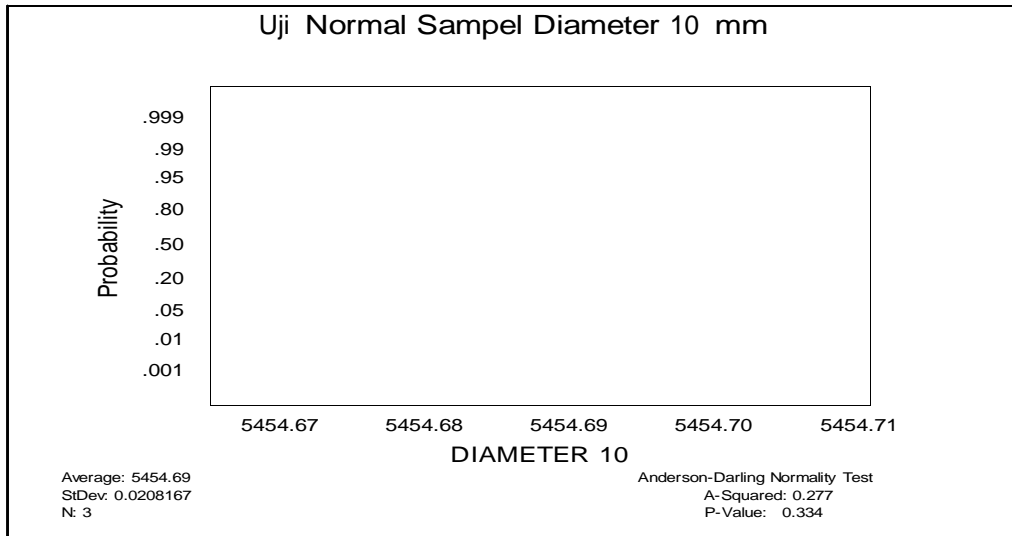
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Tarik

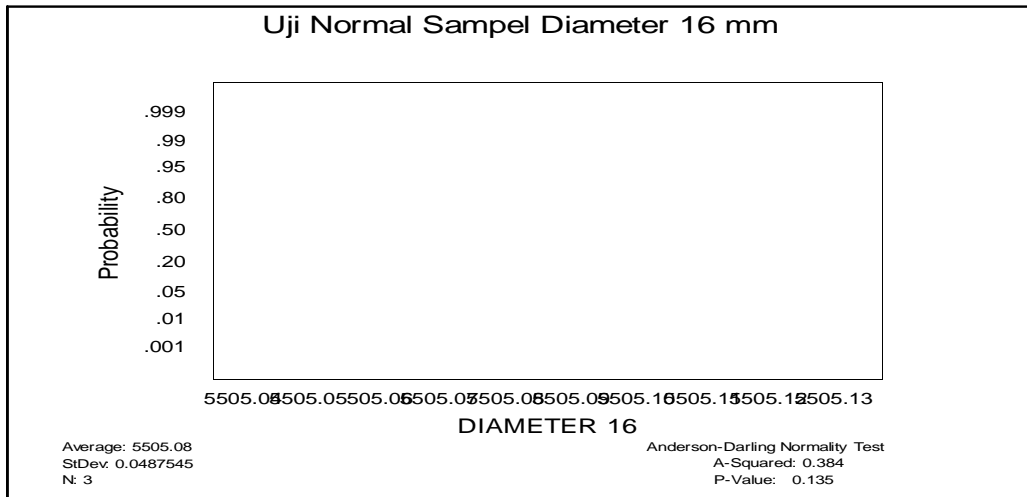
Data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan (data sekunder) digunakan sebagai data awal dalam penelitian ini menggunakan besi beton  $\varnothing$  10 mm, 16 mm, 19 mm, dan 22 mm dan tegangan tarik maksimum yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data *Yield Strength* Hasil Pengujian

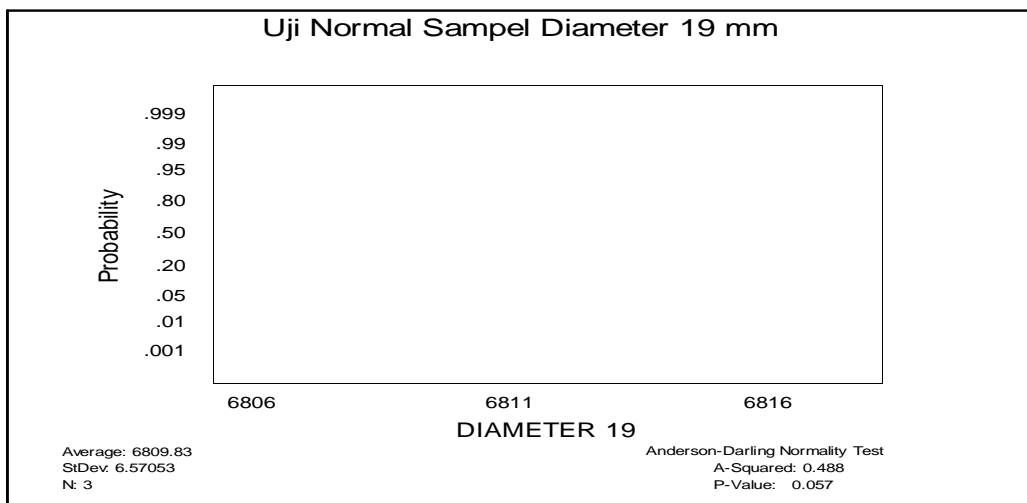
Sampel	<i>Yield Strength</i> ( $\text{kgf/mm}^2$ )			
	$\varnothing$ 10 mm	$\varnothing$ 16 mm	$\varnothing$ 19 mm	$\varnothing$ 22 mm
1	5454,693	5505,042	6806,040	7628,108
2	5454,703	5505,131	6817,421	7628,547
3	5454,690	5505,052	6806,041	7627,700



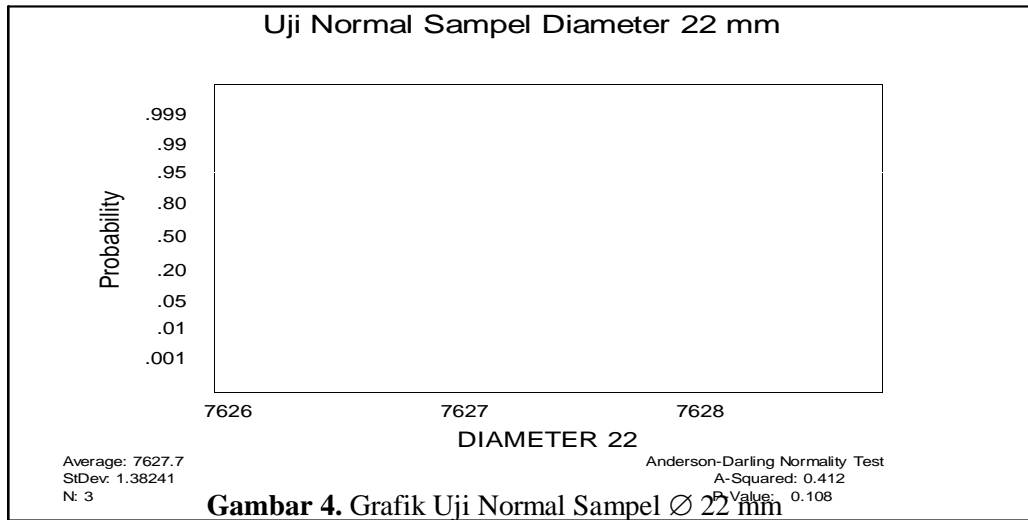
Gambar 1. Grafik Uji Normal Sampel  $\varnothing$  10 mm



Gambar 2. Grafik Uji Normal Sampel  $\varnothing$  16 mm



Gambar 3. Grafik Uji Normal Sampel  $\varnothing$  19 mm



**Gambar 4.** Grafik Uji Normal Sampel Ø 22 mm

**Gambar 3.** Grafik Uji Normal Sampel Ø 22 mm

Untuk pengujian ini digunakan jumlah sampel 3 yakni  $n < 30$ , dengan distribusi populasinya bisa dipastikan normal namun *deviasi standard populasi* tidak diketahui maka distribusi mean sampling akan mengikuti distribusi-t (sering juga disebut distribusi *student-t*).

**Uji Normalitas**

Untuk uji normalitas digunakan program statistik Minitab Versi 13 untuk mempermudah proses pengujian. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

Dari hasil uji normal ternyata grafik yang ada menunjukkan bahwa data yang diuji berdistribusi normal, sementara besaran *P-Value* semua menunjukkan bahwa nilainya >

nilai  $\alpha = 0,05$  berarti pernyataan hipotesis nol ( $H_0$ ) dapat terjadi/diterima.

Untuk pengujian ini digunakan jumlah sampel 3 yakni  $n < 30$ , dengan distribusi populasinya sudah dipastikan normal namun *deviasi standard populasi* tidak diketahui maka distribusi mean sampling akan mengikuti *distribusi-t*.

Perhitungan *mean* sampel menggunakan persamaan berikut ini dengan hasilnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n} \tag{1}$$

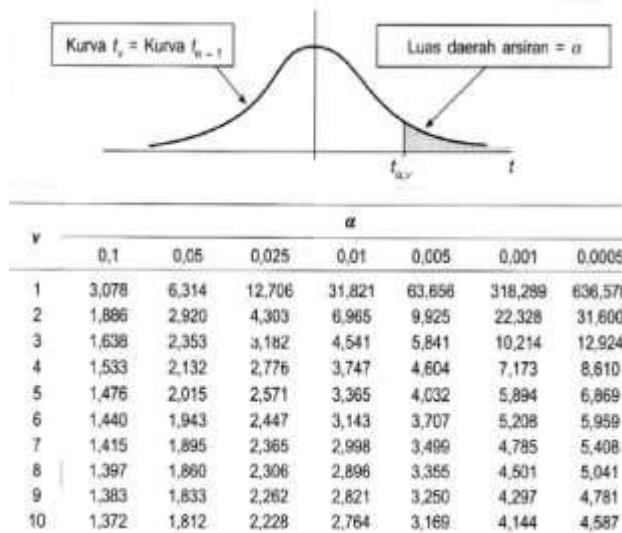
Perhitungan deviasi standar sampel menggunakan persamaan berikut ini dengan hasilnya yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Means Sampel

S <sub>ampel</sub>	Yield Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )			
	Ø 10 mm	Ø 16 mm	Ø 19 mm	Ø 22 mm
1	5454,693	5505,042	6806,040	7628,108
2	5454,703	5505,131	6817,421	7628,547
3	5454,690	5505,052	6806,041	7627,700
$\bar{x}$	5454,690	5505,080	6809,830	7627,700

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Deviasi Standar Sampel

Sampel	Yield Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )			
	Ø 10 mm	Ø 16 mm	Ø 19 mm	Ø 22 mm
1	5454,693	5505,042	6806,040	7628,108
2	5454,703	5505,131	6817,421	7628,547
3	5454,690	5505,052	6806,041	7627,700
s	0,021	0,049	6,570	1,382



**Gambar 5.** Tabel Distribusi – t dan Nilai kritis :  $t_{\alpha, n}$

$$s = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2}{n - 1} \tag{2}$$

Perhitungan estimasi interval untuk sampel Ø 10, 16, 19, 22 mm dengan  $\alpha = 1 - 95\% = 5\% = 0,05$  dan derajat kebebasan (df),  $v = n - 1 = 3 - 1 = 2$ . Berdasarkan tabel distribusi student (t) di dapat:  $t_{0,025;2} = 4,303$

Dengan demikian Estimasi Interval Mean Populasi ( $\mu_x$ ) dapat dihitung untuk Ø 10, 16, 19 dan 22 mm berdasarkan Persamaan 3.

Hasil perhitungan untuk estimasi interval mean populasi, terangkum dalam Tabel 4. Sebagai pembanding digunakan program statistik Minitab Versi 13 untuk mempercepat proses perhitungan, untuk tingkat kepercayaan 95% dan 99%.

$$\bar{x} - (t_{\alpha;0,025;2})(\hat{\sigma}_{\bar{x}}) < \mu_x < \bar{x} + (t_{\alpha;0,025;2})(\hat{\sigma}_{\bar{x}}) \tag{3}$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{s}{n} \text{ ; untuk populasi tak terhingga}$$

**Tabel 4.** Estimasi Interval Mean Populasi

Diameter (mm)	Besaran Estimasi Interval Mean Populasi (kgf/mm <sup>2</sup> )
Ø 10 mm	5454,634 s/d 5454,738
Ø 16 mm	5504,960 s/d 5505,200
Ø 19 mm	6793,508 s/d 6826,151
Ø 22 mm	7624,266 s/d 7631,134

**HASIL PEMBACAAN MINITAB**

Results for: TELITI - 2008.MTW

**One-Sample T: DIAMETER 10 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95.0% CI
DIAMETER 10	3	5454.69	0.02	0.01	( 5454.63, 5454.74 )

**One-Sample T: DIAMETER 16 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95.0% CI
DIAMETER 16	3	5505.08	0.05	0.03	( 5504.95, 5505.20 )

**One-Sample T: DIAMETER 19 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95.0% CI
DIAMETER 19	3	6809.83	6.57	3.79	( 6793.51, 6826.16 )

**One-Sample T: DIAMETER 22 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95.0% CI
DIAMETER 22	3	7627.70	1.38	0.80	( 7624.27, 7631.13 )

**One-Sample T: DIAMETER 10 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	99.0% CI
DIAMETER 10	3	5454.69	0.02	0.01	( 5454.57, 5454.81 )

**One-Sample T: DIAMETER 16 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	99.0% CI
DIAMETER 16	3	5505.08	0.05	0.03	( 5504.80, 5505.35 )

**One-Sample T: DIAMETER 19 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	99.0% CI
DIAMETER 19	3	6809.83	6.57	3.79	( 6772.18, 6847.48 )

**One-Sample T: DIAMETER 22 mm**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	99.0% CI
DIAMETER 22	3	7627.70	1.38	0.80	( 7619.78, 7635.62 )

**Tabel 5.** Estimasi Interval Mean Populasi Untuk (*confidence intervals*) (ci = 95% dan ci = 99%)

Diameter (mm)	Besaran Estimasi Interval Mean Populasi (kgf/mm <sup>2</sup> )	
	(ci = 95%)	(ci = 99%)
Ø 10 mm	( 5454,63 s/d 5454,74 )	5454,57 s/d 5454,81
Ø 16 mm	( 5504,95 s/d 5505,20 )	5504,80 s/d 5505,35
Ø 19 mm	( 6793,51 s/d 6826,16 )	6772,18 s/d 6847,48
Ø 22 mm	( 7624,27 s/d 7631,13 )	7619,78 s/d 7635,62

Untuk membandingkan hasil perhitungan means sampel yang digunakan sebagai estimasi titik dengan means populasi hasil estimasi un-

tuk ci = 95% dan ci = 99%, hasilnya dirangkum dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan Means Sampel (Estimasi Titik) dengan Estimasi Interval Mean Populasi Untuk (*confidence intervals*) (ci = 95% dan ci = 99%)

Diameter (mm)	Perbandingan Means Sampel (Estimasi Titik) dengan Besaran Estimasi Interval Mean Populasi (kgf/mm <sup>2</sup> )				
	$\bar{x}$	(ci = 95%)	Selisih %	(ci = 99%)	Selisih %
Ø 10 mm	5454,690	( 5454,63 s/d 5454,74)	0,001	5454,57 s/d 5454,81	0,002
Ø 16 mm	5505,080	( 5504,95 s/d 5505,20)	0,002	5504,80 s/d 5505,35	0,005
Ø 19 mm	6809,830	( 6793,51 s/d 6826,16)	0,239	6772,18 s/d 6847,48	0,550
Ø 22 mm	7627,700	( 7624,27 s/d 7631,13)	0,045	7619,78 s/d 7635,62	0,104

Sementara untuk perbedaan besaran tegangan tarik antara daerah interval kepercayaan ci = 99% dan ci = 95% berkisar antara 0,001% s/d 0,315%.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan besaran kekuatan tarik maksimum dari benda uji bila digunakan metode estimasi titik dan metode estimasi interval, dengan besaran perbedaan dimaksud untuk interval kepercayaan ci = 95%, berkisar antara 0,001% s/d 0,239%. Besaran perbedaan dimaksud untuk interval kepercayaan ci = 99%, berkisar antara 0,002% s/d 0,550% dan untuk

perbedaan besaran tegangan tarik antara daerah interval kepercayaan ci = 99% dan ci = 95% berkisar antara 0,001% s/d 0,315%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, (1992), *Pengetahuan Bahan*, PMS, Bandung.
- B.J.M. Beumer, 1994, *Ilmu Bahan Logam*, PT. Bhratara Niaga Media, Jakarta.
- Harinaldi, 2002, *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains*, Erlangga, Jakarta.
- Mendenhall, W., and Sincich, T., 1996, *Statistic for Engineering and Sciences*, Prentice-Hall International, Inc, New Jersey.