PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 04 OCT 2001
NO. JUDUL :
NO. INV. : S61/TA/2001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH KELANGSINGAN TERHADAP KUAT TEKAN KAYU BANGKIRAI, KRUING DAN MERANTI

5128001337001

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh derajat Sarjana

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun oleh :

TOTOK ANDI PRASETYO

No. Mhs. : 96 310 188

TRIONO

No.Mhs. : 93 310 097

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2001

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH KELANGSINGAN TERHADAP KUAT TEKAN KAYU BANGKIRAI, KRUING DAN MERANTI

Disusun oleh :

TOTOK ANDI PRASETYO

No. Mhs. : 96 310 188

TRIONO

No.Mhs. : 93 310 097

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H.M. SAMSUDIN, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 05-9-01

IR. FATKHURROHMAN N, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 05-9-2001

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Assalaamu'alaikum Wr.Wb

Semoga keberkatan, rahmat dan hidayah Allah SWT pada kita semua. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah pada junjungan Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir yang disusun ini adalah suatu studi laboratorium yang berjudul " **Pengaruh Kelangsingan Terhadap Kuat Tekan Kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti ".** Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, baik dalam pembuatan benda uji dan pelaksanaan pengujian.

Atas terselesaikannya tak lupa diucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Samsudin, MS. Selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberi saran dan pengarahan dalam Tugas Akhir ini
2. Bapak Ir. Fatkhurrohman N, MT. Selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Kepala Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberi izin pemakaian laboratorium hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Ibnu Sudarmadji, MS. Selaku Dosen Penguji Pendadaran.
4. Bapak Ir. Ilman Noor,MsCE. Selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah memberi izin pemakaian laboratorium hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

5. Bapak Ir. Munadir, MS. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Segenap Karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Ayahanda, Ibunda, serta Istri tercinta yang selalu memberikan dorongan, baik moril maupun material dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Meskipun telah berusaha untuk sebaik mungkin, tetapi disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu yang dimiliki. Oleh karena itu selalu dengan tangan terbuka untuk menerima kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekurangannya baik dalam melaksanakan penelitian, bimbingan, maupun dalam penyelesaian laporan hasil penelitian Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT selalu membalas amal baik dan keikhlasan bagi mereka yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan pahala sebagai amalan sholihah disisi Allah SWT.

Amin

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2001
Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN x

DAFTAR NOTASI xi

ABSTRAK xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 3

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Metodologi Penelitian 4

1.5 Tinjauan Pustaka 4

BAB II LANDASAN TEORI 8

2.1 Kolom Pendek *(Stocky Column)* 8

2.1.1 Teori tangen modulus 8

2.1.2 Teori Tetmayer 10

2.2 Kolom Sedang *(Medium Column)* 11

2.3 Kolom Panjang *(Slender Column)* 12

2.4 Hubungan Tegangan dan Angka Kelangsingan.....26

2.5 Analisa Kurva Fiting.....28

2.5.1 Regresi kuadrat terkecil dengan fungsi linear..... 28

2.5.2 Regresi kuadrat terkecil dengan fungsi polinomial..... 30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 34

3.1 Metode Penelitian.....34

3.2 Bahan dan Alat yang digunakan 34

3.2.1 Bahan.....34

3.2.2 Peralatan penelitian.....34

3.3 Pembuatan Sampel.....37

3.4 Pelaksanaan Pengujian Sampel.....38

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....41

4.1 Uji Kuat Desak Kayu 41

4.1.1 Hubungan beban dan tegangan dengan angka kelangsingan 41

4.1.2 Kuat desak kayu ditinjau dari hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan..... 46

4.1.3 Hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan 47

4.2 Pembahasan.....53

Kuat desak kayu ditinjau dari hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan..... 53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Faktor panjang tekuk kolom ideal.....21
2. Tabel 2.2 Faktor tekuk dan tegangan tekuk izin batang desak kayu..... 24
3. Tabel 2.3 Perhitungan xi, yi, xi^2 pada kurva fiting.....30
4. Tabel 2.4 Perhitungan xi^2, xi^3, xi^4,xiyi dan xi^2yi pada kurva fiting.....33
5. Tabel 4.1 Hubungan beban dan tegangan maximum dengan angka kelangsingan untuk kayu Bangkirai..... 42
6. Tabel 4.2 Hubungan beban dan tegangan maximum dengan angka kelangsingan untuk kayu Kruing..... 43
7. Tabel 4.3 Hubungan beban dan tegangan maximum dengan angka kelangsingan untuk kayu Meranti..... 43
8. Tabel 4.4 Hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan untuk kayu Bangkirai.....47
9. Tabel 4.5 Hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan untuk kayu Kruing 48
10. Tabel 4.6 Hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan untuk kayu Meranti..... 49

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1.1 Tekuk pada kayu akibat beban (P) 6
2. Gambar 2.1 Grafik tegangan berdasarkan Teori Tangen Modulus 9
3. Gambar 2.2 Grafik hubungan a. Beban lendutan b. Tegangan regangan c. Tegangan dengan Modulus Elastisitas 10
4. Gambar 2.3 Grafik tegangan kritis menurut Tetmayer 11
5. Gambar 2.4 Batang lurus yang dibebani gaya tekan axial menurut Euler 12
6. Gambar 2.5 Grafik hubungan tegangan dengan angka kelangsingan 26
7. Gambar 2.6 Grafik hubungan antara tegangan izin tekuk dengan angka kelangsingan kayu kelas I, II dan III 27
8. Gambar 2.8 Grafik hubungan x dan y berupa garis lurus 30
9. Gambar 2.9 Grafik hubungan x dan y dengan fungsi polinomial 33
10 Gambar 3.1 *Universal Testing Material Shimatsu* 35
11. Gambar 3.2 Bentuk fisik *Loading Frame* 36
12. Gambar 3.3 Mesin uji desak 37
13. Gambar 3.4 *Hidraulic Jack* 37
14. Gambar 3.5 Pembuatan model dalam uji kuat desak kayu 39
15. Gambar 4.1 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai 45

16. Gambar 4.2 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Kruing..... 45
17. Gambar 4.3 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Meranti..... 46
18. Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai.....50
19. Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan kayu Kruing..... 51
20. Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan kayu Meranti..... 52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil Pengujian Kuat Desak Kayu L1

Lampiran 2: Data Output Program Statistical Program for Social Science..... L2

Lampiran 3: Analisis data dengan Program Statistical Program for SocialScience..... L3

Lampiran 4: Data Output Program Microsoft Excel L4

Lampiran 5: Analisis Data dengan Program Microsoft Excel L5

Lampiran 6: Gambar Pelaksanaan Pengujian Kuat Desak Kayu L6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu merupakan salah satu bahan untuk struktur dalam bangunan teknik sipil. Kekuatan kayu sebagai bahan untuk struktur dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain berat jenis, mata kayu, retak dan sebagainya.

Kayu dapat menahan gaya tekan yang berbeda-beda sesuai dengan kelas kuatnya. Batang yang mengalami gaya tekan diberi istilah kolom. Kolom mempunyai fungsi menahan gaya-gaya yang yang bekerja pada kolom itu sendiri dan menyalurkan ke pondasi, sehingga desain dan perencanaan kolom sangat perlu diperhatikan karena berhubungan erat dengan kestabilan bangunan.

Seperti diketahui bahwa di Indonesia terdapat bermacam-macam jenis kayu yang berasal dari berbagai daerah seperti Kalimantan, Sulawesi, Jawa. Tetapi dalam konstruksi kayu masih belum banyak dilakukan penelitian-penelitian untuk mendapatkan cara konstruksi yang baru, karena kurangnya penelitian ini terutama dalam pengujian kayu terhadap kelangsingan kayu, maka akan menarik jika diadakan penelitian mengenai hal-hal diatas tersebut. Dengan adanya

pengujian kelangsingan kayu dapat menghemat pemakaian kayu dalam konstruksi bangunan besar, sedang dan kecil. Seperti diketahui dinegara modern terutama Amerika dan Swiss banyak menggunakan kayu sebagai pengganti baja dan beton bertulang. Hal ini akan bermanfaat jika dapat diterapkan di Indonesia. Dalam hal ini sangat penting diadakan penelitian uji kuat desak dengan angka kelangsingan kayu, terutama kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti yang terdiri dari berbagai macam ukuran.

Manfaat yang diperoleh dari uji kuat desak kayu yang dipengaruhi angka kelangsingan kayu adalah:

a. Dari uji kuat desak kayu sebagai fungsi kelangsingan dapat diketahui kekuatan kayu sebagai kolom dari berbagai nilai kelangsingan yang berbeda-beda.
b. Dari uji kuat desak kayu sebagai fungsi kelangsingan dapat diperoleh grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan.

Penggunaan kayu sebagai bahan uji kelangsingan ada 3 macam jenis kayu:

a. Kayu Bangkirai
b. Kayu Kruing
c. Kayu Meranti

Struktur kayu yang sering digunakan adalah sebagai kolom dari suatu bangunan, jembatan dan atap yang semuanya mengalami gaya desak. Elemen struktur yang memikul atau menerima beban axial yang bekerja mendesak batang tersebut pada arah memanjang sumbu batang, maka batang tersebut adalah batang desak.

Akibat beban yang bekerja pada batang desak yang ditahan oleh luasan tampang dari batang desak tersebut akan terjadi tegangan pada bahan. Tegangan yang terjadi ini harus lebih kecil dari tegangan izin bahan yang digunakan. Biasanya sebelum tegangan izin tercapai batang tersebut mengalami pembengkokan atau tekuk, dan tekuk inilah yang merusak suatu struktur yang mengalami gaya desak. Hal ini disebabkan karena batang desak yang bekerja pada umumnya cukup langsing sehingga memungkinkan terjadinya bahaya tekuk.

Disamping itu, perilaku pembebanan pada kolom akan menentukan gaya-gaya yang bekerja pada kolom. Pembebanan axial konsentris akan menghasilkan gaya-gaya yang merata pada kolom. Sedangkan pembebanan axial eksentris akan menimbulkan gaya yang lain selain gaya axial tersebut, yaitu gaya momen yang akan gaya-gaya pada penampang kolom. Perilaku kolom yang menerima beban axial baik konsentris maupun eksentris akan mengalami deformasi tegangan dan regangan, selain itu kolom akan mengalami ragam kehancuran akibat beban yang bekerja terhadapnya seperti bahaya tekuk (*buckling*) oleh karena itu perlu diketahui sifat-sifat dan perilaku kolom sebagai elemen suatu struktur dengan pembebanan tertentu dan kondisi tertentu.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk :

Mengetahui pengaruh kelangsingan terhadap kuat tekan kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti dan membandingkan grafik hubungan angka kelangsingan dengan tegangan desak kritis menurut Fellow dan Suwarno.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran tampang kayu digunakan ukuran 4/6 cm tunggal.
2. Beban yang bekerja adalah axial desak sentris.
3. Kayu yang digunakan adalah kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti.
4. Tidak ada cacat kayu.
5. Kayu Bangkirai dianggap mempunyai nilai E = 125.000 kg/cm^2, Kayu Kruing mempunyai nilai E = 100.000 kg/cm^2 dan Kayu Meranti mempunyai nilai E = 80.000 kg/cm^2.
6. Tidak ada pengaruh pengawetan kayu
7. Kondisi ujung batang dianggap sendi-sendi.
8. Tidak dipengaruhi oleh kadar lengas kayu
9. Tidak ada pengaruh lamanya pembebanan
10. Interval angka kelangsingan diambil 10

1.4 Metodologi Penelitian

Penulisan Tugas akhir ini dilakukan dengan cara

1 Studi pustaka dari beberapa buku atau literatur

2. Analisis kekuatan kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti dengan uji kuat desak kayu sebagai fungsi kelangsingan dengan Program SPSS 10.

1.5 Tinjauan Pustaka

1. Kolom Pendek *(Stocky Column)*

Elemen struktur kolom yang mempunyai nilai perbandingan antara panjangnya dengan dimensi penampang melintang relatif kecil disebut kolom

pendek. Kapasitas pikul beban kolom pendek tidak bergantung pada panjang kolom dan apabila mengalami beban berlebihan, kolom pendek pada umumnya akan gagal karena hancurnya material. Dengan demikian kapasitas pikul beban batas bergantung pada kekuatan material yang digunakan.(Daniel, 1980)

2. Kolom Sedang *(Medium Column)*

Teori tangen modulus mengemukakan bahwa keruntuhan kolom terjadi pada kondisi inelastis. (Padosbajayo, 1991)

Untuk kolom-kolom sedang (*intermediate*), kekuatan atau kapasitas pikul beban didasarkan pada tekuk inelastic.(Fellow, 1971)

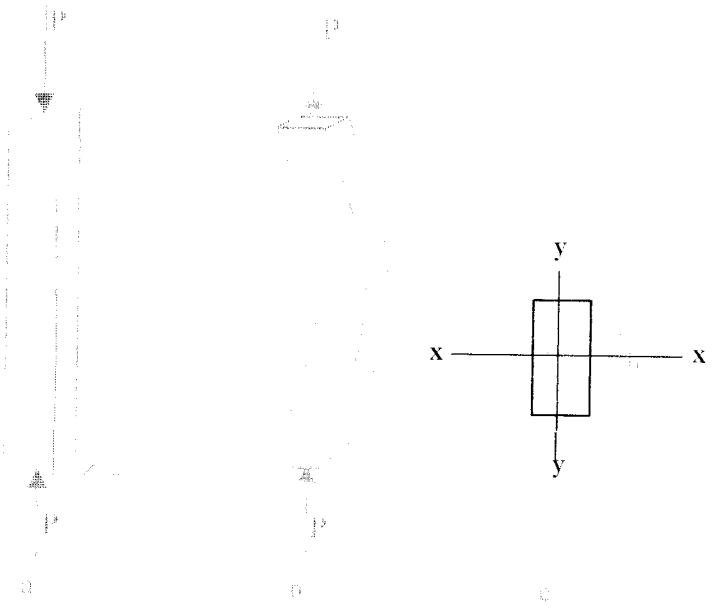
3. Kolom Panjang *(Slender Column)*

Perilaku kolom langsing yang mengalami beban tekan sangat berbeda dengan perilaku kolom pendek. Apabila bebannya kecil, elemen masih dapat mempertahankan bentuk linearnya, begitu pula apabila bebannya bertambah. Pada saat beban mencapai taraf tertentu, elemen tersebut tiba-tiba tidak stabil dan terjadilah tekuk *(buckling)* ,apabila kolom tersebut telah mengalami tekuk, maka kolom tersebut tidak mempunyai kemampuan lagi untuk menerima beban tambahan. Sedikit saja penambahan beban sudah akan dapat menyebabkan elemen struktur itu runtuh. (Padosbajayo, 1991)

Hampir tidak pernah terjadi, bahwa sesuatu batang itu mendukung gaya desak tanpa menimbulkan kemungkinan akan tertekuk. Ini berarti bahwa kebanyakan batang kayu itu mempunyai nilai banding langsing >10. Berhubung dengan itu rumus-rumus Euler dan Tetmayer akan banyak dipakai didalam menentukan ukuran batangnya. Rumus Euler berlaku jika tegangan desak kritis

lebih kecil dari tegangan batas proporsional. Bila tegangan desak kritis lebih besar dari tegangan batas proporsional rumus Euler tidak berlaku, maka yang dipakai adalah rumus Tetmayer yang didasarkan atas hasil-hasil percobaaan. (Suwarno, 1976)

Untuk batang yang menahan tegangan tekan panjang tekuk harus diambil sebesar jarak antara dua titik yang berturutan yang bebas dari tekukan. Bagian-bagian konstruksi yang akan menghindarkan tekukan, harus diperhitungkan terhadap gaya dalam arah tekukan tersebut sebesar 1% dari gaya tekan yang terbesar yang bekerja pada batang – batang disampingnya. Pada konstruksi rangka batang sebagai panjang tekuk harus diambil sebesar garis bagan. Pada batang yang sebuah ujungnya terjepit sedang ujung lainnya bebas sebagai panjang tekuk harus diambil dua kali panjang batang itu (PKKI 1961)



Gambar 1.1 Tekuk kayu akibat beban (P)

Pada Gambar (1.1a) diatas, sebuah batang kayu dibebani beban sebesar (P), akibat beban tersebut batang kayu akan menekuk seperti Gambar (1.1b). Arah tekukan selalu terjadi kearah ketebalan yang paling kecil. Pada Gambar (1.1c) I_x selalu lebih besar dari I_y pada umumnya tekukan akan berlangsung tegaklurus pada as y.

Sebuah batang yang secara murni mendapat tekanan yang terpusat akan menekuk hal ini dikarenakan :

a. sebuah batang tidak pernah akan lurus benar
b. suatu gaya tidak pernah akan berdiri 100 % terpusat
c. garis kerja dari gaya bersangkutan tidak pernah berhimpitan dengan as batang
d. material batang tidak pernah akan 100 % homogen. (Diraatmaja, 1985)

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kolom Pendek *(Stocky Column)*

Kolom pendek adalah elemen tekan yang mempunyai potensi kegagalan karena hancurnya material (tegangan langsung) dan mempunyai kapasitas pikul beban tak bergantung pada panjang elemen, relatif lebih mudah untuk dianalisis. Apabila beban yang bekerja bertitik tangkap tepat pada pusat berat penampang elemen, maka yang akan timbul adalah tegangan tekan merata yaitu sebesar

$$\sigma_{ds} = \frac{P}{A} \quad \text{.....(2.1)}$$

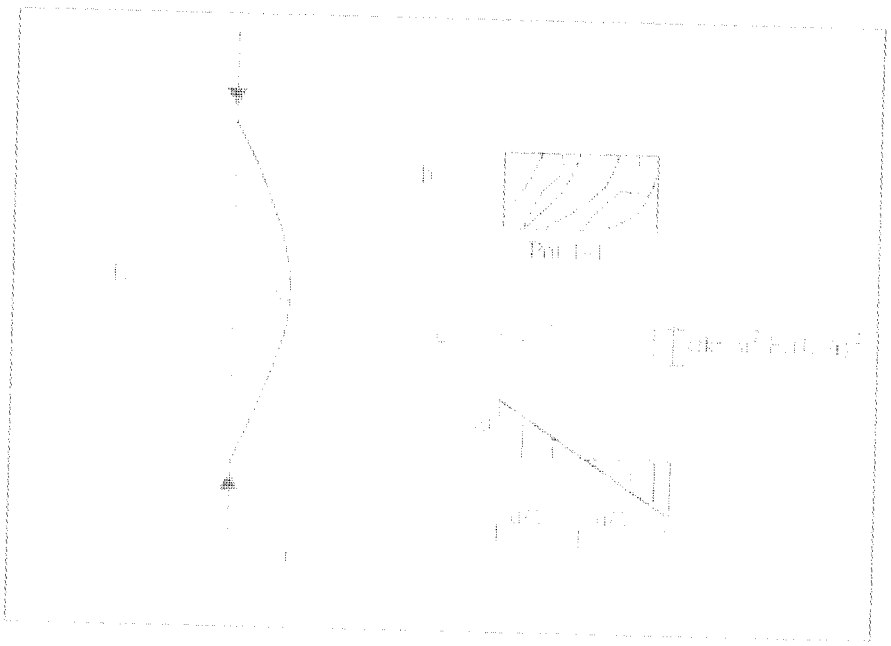
Kegagalan akan terjadi apabila tegangan langsung aktual ini melebihi tegangan hancur material ($\sigma \geq \overline{\sigma}$).(Daniel, 1980)

2.1.2 Teori tangen modulus

Teori Tangen Modulus membahas keruntuhan kolom diatas batas proporsional. Teori ini pertama kali dikemukakan oleh Friedrick Enggeser . Beban kritis pada teori tangen modulus ditentukan dengan mengasumsikan beban axial bertambah selama terjadi perubahan bentuk dari keadaan lurus sampai keadaan mulai melendut. (Padosbajayo,1991)

Mekanisme kerja teori tangen modulus ditunjukkan pada gambar 2.1

Gambar 2.1.a dan gambar 2.1.b menunjukkan bahwa sebuah batang lurus berpenampang empat persegi panjang yang dibebani gaya tekan (P) dan beban (P) berangsur-angsur ditambah dari nol sampai batang runtuh. Sampai sesaat sebelum batang runtuh, batang tetap dianggap lurus (tanpa lendutan) dan lendutan dianggap tetap terjadi, tepat pada saat batang runtuh. Selain itu, distribusi tegangan ditempat runtuh dianggap terbagi rata periksa Gambar 2.1.c. Tegangan akibat momen lentur (Gambar 2.1.d) diabaikan



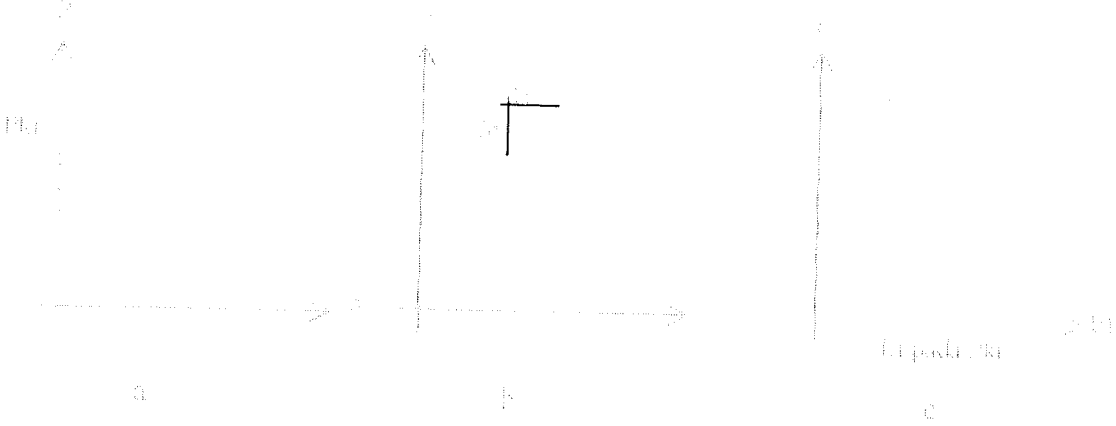
Gambar 2.1 Tegangan berdasarkan teori tangen modulus

Hubungan beban (P) dengan lendutan (δ), ditunjukan gambar 2.2.a. Modulus pada tegangan kritis diambil garis singgung diagram tegangan tegangan pada saat kolom runtuh. Periksa gambar 2.2.b. Modulus pada saat kolom runtuh dinyatakan dengan Persamaan 2.2

$$E_t = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \qquad \text{.....(2.2)}$$

dengan

$d\sigma$ = perubahan tegangan $d\varepsilon$ = perubahan regangan



Gambar 2.2 Hubungan : a. Beban lendutan, b. Tegangan regangan, c. Tegangan modulus

Perubahan modulus elastis ke modulus yang harganya berubah-ubah ditunjukan dengan gambar 2.2.c. Dari gambar 2.2.c dapat diketahui bahwa E_t<E. Modulus elastis (E) pada persamaan Euler dengan modulus tangen(E_t), diperoleh Persamaan :

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 . E_t}{\left(\frac{Lk}{r}\right)^2} \qquad (2.3)$$

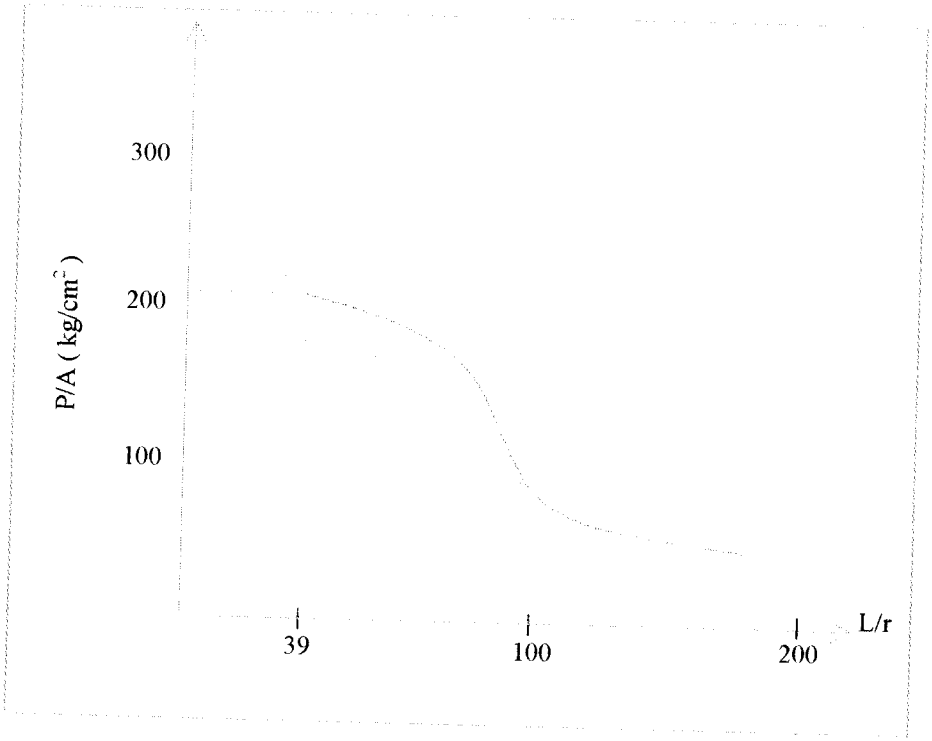
Karena E_t < E, maka tegangan yang diperoleh dengan persamaan (2.3) lebih kecil dibanding dengan tegangan yang diperoleh dengan persamaan Euler.

2.1.2 Teori Tetmayer

Pengujian yang dilakukan oleh Tetmayer menghasilkan tegangan kritis kolom yang dinyatakan dengan persamaan :

$$\frac{P}{A} = 293 - 1{,}94\left(\frac{L}{r}\right) \quad \text{.....(2.4)}$$

Persamaan (2.4) ditunjukkan dengan garis lurus Gambar (2.3)



Gambar 2.3 Tegangan kritis menurut Tetmayer

2.2 Kolom Sedang *(Medium Column)*

Kegagalan kolom sedang oleh gaya tekan axial yang terjadi pada saat tekuk inelastic. Rumus empiris untuk kolom sedang adalah sebagai berikut(Fellow, 1971)

$$\overline{\sigma} = \sigma\left[1 - 0{,}3\left(\frac{kL/d}{\lambda}\right)^4\right] \quad \text{.....(2.5)}$$

dengan : $\lambda = 0{,}671\sqrt{\frac{E}{\sigma}}$

2.3 Kolom Panjang *(Slender Column)*

Leonard Euler orang pertama yang memformulasikan ekspresi beban tekuk kritis pada kolom. Persamaan Euler tentang kuat tekan batang , dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.4 Batang lurus yang dibebani gaya tekan axial

Gambar (2.4) diatas menunjukkan batang lurus yang ujung-ujungnya adalah sendi diberi gaya tekan axial. Akibatnya batang tersebut melengkung. Selanjutnya ditinjau penampang batang yang letaknya x dari ujung kiri dan pelenturan yang terjadi ditempat tersebut adalah y. Akibat beban (P) dan pelenturan (y) dipenampang tersebut bekerja momen lentur. (Padosbajayo, 1991)

$$M = - P.y \quad \ldots\ldots (2.6)$$

Karena $M = EI.\frac{d^2y}{dx^2}$ maka persamaan (2.6) menjadi

$$EI\ \frac{dy^2}{dx^2} = -P.y \quad \ldots\ldots (2.7)$$

Masing-masing ruas Persamaan (2.7) dikalikan 2 dy diperoleh

$$EI.\frac{d}{dx}\frac{dy}{dx}2\ .dy = -2.P.y.dy \quad \ldots\ldots (2.8)$$

Jika masing-masing ruas persamaan (2.8) diintegralkan, diperoleh

$$EI\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right) = -P.y^2 + C1 \quad \text{.....(2.9)}$$

Pada y = δ $\frac{dy}{dx} = 0$, sehingga 0 = -P.y^2+ C1

C1 = P.y^2

Substitusi C1 kedalam persamaan (2.9)

$$E.I.\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = P.\left(\delta^2 - y^2\right)$$

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{P}{E.I}}\sqrt{\delta^2 - y^2}$$

$$\frac{dy}{\sqrt{\delta^2 - y^2}} = \sqrt{\frac{P}{E.I}}\ \text{dx} \quad \text{.....(2.10)}$$

Masing-masing ruas Persamaan (2.10) diintegralkan

$$\text{arc sin}\ \frac{y}{\delta} = x\sqrt{\frac{P}{E.I}} + C2 \quad \text{.....(2.11)}$$

Pada x = 0, pelenturan y = 0, sehingga C2 = 0

Persamaan (2.11) menjadi :

$$\text{arc sin}\ \frac{y}{\delta} = x\sqrt{\frac{P}{E.I}} \quad \text{.....(2.12)}$$

$$\text{Sin x}\sqrt{\frac{P}{E.I}} = \frac{y}{\delta} \quad \text{.....(2.13)}$$

Pada x = L, pelenturan y = 0, Persamaan (2.13) menjadi :

$$\sin L\sqrt{\frac{P}{E.I}} = 0 \quad atau\ L.\sqrt{\frac{P}{E.I}} = n\pi \quad \text{.....(2.14)}$$

$$P = \frac{(n.\pi)^2.E.I}{L^2} \qquad \text{.........................(2.15)}$$

Untuk n = 0 persamaan (2.15) tidak berarti, karena P=0, Nilai (P) terkecil diperoleh bila n = 1 sedangkan (P)disebut beban kritis (P_{kr}), jadi :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2.E.I}{L^2} \qquad \text{.........................(2.16)}$$

Persamaan (2.16) menunjukkan beban kritis Euler. Masing-masing ruas Persamaan (2.16) dibagi dengan luas penampang (A), diperoleh tegangan kritis.

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2.E.I}{A.L^2} \qquad \text{.........................(2.17)}$$

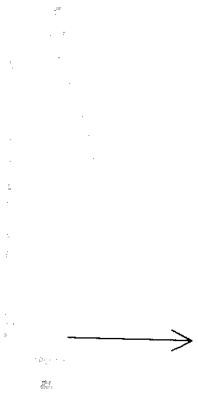
Karena $\frac{A}{I} = \frac{1}{r^2}$, maka Persamaan (2.17) dapat dinyatakan dengan Persamaan (2.18)

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2.E.}{\left(\frac{Lk}{r}\right)^2} \qquad \text{.........................(2.18)}$$

Dari persamaan (2.18) dapat diketahui bahwa tegangan kritis berbanding terbalik dengan kuadrat rasio kelangsingan, sebanding dengan modulus elastistisitas material. Faktor lain yang berpengaruh terhadap kuat tekan kritis adalah faktor tekuk yang bergantung pada kondisi ujung elemen struktur. (Padosbajayo, 1991)

Berikut ini adalah berbagai kondisi ujung kolom dan harga ekivalensinya. Panjang tekuk adalah batang adalah jarak antar titik balik batang tersebut, yaitu jarak antar ujung – ujung sendi ekivalen, baik riil maupun imajiner. Kolom ideal adalah kolom yang berdiri sendiri dengan ujung – ujung kolom bebas, sendi atau jepit sempurna. (Padosbajayo, 1991)

a. Kolom ideal dengan ujung-ujungnya Sendi



$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{P_{kr}}{E.I}.y \quad \text{.....(2.19)}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{P_{kr}}{E.I}.y = 0 \quad \text{.....(2.20)}$$

andaikan $\frac{P_{kr}}{E.I} = k^2$

Substitusikan k^2 kedalam Persamaan (2.20) diperoleh

$$\frac{d^2y}{dx^2} + k^2 y = 0 \quad \text{.....(2.21)}$$

Persamaan (2.21) dapat diselesaikan dengan cara berikut :

$$y = A.\sin kx + B.\cos kx = 0 \quad \text{.....(2.22)}$$

untuk x = 0, nilai y = 0, maka 0 = A.0 + B, diperoleh B = 0

untuk x = L, nilai y = 0 diperoleh:

$$0 = A.\sin kL,$$

untuk sin kL = 0, diperoleh

$$kL = n.\pi \text{ atau } k = \frac{n..\pi}{L} atau \quad k^2 = \frac{n^2.\pi^2}{L^2}$$

Dengan n = (0, 1, 2, 3...)

$k^2 = k^2$ maka:

$$P_{kr} = \frac{n^2.\pi^2.E.I}{L^2} \quad \text{..... (2.23)}$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2.E.I}{L^2} = \frac{\pi^2.E.I}{(kL)^2} \quad \text{..... (2.24)}$$

Dari Persamaan (2.24) diketahui faktor kondisi ujung (k) untuk kolom yang ujung-ujungnya sendi maka k =1

b. Kolom ideal ujung-ujungnya jepit

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{P_{kr}}{E.I} + \frac{M}{E.I} \quad \text{..... (2.25)}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{P_{kr}}{E.I}y = \frac{M}{E.I} \quad \text{.....(2. 26)}$$

andaikan $\frac{P_{kr}}{E.I} = k^2$

Persamaan (2.26) diselesaikan dengan cara berikut :

$$y = A \sin kx + B \cos kx + \frac{M}{P_{kr}} \quad \text{..... (2.27)}$$

Untuk x = 0, nilai y = 0

$0 = A.0 + B + \frac{M}{P_{kr}}$: diperoleh $B = -\frac{M}{P_{kr}}$

untuk x = L , nilai y = 0 diperoleh

$$A = --\frac{M}{P_{kr}}\frac{(1-\cos kL)}{\sin kL}$$

Substitusi A dan B kedalam persamaan (2.27), diperoleh :

$$y = -\frac{M}{P_{kr}}\left(\frac{1-\cos kL}{\sin kL}\sin kx + \cos kx - 1\right) \quad \text{.....(2.28)}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{M}{P_{kr}}\left(k\frac{1-\cos kL}{\sin kL}\cos kx - k\sin kx\right) \quad \text{.....(2.29)}$$

untuk x = L dan dy/dx = 0, diperoleh :

$$0 = \frac{M}{P_{kr}} \quad (\cos kL - 1) \quad \text{.....(2.30)}$$

Harga $\frac{M}{P_{kr}}$ tidak sama dengan nol, sehingga cos (kL) = 1 atau kL = n π, dengan

n = 0,2, 4, 6 ...

$$\sqrt{\frac{P}{E.I}}\ L = n.\pi \quad atau\ P_{kr} = \frac{n^2.\pi^2.E.I}{L^2}$$

Beban kritis diperoleh bila n = 2, sehingga :

$$P_{kr} = \frac{4.\pi^2.E.I}{L^2} = \frac{\pi^2.E.I}{(L/2)^2} \quad \text{.......... (2.31)}$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2.E.I}{(L/2)^2} = \frac{\pi^2.E.I}{(KL)^2} \quad \text{.......... (2.32)}$$

Jadi faktor kondisi ujung (k) untuk kolom yang ujung-ujungnya jepit adalah ½

c. Kolom ideal ujungnya jepit dan ujung lain bebas

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{P_{kr}}{E.I}.(\delta - y) \quad \text{.......... (2.33)}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{P_{kr}}{E.I}.y = \frac{P_{kr}}{E.I}.\delta \quad \text{.......... (2.34)}$$

Persamaan (2.34) dapat diselesaikan dengan cara berikut :

y = A sin(kx) + B cos (kx) + δ.......... (2.35)

untuk A = 0 , y = 0 diperoleh B = - δ

untuk x = L, y = δ diperoleh :

$\delta = A \sin kL - \delta \cos kL + \delta$

$$A = \delta \frac{\cos kL}{\sin kL}$$

Substitusi A dan B kedalam Persamaan (2.35) diperoleh :

$$y = \delta \frac{\cos kL}{\sin kL} \sin kx - \delta \cdot \cos kx + \delta \quad \text{.....(2.36)}$$

$$\frac{dy}{dx} = k \cdot \delta \frac{\cos kL}{\sin kL} \cos kx + k \cdot \delta \cdot \sin kx$$

untuk x = 0, dy/dx = 0 diperoleh

0 = cos kL dan kL = n/2 dengan n = 1, 2, 3, ...

Nilai P minimum adalah P_{kr}, diperoleh pada n = 1 jadi

$$P_{kr} = \frac{(1/2)^2 . \pi^2 . E.I}{L^2} \quad \text{.....(2.37)}$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 . E . I}{L^2} = \frac{\pi^2 . E . I}{(kL)^2} \quad \text{.....(2.38)}$$

Jadi faktor kondisi ujung (k) untuk kolom satu ujungnya jepit dan ujung lain bebas adalah 2

d. Kolom satu ujungnya jepit dan ujung lain sendi



Setiap titik yang terletak pada kolom dengan jarak y dari ujung bawah kolom memenuhi persamaan

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{-P_{kr}}{E.I} - \frac{F}{E.I}(L-x) \quad \text{.....(2.39)}$$

Persamaan (2.36) dapat diselesaikan dengan cara berikut :

$$y = A.\ \sin kx + B.\ \cos kx - \frac{F}{P}(L-x) \quad \text{..... (2.40)}$$

$$\frac{dy}{dx} = A.k\ .\ \cos kx - B.k.\ \sin kx + \frac{F}{P_{kr}}$$

Pada x = 0, dy/dx = 0, diperoleh :

$$0 = A\ .\ k + \frac{F}{P_{kr}} \text{ atau } A = -\frac{F}{P_{kr}}$$

untuk x = L, nilai y = 0, maka :

$$0 = A\ .\ \sin kL + B.\ \cos kL$$

$$0 = -\frac{F}{k.P_{kr}} \sin kL + B.\ \cos kL \text{ atau } B = \frac{F}{k.P_{kr}} tgkL$$

Substitusi A dan B kedalam persamaan (2.40) diperoleh

$$y = \frac{F}{k.P_{kr}}\ .\ (-\sin kx + tg\ kL.\ \cos kx - k(1-x) \quad \text{..... (2.41)}$$

untuk x = 0, nilai y = 0 diperoleh :

$$0 = tg\ kL - kL \text{ atau } kL = tg\ kL \quad \text{.....(2.42)}$$

Persamaan (2.42) merupakan persamaan transendental. Setelah diselesaikan hasilnya adalah :

$n\ .\ \pi = 4{,}49$

$$P_{kr} = \frac{20{,}2.E.I}{L^2} \quad atau \quad \text{.....(2.43)}$$

$$P_{kr} = \frac{2{,}05.\pi^2.E.I}{L^2} \quad \text{.....(2.44)}$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2.E.I}{(0{,}7L)^2} \quad \text{.....(2.45)}$$

Dari Persamaan (2.45) didapat faktor kondisi ujung (k)=0,7

Faktor panjang tekuk kolom ideal menurut teoritis ditunjukkan dalam tabel (2.1.)

Tabel 2.1. Faktor panjang tekuk kolom ideal

Bentuk kelengkungan				
k	1,0	2,0	0,5	0,7

Didalam merencanakan suatu batang desak dianggap lebih dulu bahwa batang itu mengikuti rumus Euler, kemudian apabila perlu ukuran –ukuran yang ditentukan menurut rumus Euler dapat diubah. (Suwarno, 1976)

$$P_{tk} = \frac{\pi^2.E.I}{n.L_{tk}^{\ 2}} \quad \text{.....(2.46)}$$

$$i_{min} = \frac{n.P_{tk}.l_k^2}{\pi^2.E} \quad \text{.....(2.47)}$$

keterangan

n = faktor aman

P_{tk} = gaya tekuk

Jika $\pi^2 = 10$ dan untuk kayu kelas II dengan E = 100.000 kg/cm^2

Maka akan terdapat rumus Imin = 10 . n . P_{tk} . L_k^2

Untuk n = 5

I_{min} = 50 . P_{tk} . L_k^2 (Untuk kayu kelas II) dengan E = 100.000 kg/cm^2

I_{min} = 40 . P_{tk} . L_k^2 (Untuk kayu kelas I) dengan E =125.000 kg/cm^2

I_{min} = 60 . P_{tk} . L_k^2 (Untuk kayu kelas III) dengan E =80.000 kg/cm^2

Untuk balok persegi panjang

I_{min} = (1/12) . b^3. h

Bahwa yang dimaksud dengan nilai kelangsingan (λ) dirumuskan sebagai berikut

$$\lambda = \frac{L_k}{r}$$

$$r = \sqrt{\frac{i_{min}}{A}}$$

Keterangan :

L_k = panjang tekuk

r = Jari-jari lembam minimum

A = luas tampang batang

Untuk menghindarkan bahaya tekuk pada batang desak, gaya yang didukung oleh batang itu harus digandakan dengan faktor tekuk ω, yaitu sebuah faktor yang besarnya tergantung daripada λ.

Maka :

$$\sigma = \frac{p.\omega}{A} \leq \overline{\sigma}_{ds} \quad \text{.....(2.48)}$$

Besar faktor tekuk (ω) sebagai fungsi daripada λ didapat dari Tabel (2.2) dibawah ini, yang dikutip dari PKKI, 1961. (PKKI, 1961)

Tabel 2.2 Faktor tekuk (ω) dan tegangan tekuk ijin ($\bar{\sigma}_{tk}$) untuk batang desak kayu

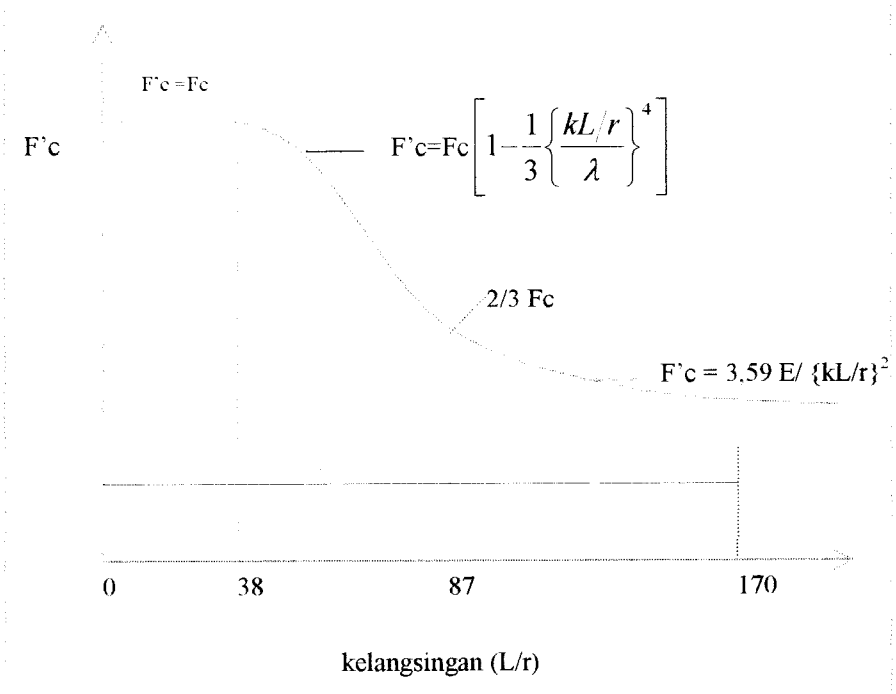
	Faktor tekuk	Tegangan tekuk yang diperkenankan				Faktor tekuk	Tegangan tekuk yang diperkenankan		
λ	ω	I kg/cm^2	II kg/cm^2	III kg/cm^2	λ	ω	I kg/cm^2	II kg/cm^2	III kg/cm^2
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0	1	130	85	60	40	1.36	95	62	44
1	1.01	129	84	60	41	1.38	94	62	44
2	1.01	128	84	59	42	1.39	94	61	43
3	1.02	126	83	59	43	1.4	93	61	43
4	1.03	126	83	58	44	1.42	92	60	42
5	1.03	125	82	58	45	1.43	91	59	42
6	1.04	124	82	58	46	1.44	90	59	42
7	1.05	123	81	57	47	1.46	89	58	41
8	1.06	122	80	57	48	1.47	89	58	41
9	1.06	120	80	57	49	1.49	87	57	40
10	1.07	121	79	56	50	1.5	86	57	40
11	1.08	120	79	56	51	1.52	85	56	39
12	1.09	119	78	55	52	1.53	85	56	39
13	1.09	119	78	55	53	1.55	84	55	39
14	1.1	118	77	55	54	1.56	83	55	38
15	1.11	117	77	54	55	1.58	82	54	38
16	1.12	116	76	54	56	1.6	81	53	38
17	1.13	115	75	53	57	1.61	81	53	37
18	1.14	114	75	53	58	1.63	80	52	37
19	1.15	113	74	52	59	1.65	79	52	36
20	1.15	113	74	52	60	1.67	78	51	36
21	1.16	112	73	52	61	1.69	77	50	36
22	1.17	111	73	51	62	1.7	77	50	35
23	1.18	110	72	51	63	1.72	76	49	35
24	1.19	109	71	50	64	1.74	75	49	35
25	1.2	108	71	50	65	1.76	74	48	34
26	1.21	107	70	50	66	1.79	73	48	34
27	1.22	107	70	49	67	1.81	72	47	33
28	1.23	106	69	49	68	1.83	71	46	33
29	1.24	105	69	48	69	1.85	70	46	32
30	1.25	104	68	48	70	1.87	70	45	32
31	1.26	103	67	48	71	1.9	62	45	32
32	1.27	102	67	47	72	1.92	68	44	31
33	1.28	102	66	47	73	1.95	67	44	31
34	1.29	101	66	47	74	1.97	66	43	30
35	1.3	100	65	46	75	2	66	43	30
36	1.32	99	64	46	76	2.03	64	42	30
37	1.33	98	64	45	77	2.05	63	42	29
38	1.34	97	63	45	78	2.08	63	41	29
39	1.35	96	63	44	79	2.11	62	40	28

Tabel 2.2 Faktor tekuk (ω) dan tegangan tekuk ijin ($\overline{\sigma}_{tk}$) untuk batang desak kayu

λ	Faktor tekuk ω	Tegangan tekuk yang diperkenankan I kg/cm²	II kg/cm²	III kg/cm²	λ	Faktor tekuk ω	Tegangan tekuk yang diperkenankan I kg/cm²	II kg/cm²	III kg/cm²
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
80	2.14	61	40	28	121	4.64	28	18	13
81	2.17	60	39	27	122	4.73	28	18	13
82	2.21	59	39	27	123	4.82	27	18	12
83	2.24	58	38	27	124	4.91	27	17	12
84	2.27	57	37	26	125	5	26	17	12
85	2.31	56	37	26	126	5.09	26	17	12
86	2.34	56	36	26	127	5.19	25	16	12
87	2.38	55	36	25	128	5.28	25	16	11
88	2.42	54	35	25	129	5.38	24	16	11
89	2.46	53	35	24	130	5.48	24	16	11
90	2.5	56	34	24	131	5.57	23	15	11
91	2.54	51	33	24	132	5.67	23	15	11
92	2.58	50	33	23	133	5.77	23	15	10
93	2.63	49	32	22	134	5.88	22	15	10
94	2.68	49	32	22	135	5.98	22	14	10
95	2.75	48	31	22	136	6.08	21	14	10
96	2.78	47	31	22	137	6.19	21	14	10
97	2.83	46	30	21	138	6.29	21	14	10
98	2.88	45	30	21	139	6.4	20	13	9
99	2.94	44	29	20	140	6.51	20	13	9
100	3	43	28	20	141	6.62	20	13	9
101	3.07	42	28	20	142	6.73	19	13	9
102	3.14	41	27	19	143	6.84	19	12	9
103	3.21	41	26	19	144	6.95	19	12	9
104	3.28	40	26	18	145	7.07	18	12	9
105	3.35	39	25	18	146	7.17	18	12	8
106	3.43	38	25	18	147	7.3	18	12	8
107	3.5	37	24	17	148	7.41	18	11	8
108	3.57	36	24	17	149	7.43	17	11	8
109	3.65	36	23	16	150	7.65	17	11	8
110	3.73	35	23	16					
111	3.81	34	22	16					
112	3.89	33	22	15					
113	3.97	33	21	15					
114	4.05	32	21	15					
115	4.13	32	21	15					
116	4.21	31	20	14					
117	4.19	30	20	14					
118	4.38	30	19	14					
119	4.46	29	19	13					
120	4.55	29	19	13					

2.4 Hubungan tegangan – angka kelangsingan

Angka kelangsingan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi ragam kegagalan yang terjadi pada kolom. Kolom dengan angka kelangsingan kecil akan mengalami ragam kegagalan berupa kehancuran material sedangkan kolom dengan angka kelangsingan besar akan mengalami ragam kegagalan berupa tekuk.

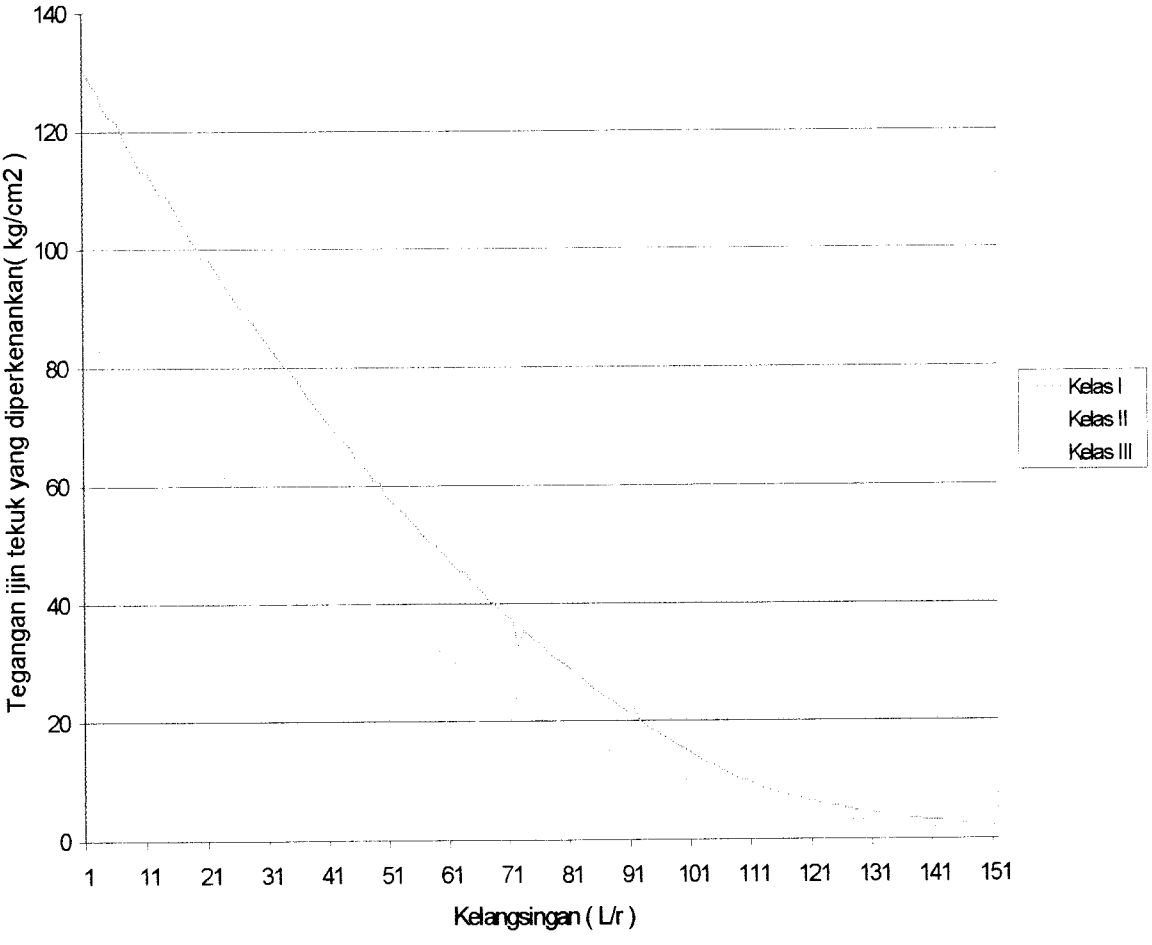


Gambar 2.5 Grafik hubungan tegangan dengan angka kelangsingan

Pada Gambar 2.5 diatas menunjukkan bahwa hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan kelangsingan menyatakan bahwa semakin besar nilai (l/r) semakin kecil nilai kuat tekan kayu. National Design Spesification mengambil tegangan ijin untuk kolom panjang, dengan cara membagi tegangan kritis Euler dengan angka aman sebesar 2,74 sehingga diperoleh rumusan seperti dalam grafik diatas. Batas perbandingan kelangsingan efektif kolom panjang diantara λ dan 170. Harga λ diperoleh dengan rumus $\lambda = 2{,}323\sqrt{E/Fc} = 87$. Kolom

dengan kelangsingan antara 38 dan λ akan mengalami kegagalan tekuk inelastis dengan tegangan melebihi tegangan kritis kayu. (Fellow, 1971)

Gambar 2.6 dibawah ini menunjukkan grafik hubungan antara tegangan izin tekuk dengan angka kelangsingan. Besar tegangan kritis (σ_{kr}) berbanding terbalik dengan faktor tekuk (ω). (Suwarno, 1976)



Gambar 2.6 Grafik hubungan antara tegangan izin tekuk dengan angka kelangsingan kayu kelas I, II dan III

2.5 Analisa Kurva Fitting

Kurva fiting yaitu mencari kurva yang mewakili hasil penelitian dengan nilai kesalahan terkecil atau mengolah secara matematis sejumlah pasangan data diskrit hasil pengamatan (penelitian atau percobaan), dan menggambarkannya dalam bentuk kurva dengan fungsi yang lebih sederhana.

Bentuk kurva fiting ada 2 yaitu regresi kuadrat terkecil dengan fungsi linear dan fungsi polinomial (Steven C,1988)

2.5.1. Regresi kuadrat terkecil dengan fungsi linear

Bentuk tersederhana regresi kuadrat terkecil adalah garis lurus, persamaan garis lurus secara umum berbentuk :

$$y = a_0 + a_1 x_i \quad \text{.....(2.49)}$$

$$Sr = \sum_{i=1}^{m} (yi - a_0 - a_1 x_i)^2 \quad \text{.....(2.50)}$$

Keterangan:

Sr = jumlah kuadrat kesalahan yang terjadi a_0=parameter yang dicari

m = jumlah data

Selanjutnya, jika derivatif pertama Sr persamaan (2.50) terhadap a_0 disamakan nol akan diperoleh nilai parameter a_0, yaitu :

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_0} = \sum_{i=1}^{m} 2\,(yi - a_0 - a_1 x_i)(-1) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} (yi - a_0 - a_1 x_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} y_i - m a_0 - \sum_{i=1}^{m} a_1 x_i = 0$$

$$m a_0 = \sum_{i=1}^{m} y_i - \sum_{i=1}^{m} a_1 x_i$$

$$a_0 = \frac{1}{m}\left(\sum_{i=1}^{m} y_i - \sum_{i=1}^{m} a_1 x_i \right) \quad \text{.....(2.51)}$$

$$a_0 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y_i - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} a_1 x_i$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x} \qquad (2.52)$$

Sedangkan dari derivatif pertama persamaan (2.50) terhadap a_1 yang disamakan dengan nol, kemudian memasukkan kepersamaan (2.51), akan diperoleh nilai a_1, yaitu

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_1} = \sum_{i=1}^{m} 2\,(yi - a_0 - a_1 x_i)(-x_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} (y_i x_i - a_0 x_i - a_1 x_i^{\,2}) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} a_0 x_i - \sum_{i=1}^{m} a_1 x_i^{\,2} = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_1 x_i^{\,2} = \sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} a_0 x_i$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_1 x_i^{\,2} = \sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} \left\{ \frac{1}{m}\left(\sum_{i=1}^{m} y_i - \sum_{i=1}^{m} a_1 x_i \right) \right\} x_i$$

$$m\sum_{i=1}^{m} a_1 x_i^{\,2} = m\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i \sum_{i=1}^{m} y_i + a_1 \left(\sum_{i=1}^{m} x_i \right)^2$$

$$a_1 \left\{ m\sum_{i=1}^{m} x_i^{\,2} - \left(\sum_{i=1}^{m} x_i^{\,2} \right) \right\} = m\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i \sum_{i=1}^{m} y_i$$

$$a_1 = \frac{m\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i \sum_{i=1}^{m} y_i}{m\sum_{i=1}^{m} x_i^{\,2} - \left(\sum_{i=1}^{m} x_i \right)^2} \qquad (2.53)$$

Berikut ini contoh data-data yang akan dibuat grafik fungsi linear

x_i	2	3	4	5	7	8	10	11	12	14
y_i	4	10	4	8	11	7	14	11	9	15

Penyelesaian :

Tabel 2.3 Perhitungan $x_I.y_i$ dan x_i^2

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
x_i	2	3	4	5	7	8	10	11	12	14	76
y_i	4	10	4	8	11	7	14	11	9	15	93
x_iy_i	8	30	16	40	77	56	140	121	108	210	806
x_i^2	4	9	16	25	49	64	100	121	144	196	728

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{m} = \frac{76}{10} = 7{,}60$$

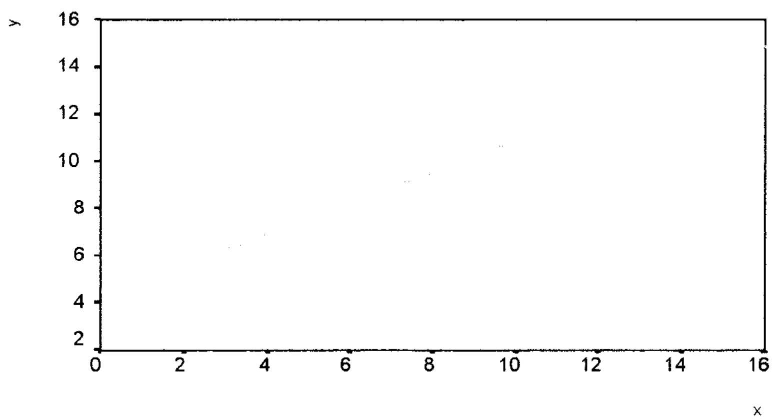
$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{m} = \frac{93}{10} = 9{,}30$$

persamaan linear garis $y = a_0 + a_1 x$

$$dengan \quad a_1 = \frac{m\sum_{i=1}^{m} x_i y_i - \sum_{i=1}^{m} x_i \sum_{i=1}^{m} y_i}{m\sum_{i=1}^{m} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{m} x_i\right)^2} = \frac{10(806) - (76)(93)}{10(728) - (76)^2} = 0{,}6596$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x} = 9{,}3 - 0{,}6596(7{,}6) = 4{,}2870$$

sehingga persamaangaris menjadi $y = 4{,}2870 + 0{,}6596x$



Gambar 2.8 Hubungan x dan y berupa garis lurus

2.5.2. Regresi kuadrat terkecil dengan fungsi polinomial

Steven C. Chapra (1988) mengemukakan Persamaan kurva tak linear fungsi polinomial berderajat *n* mempunyai bentuk persamaan :

$y = a_o + a_1x_i + a_1x_i^2 + \ldots + a_nx_i^n$ ....(2.54)

dan jumlah kuadrat kesalahan adalah :

$$Sr = \sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{\ n})^2 \quad \ldots\ldots(2.55)$$

dengan parameter *aj* (untuk j = 0, 1, 2, ...n) yang dicari dengan menyamakan dengan nol setiap derivatif pertama Sr terhadap *aj*

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_0} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{n}) = 0$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_1} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{2} - \ldots - a_nx_i^{n})(x_i) = 0$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_2} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{n})(x_i)^2 = 0$$

.

.

.

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_n} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{\ n})(x_i)^n = 0$$

Penyelesaian persamaan diatas adalah sebagai berikut :

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_0} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{n}) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{n}) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m}y_i - ma_0 - a_1\sum_{i=1}^{m}x_i - a_2\sum_{i=1}^{m}x_i^2 - \ldots - a_n\sum_{i=1}^{m}x_i^{\ n} = 0$$

$$ma_0 + a_1\sum_{i=1}^{m}x_i + a_2\sum_{i=1}^{m}x_i^2 + \ldots + a_n\sum_{i=1}^{m}x_i^{\ n} = \sum_{i=1}^{m}y_i \quad \ldots\ldots(2.56)$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_1} = -2\sum_{i=1}^{m}(y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^{\ 2} - \ldots - a_nx_i^{n})(x_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m}(x_iy_i - a_0x_i - a_1x_i^{\ 2} - a_2x_i^{\ 3} - \ldots - a_nx_i^{n+1}) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m}x_iy_i - a_0x_i - a_1\sum_{i=1}^{m}x^2{}_i - a_2\sum_{i=1}^{m}x_i^3 - \ldots - a_n\sum_{i=1}^{m}x_i^{\ n+1} = 0$$

$$a_0 x_i + a_1 \sum_{i=1}^{m} x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^{m} x_i^3 + \ldots + a_n \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+1} = \sum_{i=1}^{m} x_i y_i \quad \ldots\ldots(2.57)$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_2} = -2\sum_{i=1}^{m} (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - \ldots - a_n x_i^n)(x_i)^2 = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_i^2 y_i - a_0 x_i^2 - a_1 \sum_{i=1}^{m} x_i^3 - a_2 \sum_{i=1}^{m} x_i^4 - \ldots - a_n \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+2} = 0$$

$$a_0 x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^{m} x_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^{m} x_i^4 + \ldots + a_n \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+2} = \sum_{i=1}^{m} x_i^2 y_i \quad \ldots\ldots(2.58)$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_n} = -2\sum_{i=1}^{m} (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - \ldots - a_n x_i^n)(x_i)^n = 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_i^n y_i - a_0 x_i^n - a_1 \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+1} - a_2 \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+2} - \ldots - a_n \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+n} = 0$$

$$a_0 x_i^n + a_1 \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+1} + a_2 \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+2} + \ldots + a_n \sum_{i=1}^{m} x_i^{n+n} = \sum_{i=1}^{m} x_i^n y_i \quad \ldots\ldots(2.59)$$

Persamaan (2.56) sampai dengan (2.59) dapat disusun dalam bentuk matrik

$$\begin{bmatrix} m & \sum x_i & \sum x_i^2 & \ldots & \sum x_i^n \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \ldots & \sum x_i^{n+1} \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \ldots & \sum x_i^{n+2} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \sum x_i^n & \sum x_i^{n+1} & \sum x_i^{n+2} & \ldots & \sum x_i^{n+n} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \ldots \\ a_n \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \ldots \\ \sum x_i^n y_i \end{Bmatrix} \quad \ldots\ldots(2.60)$$

Berikut ini contoh data-data yang akan dibuat grafik fungsi polinomial

x_i	0,5	1	2	3	5,5	8	10	11	12	14
y_i	1	2	4	4,5	8	7	1	10	6	4

Penyelesaian :

Fungsi polynomial derjat dua : $y = ao + a_1 x_i + a_2 x_i^2$

Jumlah kuadrat kesalahan:

$$Sr = \sum_{i=1}^{m} (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2)^2$$

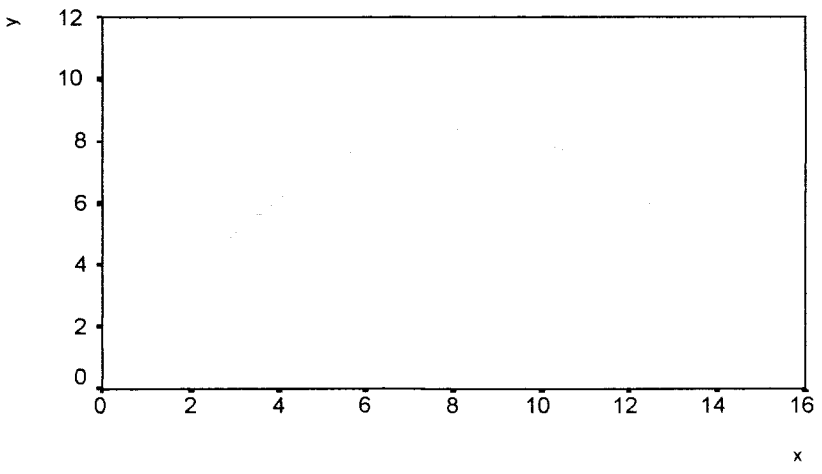
$$\begin{bmatrix} m & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \end{Bmatrix}$$

No	xi	yi	xi^2	xi^3	xi^4	xiyi	xi^2yi
1	0,5	1	0,25	0,125	0,063	0,5	0,25
2	1	2	1	1	1	2	2
3	2	4	4	8	16	8	16
4	3	4,5	9	27	81	13,5	40,5
5	5,5	8	30,25	166,375	915,063	44	242
6	8	7	64	512	4096	56	448
7	10	10	100	1000	10000	100	1000
8	11	7	121	1331	14641	77	847
9	12	6	144	1728	20736	72	864
10	14	4	196	2744	38416	56	784
Σ	67	53,5	669,5	7517,5	88902,125	429	4243,75

$$\begin{bmatrix} 10 & 67 & 669,5 \\ 67 & 669,5 & 7517,5 \\ 669,5 & 7517,5 & 88902,125 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 53,5 \\ 429 \\ 4243,75 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} a_o \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,0009 \\ 2,0742 \\ -0,1277 \end{Bmatrix}$$

Jadi persamaan garis diatas menjadi : $y = -0,1277x^2 + 2,0742x - 0,0009$



Gambar 2.9 Grafik hubungan x dan y dengan fungsi polinomial

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir.

3.2 Bahan dan Alat yang digunakan

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan dan alat yang dipergunakan adalah sebagai berikut.

3.2.1 Bahan

a. Kayu kelas I

   Kayu kelas I yang digunakan adalah kayu Bangkirai

b. Kayu kelas II

   Kayu kelas II yang digunakan adalah kayu Kruing

c. Kayu kelas III

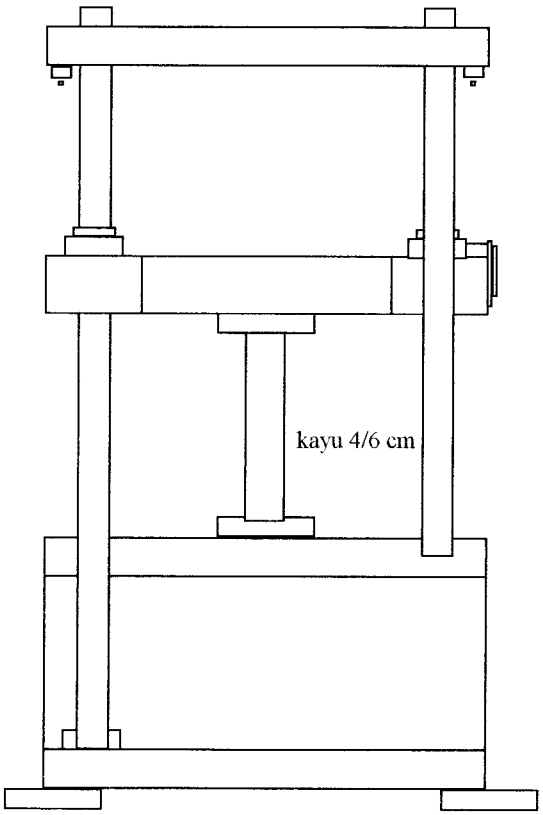
   Kayu kelas III yang digunakan adalah kayu Meranti

3.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan – peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Mesin Uji Kuat Desak

Digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu. Pada penelitian ini digunakan UNIVERSAL TESTING MATERIAL (UTM) merk SHIMATSU, kapasitas 30 ton, seperti Gambar 3.1. Alat ini digunakan untuk kayu yang mempunyai ukuran panjang antara 34,5 cm sampai dengan 57,5 cm.

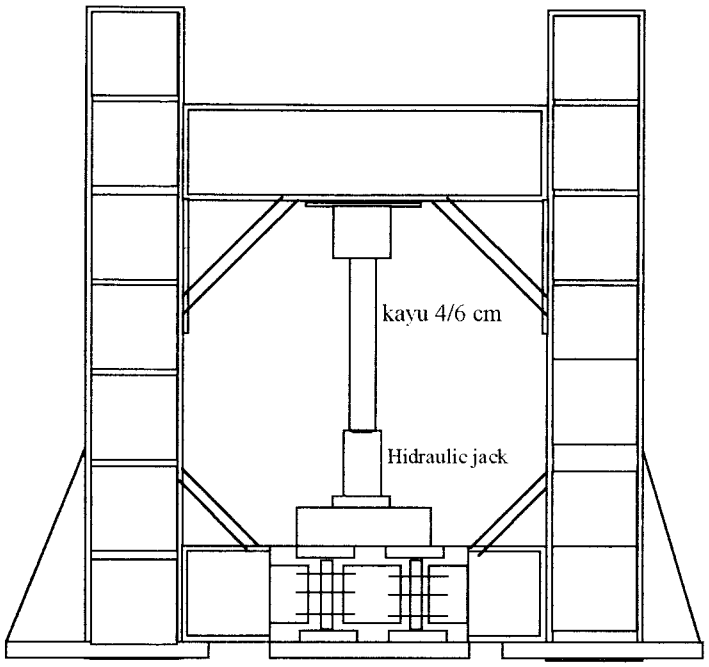


Gambar 3.1 Universal Testing Material Shimatsu

b. **Loading Frame**

Loading frame digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu dengan ukuran kayu yang lebih panjang yaitu antara 69 cm sampai dengan 161 cm.

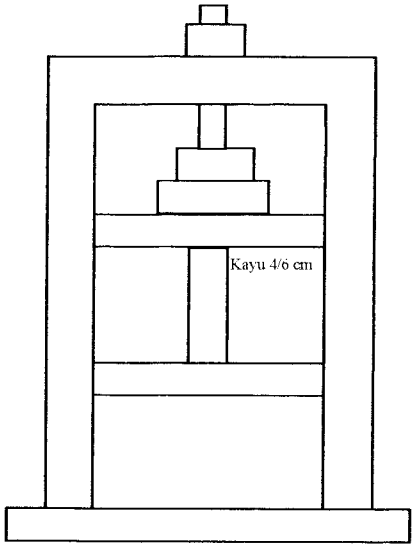
Bentuk Loading Frame berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton dengan perantara pelat dasar dari besi setebal 14 mm. Agar Loading Frame tetap stabil, pelat dasar dibaut kelantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok, seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bentuk fisik Loading Frame

c. Mesin Uji Kuat Desak

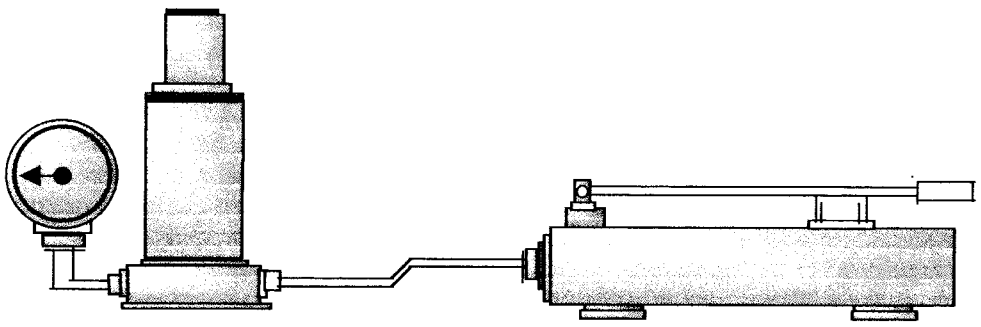
Alat ini digunakan untuk mengukur kuat tekan kayu yang ukuran panjangnya lebih kecil yaitu antara 22,5 cm sampai dengan 23 cm, seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mesin Uji Kuat Desak

d. Hidraulic Jack

Alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada pengujian kuat desak kayu. Dalam penelitian ini digunakan hidraulic jack dengan kapasitas 30 ton. Bentuk fisik dari hidraulic jack dapat dilihat Gambar 3.4



Gambar 3.4 Hidraulic Jack

3.3 Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan oleh tukang kayu, dengan ukuran panjang kayu yang berbeda-beda sesuai dengan angka kelangsingan (λ).Setiap λ dengan panjang tekuk tertentu dibuat 5 samapel. Sampel tersebut meliputi :

a. $\lambda = 10$ panjang tekuk (Ltk) = 11,5 cm dibuat 5 sampel

b. $\lambda = 20$ panjang tekuk (Ltk) = 23 cm dibuat 5 sampel

c. $\lambda = 30$ panjang tekuk (Ltk) = 34,5 cm dibuat 5 sampel

Demikian seterusnya sampai dengan $\lambda = 140$ dengan panjang tekuk (Ltk) =161 cm.

3.4 Pelaksanaan Pengujian Sampel

Langkah-langkah dalam uji kuat desak kayu adalah sebgai berikut :

1. Persiapan

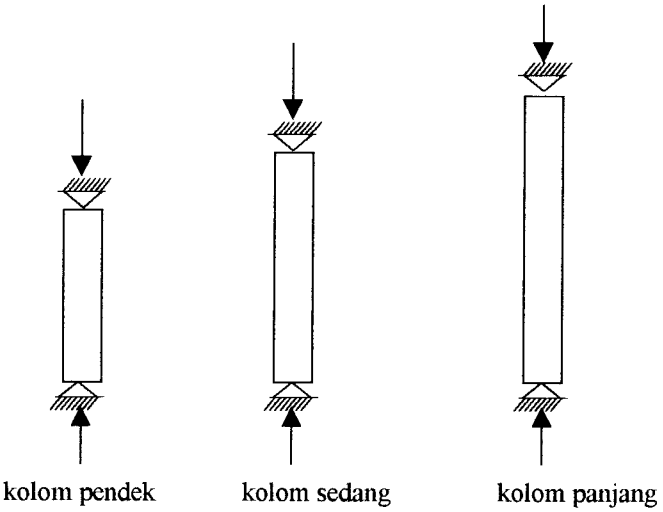
Sebelum pelaksanaan uji kuat desak kayu yang perlu diperhatikan adalah persiapan bahan yang akan diuji. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sampel benda uji meliputi tiga macam kayu yaitu kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti

2. Pelaksanaan pembuatan sampel

Bahan benda uji kuat desak kayu yang meliputi kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti, sebelum dilaksanakan uji kuat desak, kayu perlu dihaluskan dan diukur sesuai dengan yang dibutuhkan, hal ini untuk mendapatkan ketelitian dan hasil yang maximal. Untuk menentukan panjang batang dipakai rumus $L_k = \lambda \cdot r$, dimana λ adalah nilai kelangsingan dan r adalah jari-jari lembam. Interval nilai kelangsingan (λ) dibuat kelipatan 10 sampai dengan nilai kelangsingan terbesar 140 dan setiap nilai kelangsingan dibuat 5 sampel.

3. Membuat model

Untuk mempermudah perhitungan dan pelaksanaan uji kuat desak maka dibuat model. Kayu yang diuji mempunyai ukuran 4/6 cm dan dalam pembuatan model diasumsikan kondisi ujung batang adalah sendi-sendi seperti Gambar (3.5) dibawah ini.



Gambar 3.5 Pembuatan model dalam uji kuat desak kayu

4. Persiapan peralatan

Alat- alat yang akan digunakan dalam uji kuat desak, yaitu UNIVERSAL TESTING MATERIAL, Mesin uji kuat desak dan Loading Frame. Untuk batang yang mempunyai panjang batang lebih kecil dari 60 cm dipakai mesin UNIVERSAL TESTING MATERIAL seperti Gambar (3.1) dan (3.3) dan untuk batang yang lebih besar dari 60 cm dipakai Loading Frame seperti Gambar (3.2).

5. Pelaksanaan uji kuat desak kayu

Secara garis besar dalam uji kuat desak kayu terdapat 225 sampel benda uji. Interval nilai kelangsingan dari 10 sampai dengan 140. Benda uji diletakkan secara sentris pada alat uji desak kayu, dengan menekan ON pada alat uji desak SHIMATSHU maka secara perlahan alat uji desak ini menekan batang kayu dan

jarum pada alat uji desak menunjukkan beban yang diterima sampai batang kayu sudah tidak mampu lagi menahan beban, sehingga jarum pada alat uji desak menunjukkan beban maximum yang diterima batang akyu tersebut. Untuk batang yang mempunyai panjang lebih dari 60 cm dipakai Loading Frame dan alat pompa Hidraulic Jack, setelah sampael diletakkan secara sentris maka selanjutnya alat Hidraulic Jack dipompa secara perlahan sampai batang kayu runtuh atau patah. Beban –beban maximum dicatat dalam bentuk tabel kemudian dibuat dalam bentuk grafik sebagai fungsi kelangsingan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Kuat Desak Kayu

Pengujian kuat desak dilakukan dengan alat Universal Testing Material dan Loading Frame dilaboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Uji kuat desak kayu meliputi kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti. Dari setiap panjang kayu yang akan diuji terdiri dari 5 sampel kayu yang mempunyai ukuran 4/6 cm. Panjang kayu yang akan diuji diperoleh dari $L_{tk} = \lambda.r$. Pengujian dilakukan persampel sebanyak 5 kali sampai diketahui beban (P) yang dihasilkan. Pembebanan dilakukan sampai dengan kayu mencapai beban maximum. Dari hasil pengujian ini didapat data beban maximum (P_{max}), sehingga dapat dicari tegangan maximum dengan membagi luas tampang kayu.

4.1.1 Hubungan beban (P) dan tegangan (σ) dengan angka kelangsingan hasil pengujian

Pada pengujian kuat desak kayu , diperoleh data beban maximum yang diperlihatkan pada Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

a. Hasil pengujian kuat desak kayu dan tegangan kayu sebagai fungsi kelangsingan kayu Bangkirai

Tabel 4.1 Hubungan beban dan tegangan dengan angka kelangsingan untuk kayu Bangkirai

λ	Ltk	Beban Maximum (Kg)					Tegangan maximum (Kg/cm ^{2})				
		P1	P2	P3	P4	P5	σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	13.200	13.000	13.400	12.900	12.800	550,00	541,67	558,33	537,50	533,33
20	23	12.600	12.700	12.600	12.500	12.700	525,00	529,10	525,00	520,80	529,10
30	34,5	11.800	11.500	11.700	11.500	11.600	491,67	479,16	487,50	479,16	483,33
40	46	11.300	11.200	11.250	11.300	11.400	470,80	466,67	468,75	47,80	475,00
50	57,5	10.900	11.100	10.800	11.000	11.000	454,16	462,50	450,00	458,33	458,33
60	69	10.000	10.000	9.900	10.500	10.500	416,67	416,67	412,50	437,50	437,50
70	80,5	9.800	9.700	9.500	9.800	9.600	408,33	404,16	395,83	408,33	400,00
80	92	9.400	9.300	9.400	9.500	9.300	391,67	387,50	391,67	395,83	387,50
90	103,5	9.200	9.100	9.500	8.500	8.300	383,33	379,16	395,83	354,16	345,83
100	115	6.200	8.500	9.000	9.100	8.300	258,33	354,16	375,00	379,16	345,83
110	126,5	5.900	4.200	4.500	8.000	6.500	245,83	175,00	187,50	333,33	270,80
120	138	4.800	6.500	7.500	7.400	3.500	200,00	270,00	312,50	308,33	145,80
130	149,5	4.200	4.300	3.200	4.400	4.300	175,00	179,16	133,33	183,33	179,16
140	161	4.000	4.200	4.100	3.900	4.800	166,67	175,00	170,80	162,50	200,00

b. Hasil pengujian kuat desak kayu dan tegangan kayu sebagai fungsi kelangsingan kayu Kruing

Tabel 4.2 Hubungan beban dan tegangan dengan angka kelangsingan untuk kayu Kruing.

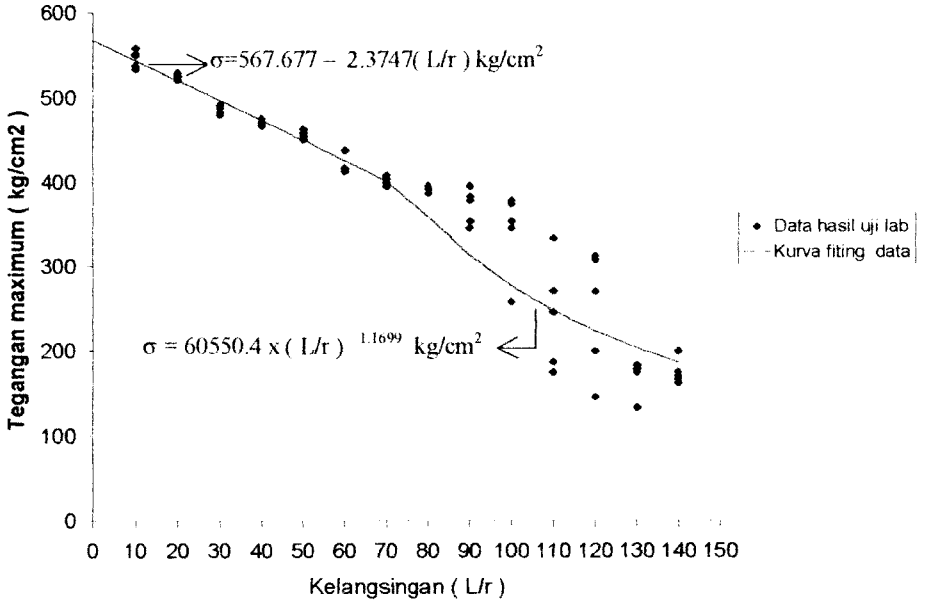
λ	Ltk	Beban Maximum (Kg)					Tegangan maximum (Kg/cm ^{2})				
		P1	P2	P3	P4	P5	σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	10.800	10.700	10.500	10.400	10.600	450,00	445,83	437,50	433,33	441,67
20	23	10.300	10.250	10.300	10.300	10.350	429,16	427,08	429,16	429,16	431,25
30	34,5	10.150	10.100	10.200	10.100	10.150	422,91	420,83	425,00	420,83	422,91
40	46	10.050	10.000	9.950	10.000	9.900	418,75	416,67	414,58	416,67	412,50
50	57,5	9.500	9.500	9.800	9.450	9.650	395,83	395,83	408,33	393,75	402,08
60	69	9.100	9.300	9.200	9.500	9.000	397,16	387,50	383,33	395,83	375,00
70	80,5	8.500	8.600	9.000	8.500	9.300	345,83	358,33	375,00	354,16	387,50
80	92	8.400	8.500	8.300	9.000	8.500	350,00	354,16	345,83	375,00	354,16
90	103,5	9.000	8.200	8.500	7.000	7.200	375,00	341,67	354,16	291,67	300,00
100	115	8.000	6.900	7.800	6.000	7.700	333,33	287,50	325,00	250,00	320,83
110	126,5	3.200	3.100	4.900	7.000	4.100	133,30	129,16	204,16	291,67	170,80
120	138	4.900	4.500	3.400	4.200	3.000	204,16	187,50	141,67	175,00	175,00
130	149,5	3.000	3.100	4.000	4.500	3.500	125,00	129,67	166,67	187,50	145,83
140	161	3.900	3.100	3.500	3.200	3.100	162,50	129,16	145,83	133,33	129,16

c. Hasil pengujian kuat desak kayu tegangan kayu sebagai fungsi kelangsingan kayu Meranti

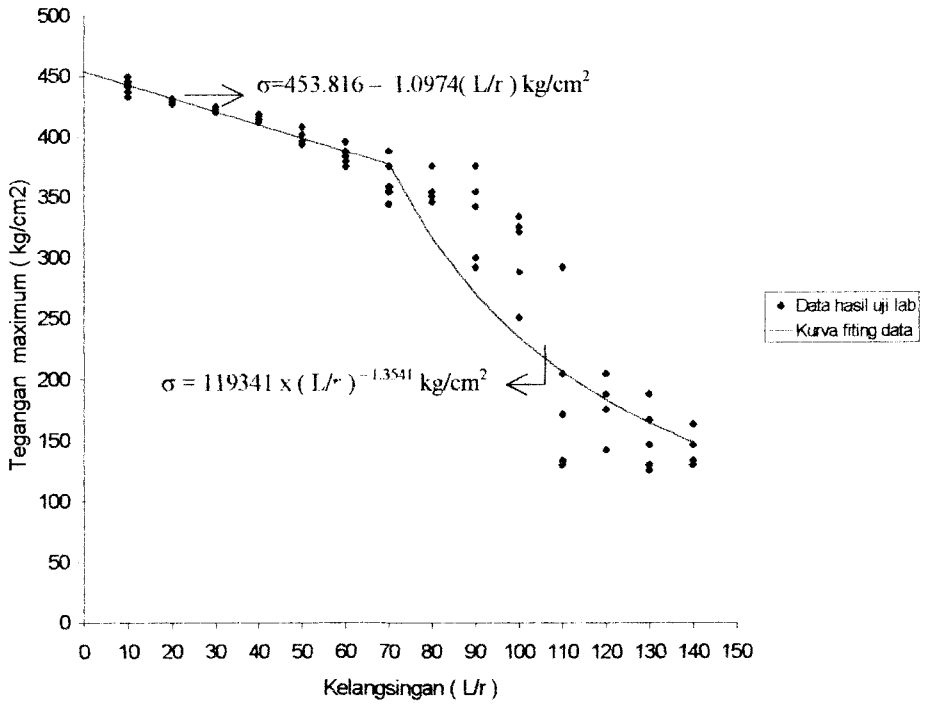
Tabel 4.3 Hubungan beban dan tegangan dengan angka kelangsingan untuk kayu Meranti

λ	Ltk	Beban Maximum (Kg)					Tegangan maximum (Kg/cm ^{2})				
		P1	P2	P3	P4	P5	σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	5300	5100	5200	5000	5200	220,80	212,50	216,67	208,33	216,67
20	23	4800	4800	4900	4700	4800	200,00	200,00	204,16	195,83	200,00
30	34,5	4300	4300	4400	4000	4600	179,16	179,16	183,33	166,67	191,67
40	46	3700	3900	3900	3800	3950	154,16	162,50	162,50	158,33	164,58
50	57,5	3650	3600	3600	3550	3600	152,08	150,00	150,00	147,91	150,00
60	69	3500	3400	3400	3500	3300	145,83	141,67	141,67	145,83	137,50
70	80,5	3300	3500	3400	3300	3200	137,50	145,83	141,67	137,50	133,33
80	92	3000	3200	3300	3100	2900	125,00	133,33	137,50	129,16	120,83
90	103,5	2900	2700	2200	2400	2500	120,83	112,50	91,67	100,00	104,16
100	115	2200	2000	2300	2100	2400	91,67	83,33	95,83	87,50	100,00
110	126,5	2000	2200	2500	3000	2300	83,33	91,67	104,16	125,00	95,83
120	138	1200	1300	1100	2000	1500	50,00	54,16	45,83	83,33	62,50
130	149,5	1000	1500	1100	2000	2000	41,67	62,50	45,83	83,33	83,33
140	161	1000	1000	1200	1100	1500	41,67	41,67	50,00	45,83	62,50

Dari data hubungan tegangan dan angka kelangsingan pada tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 disajikan dalam bentuk grafik terlihat pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3

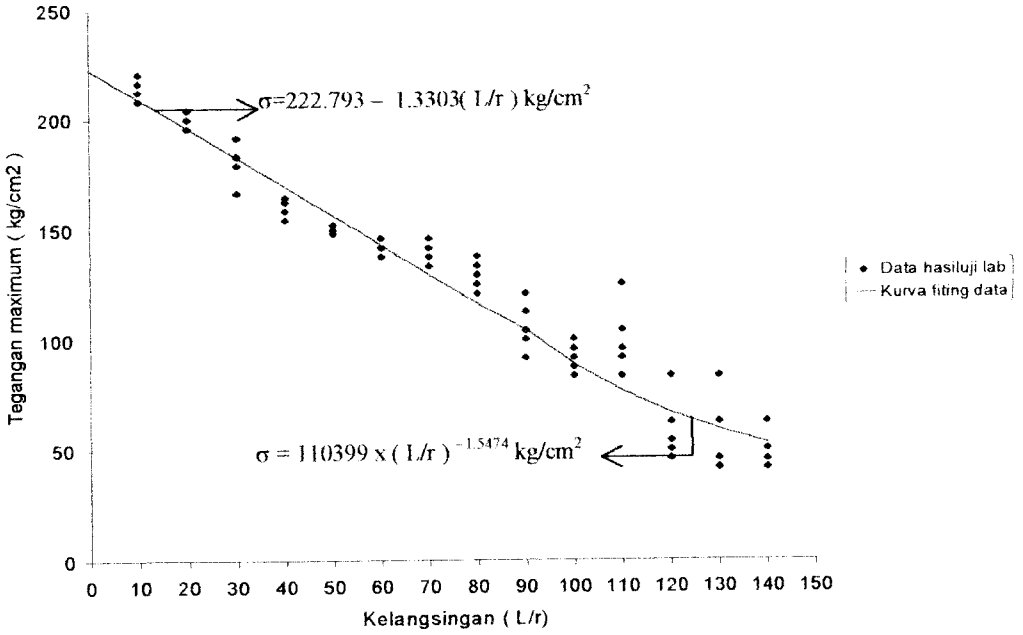


Gambar 4.1 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai



Gambar 4.2 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Kruing

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA



Gambar 4.3 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Meranti

4.1.2 Kuat desak kayu ditinjau dari hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan

Tampak pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 bahwa batang kayu yang mempunyai kelangsingan kecil, akan didapat tegangan yang besar. Dengan persamaan σ_{ds} = P/A, dimana P adalah beban maximum atau beban yang mengakibatkan batang runtuh dan A adalah luas tampang melintang kayu, maka dapat diketahui bahwa kayu Bangkirai dengan beban paling besar dan kelangsingan paling kecil mempunyai mempunyai nilai tegangan yang besar dari kayu Kruing dan kayu Meranti.

Dibandingkan dengan PKKI 1961, kayu Bangkirai, kayu Kruing dan kayu Meranti mempunyai tagangan maximum yang sesuai dengan daftar tegangan maximum dari PKKI 1961.

4.1.3 Hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan

Hasil hitungan tegangan kritis diperoleh dari tegangan maximum dibagi dengan angka aman yaitu 5, yang ditunjukkan pada tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan untuk kayu Bangkirai

λ	L_{tk} (cm)	Tegangan desak kritis kayu Bangkirai				
		$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\sigma 3$	$\sigma 4$	$\sigma 5$
10	11,5	110.00	110.33	111.67	107.50	106.67
20	23	105.00	105.82	105.00	104.16	105.82
30	34,5	98.33	95.83	97.50	95.83	96.67
40	46	94.16	93.33	93.75	94.16	95.00
50	57,5	90.83	92.50	90.00	91.67	91.67
60	69	83.33	83.33	82.50	87.50	87.50
70	80,5	81.67	80.83	79.17	81.67	80.00
80	92	78.33	77.50	78.33	79.17	77.50
90	103,5	76.66	75.83	79.17	70.83	69.17
100	115	51.67	70.83	75.00	75.83	69.17
110	126,5	49.17	35.00	37.50	66.66	54.16
120	138	40.00	54.00	62.50	61.67	29.16
130	149,5	35.00	35.83	26.67	36.66	35.83
140	161	33.33	35.00	34.16	32.50	40.00

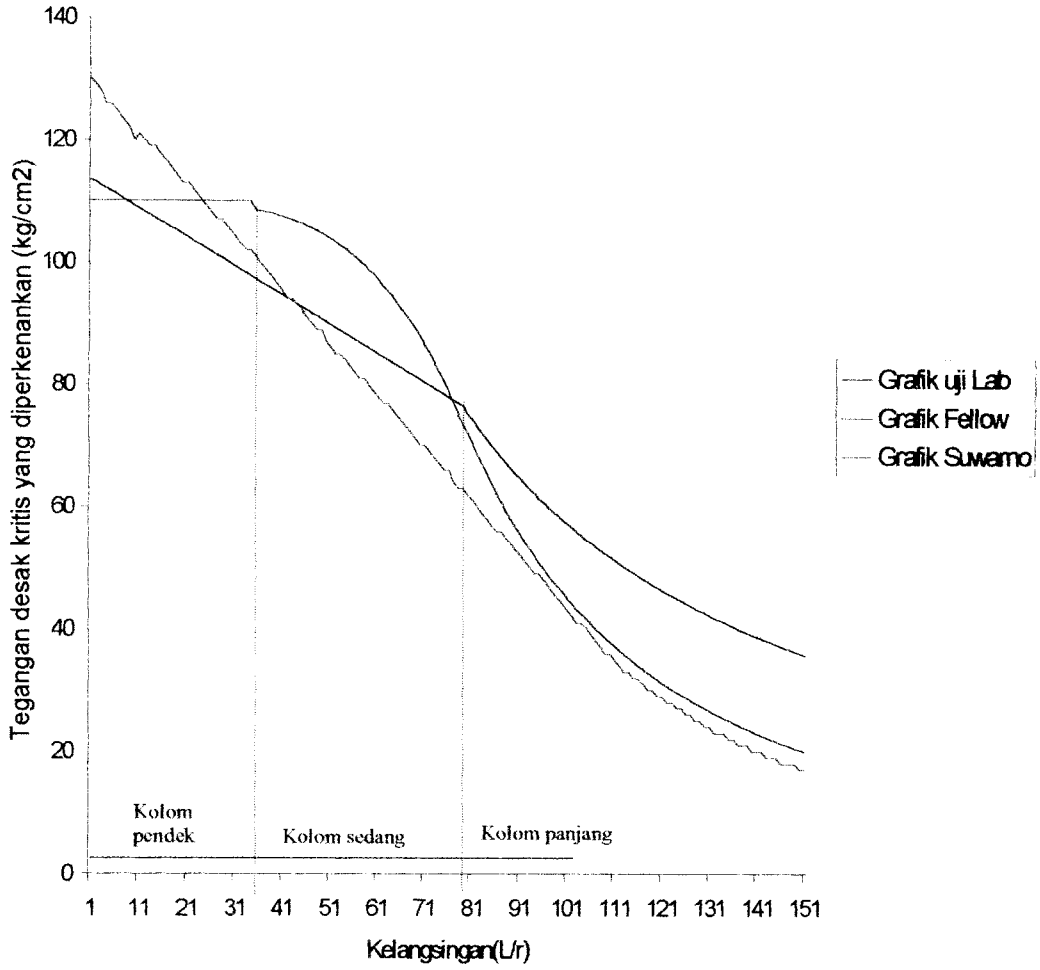
Tabel 4.5 Hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan untuk kayu Kruing

λ	L_{tk} (cm)	Tegangan desak kritis kayu Kruing				
		σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	90.00	89.17	87.50	86.66	88.33
20	23	85.83	85.42	85.83	85.83	86.25
30	34,5	84.58	84.13	85.00	84.17	84.58
40	46	83.75	83.33	82.92	83.33	82.50
50	57,5	79.17	79.17	81.67	78.75	80.42
60	69	75.83	77.50	76.67	79.17	75.50
70	80,5	68.77	71.67	75.00	70.83	77.50
80	92	70.00	70.83	69.17	75.00	70.83
90	103,5	75.00	68.33	70.83	58.33	60.00
100	115	66.67	57.50	65.00	50.00	64.17
110	126,5	26.66	25.83	40.83	58.33	34.16
120	138	40.83	37.50	28.33	35.00	35.00
130	149,5	25.00	25.93	33.33	37.50	29.17
140	161	32.50	25.83	29.17	26.67	25.83

Tabel 4.6 Hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan untuk kayu Meranti

λ	L_{tk} (cm)	Tegangan desak kritis kayu Meranti				
		σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	44.16	42.50	43.33	41.67	43.33
20	23	40.00	40.00	40.83	39.17	40.00
30	34,5	35.83	35.83	36.67	33.33	38.33
40	46	30.83	32.50	32.50	31.67	32.92
50	57,5	30.42	30.00	30.00	29.58	30.00
60	69	29.17	28.33	28.33	29.17	27.50
70	80,5	27.50	29.17	28.33	27.50	26.67
80	92	25.00	26.67	27.50	25.83	24.17
90	103,5	24.17	22.50	18.33	20.00	20.81
100	115	18.33	16.67	19.17	17.50	20.00
110	126,5	16.67	18.33	20.83	25.00	19.17
120	138	10.00	10.83	9.17	16.67	12.50
130	149,5	8.33	12.50	9.17	16.67	16.67
140	161	8.32	8.32	10.00	9.07	12.50

Dari data hubungan tegangan kritis dan angka kelangsingan pada Tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 disajikan dalam bentuk grafik terlihat pada Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6.

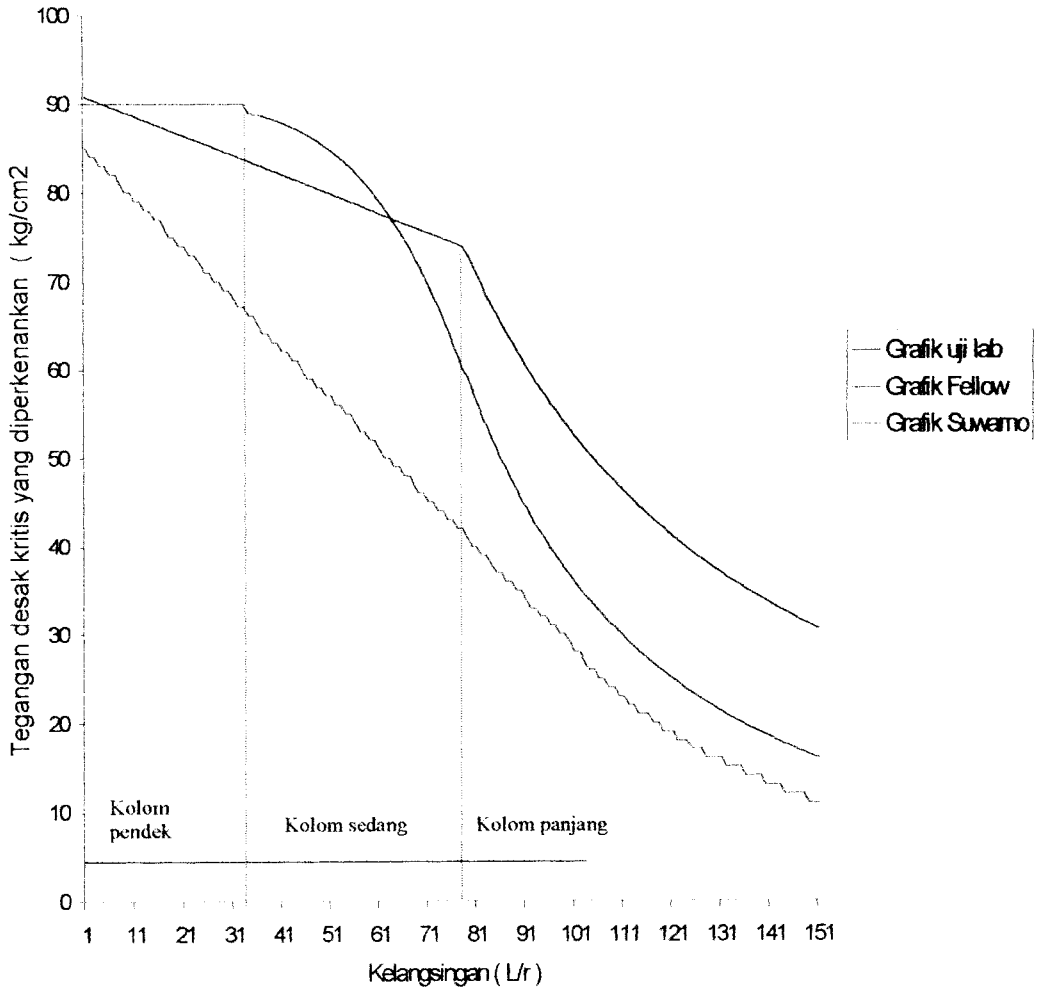


Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai

Persamaan garis pada Gambar (4.4) diatas pada hasil uji laboratorium adalah :

Untuk : $\lambda = (L/r) < 78,\ \sigma_{kr} = 113{,}535 - 0{,}4749\left(\frac{L}{r}\right)$ kg/cm^2

$\lambda = (L/r) > 78, \sigma_{kr} = \frac{12110{,}1}{\left(\frac{L}{t}\right)^{1{,}163}}$ kg/cm^2 $\qquad \lambda = 2{,}323\sqrt{\frac{E}{\sigma}}$

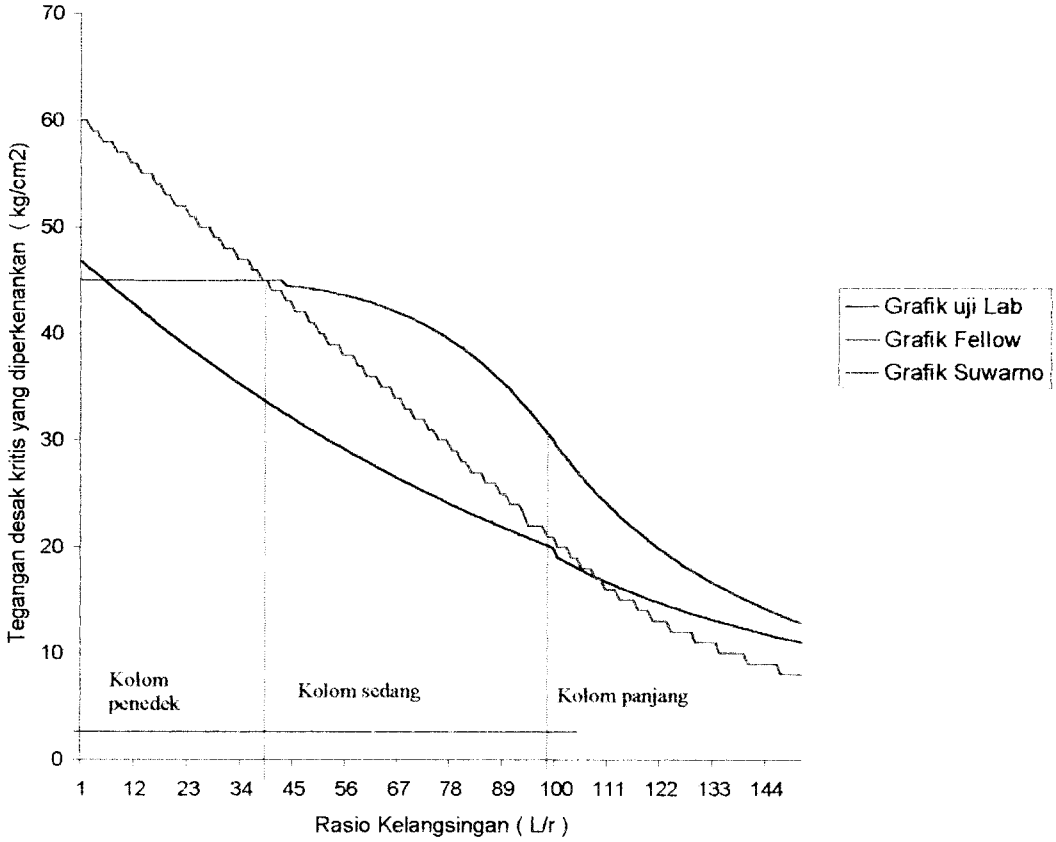


Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Kruing

Persamaan garis pada Gambar (4.5) diatas pada hasil uji laboratorium adalah :

Untuk : $\lambda=(L/r) < 77,\ \sigma_{kr} = 90{,}763 - 0{,}2195\left(\frac{L}{r}\right)$ kg/cm^2

$\lambda=(L/r) > 77,\ \sigma_{kr} = \frac{23868{,}2}{\left(\frac{L}{r}\right)^{1{,}329}}$ kg/cm^2 $\qquad \lambda = 2{,}323\sqrt{\frac{E}{\sigma}}$



Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Meranti

Persamaan garis pada Gambar (4.4) diatas pada hasil uji laboratorium adalah :

Untuk : $\lambda = (L/r) < 98,\ \sigma_{kr} = \dfrac{46{,}770}{e^{0{,}0087\left(\frac{L}{r}\right)}}$ kg/cm^2

$\lambda = (L/r) > 98,\ \sigma_{kr} = \dfrac{7525{,}81}{\left(\frac{L}{r}\right)^{1{,}304}}$ kg/cm^2 $\qquad \lambda = 2{,}323\sqrt{\dfrac{E}{\sigma}}$

4.2 Pembahasan

Kuat desak kayu ditinjau dari hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan

Dari perhitungan dengan menggunakan program Statistical Program for Social Science (SPSS) dengan program excel dari hasil pengujian kuat desak kayu yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, diperoleh hasil beban maximum (P_{max}), beban maximum (P_{max}) dibagi dengan luas tampang kayu (A) kemudian dibagi dengan angka aman 5 diperoleh tegangan desak kritis, dari hasil diatas dibuat grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan dari kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti dengan ukuran kayu 4/6 cm.

Jenis kayu dengan kualitas yang berbeda dapat menghasilkan tegangan yang berbeda- beda, sedang macam kayu yang diuji yaitu, kayu Bangkirai, Kruing, Meranti, yang masing-masing ukuran kayu terdiri dari 5 macam sampel. Hasil uji kuat desak kayu dihasilkan beban maximum (P_{max}) yang bervariasi seperti pada Tabel 4.1, 4.2 dan 4.3. Dilihat dari tabel, kayu dengan nilai kelangsingan terkecil mampu menahan beban (P) yang besar, sedang kayu dengan nilai kelangsingan terbesar hanya mampu menahan beban (P) yang kecil.

Pada uji kuat desak kayu Bangkirai, setelah pembebanan maximum, kayu mengalami hancurnya material sampai batas kelangsingan (λ) sama dengan 78 yang diperoleh dari 2,323 dikalikan akar 1136,37 yang merupakan batas dari kolom sedang dengan kolom panjang, sedangkan kayu yang mengalami

hancurnya material termasuk kolom pendek dan kolom sedang. Pada nilai kelangsingan (λ) sama dengan 78 sampai dengan kelangsingan (λ) sama dengan 140, kayu setelah mengalami pembebanan maximum mengalami tekuk *(buckling)*. Kayu yang mengalami *buckling* umumnya terjadi pada kolom panjang dengan ragam kegagalan tekuk elastis .

Batas kolom sedang pada kayu Kruing, kayu setelah pembebanan maximum mengalami hancurnya material pada batas nilai kelangsingan (λ) sama dengan 77 yang diperoleh dari 2,323 dikalikan akar 1111,11, sedangkan kayu yang mengalami *buckling* batas nilai kelangsingan (λ) sama dengan 77 sampai dengan nilai kelangsingan (λ) sama dengan 140, sedangkan kayu Meranti mengalami hancurnya material setelah mengalami pembebanan maximum pada batas nilai kelangsingan (λ) sama dengan 98, yang diperoleh dari rumus λ sama dengan 2,323 dikalikan akar 1777,77. Pada kolom panjang terjadi *buckling* pada nilai kelangsingan (λ) sama dengan 98 sampai dengan nilai kelangsingan (λ) sama dengan 140.

Pada Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai, dibandingkan antara hasil uji kuat tekan kayu yang dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dengan grafik Fellow dan grafik Suwarno. Pada uji kuat desak dilaboratorium diambil angka aman 5, sedangkan grafik Fellow mengambil faktor reduksi 2,74 dan grafik Suwarno mengambil angka aman 5. Pada grafik uji kuat desak yang dilakukan dilaboratorium menunjukkan tegangan desak kritis pada nilai kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 78 merupakan kolom pendek dan

kolom sedang mengalami penurunan secara linier, sedangkan pada nilai kelangsingan (λ) antara 78 sampai dengan 140 pada kolom panjang tegangan desak kritis yang diperkenankan mengalami penurunan secara cekung, pada nilai kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 78 tegangan desak kritis diperoleh dengan persamaan 113,535 – 0,4749 (L/r). Pada nilai kelangsingan (λ) 78 sampai dengan 140 tegangan desak kritis diperoleh dengan persamaan $12110,1/(L/r)^{1,1630}$. Penurunan tegangan desak kritis yang terjadi pada nilai kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 140, sangat dipengaruhi oleh angka kelangsingan . Dari grafik 4.4 terutama pada uji kuat desak dilaboratorium menunjukan bahwa semakin besar angka kelangsingan tegangan desak kritis yang dihasilkan semakin kecil.

Pada grafik Fellow tegangan desak kritis pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 33 yang merupakan kolom pendek adalah tetap, kemudian pada kelangsingan (λ) 33 sampai dengan 78 yang merupakan kolom sedang tegangan idesak kritis mengalami penurunan secara cembung, selanjutnya pada kelangsingan (λ) 78 sampai dengan 140 yang merupakan kolom panjang mengalami penurunan secara cekung .

Pada grafik Suwarno tegangan desak kritis pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 140 mengalami penurunan secara cekung. Angka kelangsingan sangat berpengaruh terhadap tegangan desak kritis dari kelangsingan yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Semakin kecil angka kelangsingan tegangan kritis yang dihasilkan semakin besar.

Perbandingan grafik uji kuat desak yang dilakukan dilaboratorium dengan grafik Fellow pada kelangsingan (λ) antara 8 sampai dengan 76, tegangan kritis pada grafik uji kuat desak dilaboratorium lebih kecil 8,5% dari grafik Fellow, kemudian pada kelangsingan (λ) antara 76 sampai dengan 140 tegangan kritis uji kuat desak dilaboratorium lebih besar 44,53% dari grafik Fellow. Pada perbandingan grafik uji kuat desak dilaboratorium dengan grafik Suwarno, pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 46 tegangan kritis pada grafik uji kuat desak dilaboratorium lebih kecil 5,94%, sedangkan pada kelangsingan (λ) antara 46 sampai dengan 140 tegangan kritis pada grafik uji kuat desak dilaboratorium lebih besar 43,77% dari grafik Suwarno.

Pada gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangsingan kayu Kruing. Pada grafik uji kuat desak dilaboratorium tegangan kritis mengalami penurunan secara linier pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 77, kemudian pada kelangsingan (λ) 77 sampai dengan 140 tegangan kritis mengalami penurunan secara cekung . Pada kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 77 tegangan desak kritis diperoleh dari persamaan 90,763-0,2195(L/r), kemudian kelangsingan (λ) 77 sampai dengan 140 diperoleh dari persamaan $23868,2/(L/r)^{1,325}$. Perbandingan grafik uji kuat desak dilaboratorium dengan grafik Fellow pada kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 62, tegangan kritis pada grafik uji kuat desak dilaboratorium lebih kecil 3,795% dari grafik Fellow, kemudian pada pada kelangsingan (λ) 62 sampai dengan 140 tegangan kritis hasil uji laboratorium lebih besar 52,63%. Pada perbandingan grafik uji

laboratorium dengan grafik Suwarno, kelangsingan (λ) 1sampai dengan 140 tegangan ijin pada grafik uji laboratorium lebih besar 57,96%.

Pada gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan desak kritis dengan angka kelangasingan kayu Meranti. Pada grafik uji laboratorium tegangan kritis mengalami penurunan mendekati cekung pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 98, kemudian pada kelangsingan (λ) 98 sampai dengan 140 tegangan kritis mengalami penurunan secara cekung . Pada kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 98 tegangan kritis diperoleh dari persamaan $46.770/e^{0,0087(L/r)}$, kemudian pada kelangsingan (λ) 98 sampai dengan 140 diperoleh dari persamaan $7525,81/(L/r)^{1,304}$. Perbandingan grafik uji laboratorium dengan grafik Fellow pada kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 140 , tegangan desak kritis pada grafik uji laboratorium lebih kecil 21,57% dari grafik Fellow. Pada perbandingan grafik uji laboratorium dengan grafik Suwarno, kelangsingan (λ) antara 1 sampai dengan 106 tegangan kritis pada grafik uji laboratorium lebih kecil 19,23%, kemudian pada kelangsingan (λ) 106 sampai dengan 140 tegangan kritis grafik uji kuat desak dilaboratorium lebih besar 11,96%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan hasil uji kuat desak kayu Bangkirai, Kruing dan Meranti dengan variasi nilai kelangsingan didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kayu Bangkirai setelah pengujian kuat desak dilaboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih kecil 8,5 % dari tegangan kritis menurut grafik Fellow dengan batas kelangsingan (λ) antara 8 sampai dengan 76, kemudian pada batas kelangsingan (λ) 76 sampai dengan 140 tegangan desak kritis lebih besar 44,53 % dari tegangan kritis menurut grafik Fellow.
2. Kayu Bangkirai setelah pengujian di laboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih kecil 5,94 % dari tegangan kritis menurut grafik Suwarno dengan batas kelangsingan (λ) antara1 sampai dengan 46, sedangkan pada kelangsingan (λ) 46 sampai dengan 140 tegangan kritis hasil uji kuat desak dilaboratorium lebih besar 43,77%.
3. Kayu Kruing setelah pengujian di laboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih kecil 3,795% dari tegangan kritis menurut grafik Fellow dengan batas kelangsingan (λ) 62, kemudian pada batas kelangsingan (λ) 62 sampai

dengan 140 tegangan ijin lebih besar 52,636 % dari tegangan kritis menurut grafik Fellow.

4. Kayu Kruing setelah pengujian di laboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih besar 57,96 % dari tegangan kritis menurut grafik Suwarno dengan batas kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 140.
5. Kayu Meranti setelah pengujian di laboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih kecil 21,57 % dari tegangan kritis menurut grafik Fellow dengan batas kelangsingan (λ) 140, kemudian pada batas kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 5 tegangan ijin lebih besar 3,9 % dari tegangan kritis menurut grafik Fellow.
6. Kayu Meranti setelah pengujian di laboratorium tegangan kritis yang diperoleh lebih kecil 19,23 % dari tegangan kritis menurut grafik Suwarno dengan batas kelangsingan (λ) 1 sampai dengan 106, kemudian pada batas kelangsingan (λ) 106 sampai dengan 140 tegangan kritis lebih besar 11,96 % dari tegangan kritis menurut grafik Suwarno
7. Angka Kelangsingan sangat berpengaruh terhadap tegangan kritis didalam pengujian kuat tekan kayu.

SARAN

Untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kuat desak kayu sebagai fungsi angka kelangsingan , yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Dalam pemilihan kayu harus diteliti umur kayu, warna kayu dan kelas kayu

2. Pembuatan benda uji dilakukan oleh tukang perlu adanya pengawasan dan diteliti ukurannya sebelum dilakukan pengujian.
3. Pada saat pelaksanaan pengujian perlu diperhatikan ketelitian dan kecermatan dalam pembacaan besarnya angka desak pada alat.
4. Bisa dilakukan lebih dari lima sampel dari satu jenis kayu , atau satu macam kelas kayu dengan nama kayu yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. ____ , 1961, **PERATURAN KONSTRUKSI KAYU INDONESIA**,Yayasan Penerbit PU, Jakarta
2. Daniel L. Schodek, 1980, **STRUKTUR**, Penerbit PT Eresco, Bandung
3. Diraatmaja, 1985, **MEKANIKA BANGUNAN**, Penerbit Erlangga
4. Fellow, 1971, **WOOD ENGINEERING**, Hunt Publising Company
5. Padosbajayo, 1991, **PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA**, Penerbit dan Percetakan NAFIRI, Yogyakarta
6. Steven C. Chapra, 1988, **NUMERICAL METHOD OF ENGINEERS**, Mc Graw-Hill International Edition
7. Suwarno, 1976, **KONSTRUKSI KAYU JILID I,** Bahan Kuliah JTS-FT UGM, Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	TRIONO	93 310 097	STRUKTUR
2	TOTOK ANDI PRASETYO	96 310 188	STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENGARUH KELANGSINGAN TERHADAP KUAT TEKAN KAYU KELAS I, II, DAN III

PERIODE I : SEPTEMBER – PEBRUARI
TAHUN : 2000 / 2001

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sept.	Okt.	Nop.	Des.	Jan.	Peb.
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.M.SAMSUDIN , MT
DOSEN PEMBIMBING II : IR. FATKHURROHMAN N, MT





Yogyakarta, 19 Oktober, 2000
a.n. Dekan,

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

Catatan :

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

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO.	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
		Buat grafik hubungan Ter versus kelangsingan dan bikin semua, dan bikin ...	
		Kolom pendek Tulis Teori tegen modelnya	
		Landasan teori cara Uji (Regresi)	
		Buat kesimpulan dan cari tegangan ijin	
		Tulis kesimpulan dan saran	27/7 - 2021
		Dilanjutkan ke Bab. DPI	
	1-8-21		

LAMPIRAN

Lampiran-1

Hasil Pengujian Kuat Desak Kayu

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Bangkirai
Mutu kayu : Kelas I
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 9, 12, 13 Juni 2001
Panjang kayu : 11,5 – 57,5 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel Hasil uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas I (kg)				
		1	2	3	4	5
10	11,5	13200	13000	13400	12900	12800
20	23	12600	12700	12600	12500	12700
30	34,5	11800	11500	11700	11500	11600
40	46	11300	11200	11250	11300	11400
50	57,5	10900	11100	10800	11000	11000

Mengetahui

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

(Pengurus Bagian Lab)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Kruing
Mutu kayu : Kelas II
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 9, 12, 13 Juni 2001
Panjang kayu : 11,5 – 57,5 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel Hasil uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas II (kg)				
		1	2	3	4	5
10	11,5	10800	10700	10500	10400	10600
20	23	10300	10250	10300	10300	10350
30	34,5	10150	10100	10200	10100	10150
40	46	10050	10000	9950	10000	9900
50	57,5	9500	9500	9800	9450	9650

Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Pengurus Bagian Lab

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Meranti
Mutu kayu : Kelas III
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 9, 12, 13 Juni 2001
Panjang kayu : 11,5 – 57,5 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel Hasil uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas III (kg)				
		1	2	3	4	5
10	11,5	5300	5100	5200	5000	5200
20	23	4800	4800	4900	4700	4800
30	34,5	4300	4300	4400	4000	4600
40	46	3700	3900	3900	3800	3950
50	57,5	3650	3600	3600	3550	3600

Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Pengurus Bagian Lab

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Meranti
Mutu kayu : Kelas III
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 21, 25 Juni 2001
Panjang kayu : 69 – 161 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas III (kg)				
		1	2	3	4	5
60	69	3500	3400	3400	3500	3300
70	80,5	3300	3500	3400	3300	3200
80	92	3000	3200	3300	3100	2900
90	103,5	2900	2700	2200	2400	2500
100	115	2200	2000	2300	2100	2400
110	126,5	2000	2200	2500	3000	2300
120	138	1200	1300	1100	2000	1500
130	149,5	1000	1500	1100	2000	2000
140	161	1000	1000	1200	1100	1500

Mengetahui

(Albany Musyafa, ST)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Bangkirai
Mutu kayu : Kelas I
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 21,25 Juni 2001
Panjang kayu : 69 – 161 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas I (kg)				
		1	2	3	4	5
60	69	10000	10000	9900	10500	10500
70	80,5	9800	9700	9500	9800	9600
80	92	9400	9300	9400	9500	9300
90	103,5	9200	9100	9500	8500	8300
100	115	6200	8500	9000	9100	8300
110	126,5	5900	4200	4500	8000	6500
120	138	4800	6500	7500	7400	3500
130	149,5	4200	4300	3200	4400	4300
140	161	4000	4200	4100	3900	4800

Mengetahui

(Albany Musyafa, ST)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 895042,895707 Fax(0274) 895330 Yogyakarta

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
Nama kayu : Kruing
Mutu kayu : Kelas II
Ukuran kayu : 4/6 cm
Tanggal uji : 21, 25 Juni 2001
Panjang kayu : 69 – 161 cm

Dikerjakan oleh: Triono (93 310 097)
Totok Andi P (96 310 188)

Tabel uji kuat desak kayu

λ	Panjang tekuk (Ltk) cm	Kayu kelas II (kg)				
		1	2	3	4	5
60	69	9100	9300	9200	9500	9000
70	80,5	8500	8600	9000	8500	9300
80	92	8400	8500	8300	9000	8500
90	103,5	9000	8200	8500	7000	7200
100	115	8000	6900	7800	6000	7700
110	126,5	3200	3100	4900	7000	4100
120	138	4900	4500	3400	4200	3000
130	149,5	3000	3100	4000	4500	3500
140	161	3900	3100	3500	3200	3100

Mengetahui

(Albany Musyafa, ST)

Lampiran-2

Data Output Program Statistical Program for Social Science

Summarize

Case Summaries - Triono & Totok Andi P.[a]

				Kayu Kelas I (kg/cm²)	Kayu Kelas II (kg/cm²)	Kayu Kelas III (kg/cm²)
L/r	10	1		550.00	450.00	220.80
		2		551.67	445.83	212.50
		3		558.33	437.50	216.67
		4		537.50	433.30	208.33
		5		533.33	441.67	216.67
		Total	N	5	5	5
			Sum	2730.83	2208.30	1074.97
			Minimum	533.33	433.30	208.33
			Maximum	558.33	450.00	220.80
			Mean	546.1660	441.6600	214.9940
			Std. Deviation	10.4022	6.5981	4.7423
	20	1		525.00	429.16	200.00
		2		529.10	427.08	200.00
		3		525.00	429.16	204.16
		4		520.80	429.16	195.83
		5		529.10	431.25	200.00
		Total	N	5	5	5
			Sum	2629.00	2145.81	999.99
			Minimum	520.80	427.08	195.83
			Maximum	529.10	431.25	204.16
			Mean	525.8000	429.1620	199.9980
			Std. Deviation	3.4663	1.4743	2.9451
	30	1		491.67	422.91	179.16
		2		479.16	420.63	179.16
		3		487.50	425.00	183.33
		4		479.16	420.83	166.67
		5		483.33	422.91	191.67
		Total	N	5	5	5
			Sum	2420.82	2112.28	899.99
			Minimum	479.16	420.63	166.67
			Maximum	491.67	425.00	191.67
			Mean	484.1640	422.4560	179.9980
			Std. Deviation	5.4370	1.7932	9.0330
	40	1		470.80	418.75	154.16
		2		466.67	416.67	162.50
		3		468.75	414.58	162.50
		4		470.80	416.67	158.33
		5		475.00	412.50	164.58

Processing: dian@plus.com +62 274 883437

Case Summaries - Triono & Totok Andi P.[a]

				Kayu Kelas I (kg/cm²)	Kayu Kelas II (kg/cm²)	Kayu Kelas III (kg/cm²)
L/r	40	Total	N	5	5	5
			Sum	2352.02	2079.17	802.07
			Minimum	466.67	412.50	154.16
			Maximum	475.00	418.75	164.58
			Mean	470.4040	415.8340	160.4140
			Std. Deviation	3.0869	2.3764	4.1688
	50	1		454.16	395.83	152.08
		2		462.50	395.83	150.00
		3		450.00	408.33	150.00
		4		458.33	393.75	147.91
		5		458.33	402.08	150.00
		Total	N	5	5	5
			Sum	2283.32	1995.82	749.99
			Minimum	450.00	393.75	147.91
			Maximum	462.50	408.33	152.08
			Mean	456.6640	399.1640	149.9980
			Std. Deviation	4.7510	6.0013	1.4743
	60	1		416.67	379.16	145.83
		2		416.67	387.50	141.67
		3		412.50	383.33	141.67
		4		437.50	395.83	145.83
		5		437.50	375.00	137.50
		Total	N	5	5	5
			Sum	2120.84	1920.82	712.50
			Minimum	412.50	375.00	137.50
			Maximum	437.50	395.83	145.83
			Mean	424.1680	384.1640	142.5000
			Std. Deviation	12.2889	8.0147	3.4841
	70	1		408.33	343.83	137.50
		2		404.16	358.33	145.83
		3		395.83	375.00	141.67
		4		408.33	354.16	137.50
		5		400.00	387.50	133.33
		Total	N	5	5	5
			Sum	2016.65	1818.82	695.83
			Minimum	395.83	343.83	133.33
			Maximum	408.33	387.50	145.83
			Mean	403.3300	363.7640	139.1660
			Std. Deviation	5.4320	17.3837	4.7510

Processing: dian@plus.com +62 274 883437

Case Summaries - Triono & Totok Andi P.[a]

				Kayu Kelas I (kg/cm²)	Kayu Kelas II (kg/cm²)	Kayu Kelas III (kg/cm²)
L/r	80	1		391.67	350.00	125.00
		2		387.50	354.16	133.33
		3		391.67	345.83	137.50
		4		395.83	375.00	129.16
		5		387.50	354.16	120.83
		Total	N	5	5	5
			Sum	1954.17	1779.15	645.82
			Minimum	387.50	345.83	120.83
			Maximum	395.83	375.00	137.50
			Mean	390.8340	355.8300	129.1640
			Std. Deviation	3.4853	11.2589	6.5886
	90	1		383.30	375.00	120.83
		2		379.16	341.67	112.50
		3		395.83	354.16	91.67
		4		354.16	291.67	100.00
		5		345.83	300.00	104.06
		Total	N	5	5	5
			Sum	1858.28	1662.50	529.06
			Minimum	345.83	291.67	91.67
			Maximum	395.83	375.00	120.83
			Mean	371.6560	332.5000	105.8120
			Std. Deviation	20.9127	35.6470	11.2596
	100	1		258.33	333.33	91.67
		2		354.16	287.50	83.33
		3		375.00	325.00	95.83
		4		379.16	250.00	87.50
		5		345.83	320.83	100.00
		Total	N	5	5	5
			Sum	1712.48	1516.66	458.33
			Minimum	258.33	250.00	83.33
			Maximum	379.16	333.33	100.00
			Mean	342.4960	303.3320	91.6660
			Std. Deviation	49.0710	34.5345	6.5886
	110	1		245.83	133.30	83.33
		2		175.00	129.16	91.67
		3		187.50	204.16	104.16
		4		333.30	291.67	125.00
		5		270.80	170.80	95.83

Processing: dian@plus.com +62 274 883437

Case Summaries - Triono & Totok Andi P.[a]

				Kayu Kelas I (kg/cm²)	Kayu Kelas II (kg/cm²)	Kayu Kelas III (kg/cm²)
L/r	110	Total	N	5	5	5
			Sum	1212.43	929.09	499.99
			Minimum	175.00	129.16	83.33
			Maximum	333.30	291.67	125.00
			Mean	242.4860	185.8180	99.9980
			Std. Deviation	64.4939	66.5862	15.8664
	120	1		200.00	204.16	50.00
		2		270.00	187.50	54.16
		3		312.50	141.67	45.83
		4		308.33	175.00	83.33
		5		145.80	175.00	62.50
		Total	N	5	5	5
			Sum	1236.63	883.33	295.82
			Minimum	145.80	141.67	45.83
			Maximum	312.50	204.16	83.33
			Mean	247.3260	176.6660	59.1640
			Std. Deviation	72.5095	22.9323	14.8487
	130	1		175.00	125.00	41.67
		2		179.16	129.67	62.50
		3		133.33	166.67	45.83
		4		183.30	187.50	83.33
		5		179.16	145.83	83.33
		Total	N	5	5	5
			Sum	849.95	754.67	316.66
			Minimum	133.33	125.00	41.67
			Maximum	183.30	187.50	83.33
			Mean	169.9900	150.9340	63.3320
			Std. Deviation	20.7026	26.1509	19.8500
	140	1		166.67	162.50	41.61
		2		175.00	129.16	41.61
		3		170.80	145.83	50.00
		4		162.50	133.33	45.33
		5		200.00	129.16	62.50
		Total	N	5	5	5
			Sum	874.97	699.98	241.05
			Minimum	162.50	129.16	41.61
			Maximum	200.00	162.50	62.50
			Mean	174.9940	139.9960	48.2100
			Std. Deviation	14.7333	14.3155	8.7009

Processing: dian@plus.com +62 274 883437

Case Summaries - Triono & Totok Andi P.[a]

			Kayu Kelas I (kg/cm²)	Kayu Kelas II (kg/cm²)	Kayu Kelas III (kg/cm²)
L/r	Total	N	70	70	70
		Sum	26252.39	22506.40	8922.07
		Minimum	133.33	125.00	41.61
		Maximum	558.33	450.00	220.80
		Mean	375.0341	321.5200	127.4581
		Std. Deviation	123.5885	110.0179	51.2621

Processing: dian@plus.com +62 274 883437

a. Limited to first 100 cases.

Lampiran-3

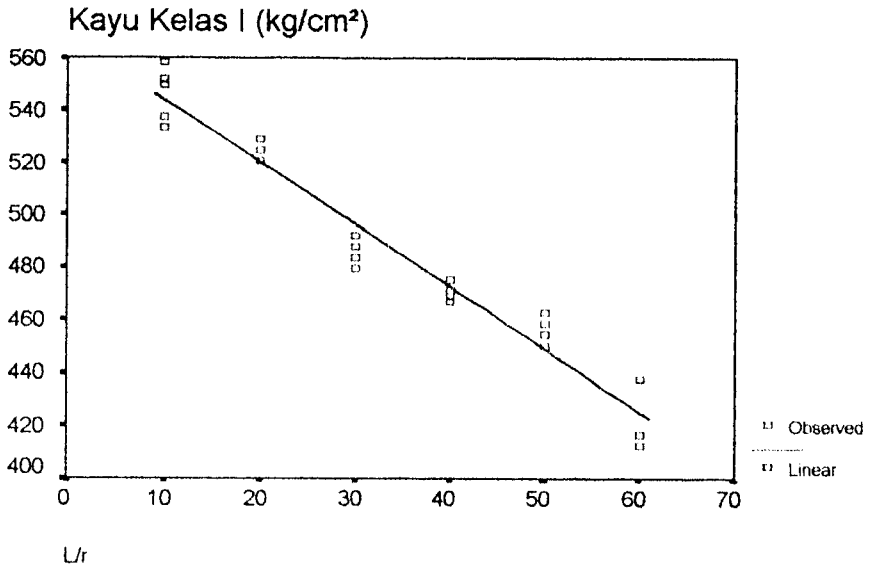
Analisis Data dengan Statistical Program for Social Science

Curve Fit

MODEL: MOD_1.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y1	LIN	.950	28	532.04	.000	567.677	-2.3747

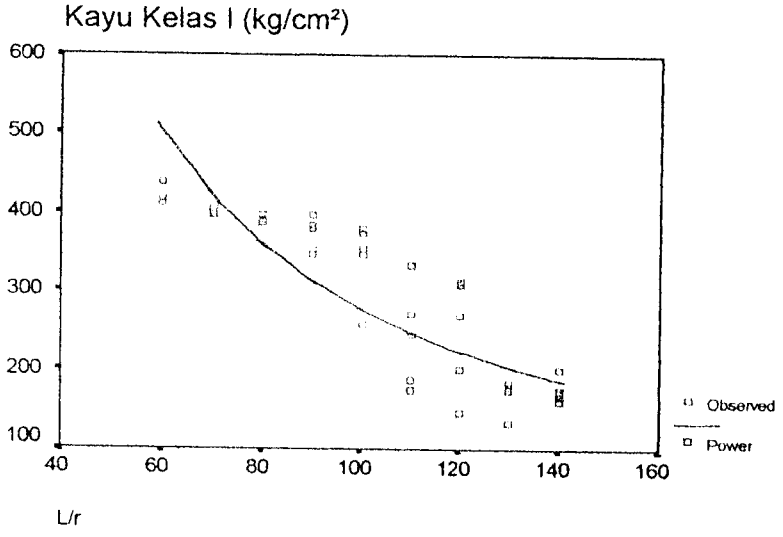


Curve Fit

MODEL: MOD_3.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y1	POW	.728	43	115.03	.000	60550.4	-1.1699

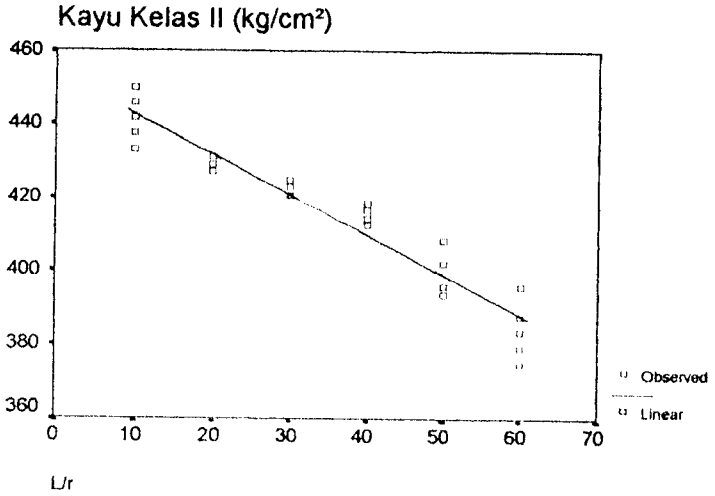


Curve Fit

MODEL: MOD_6.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y2	LIN	.919	28	319.78	.000	453.816	-1.0974

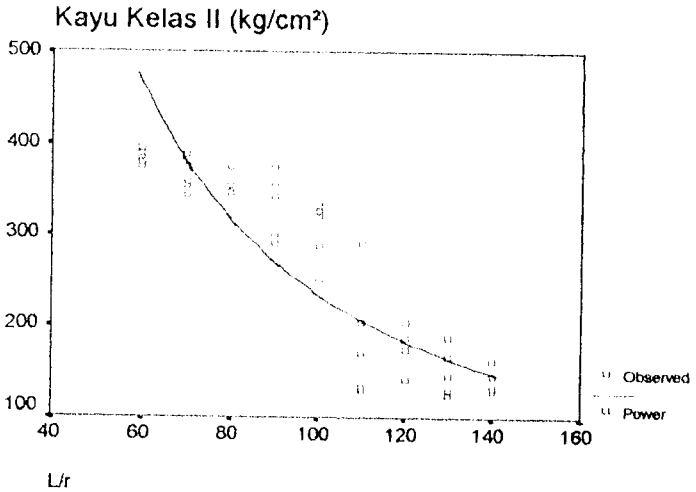


Curve Fit

MODEL: MOD_7.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y2	POW	.773	43	146.57	.000	119341	-1.3541

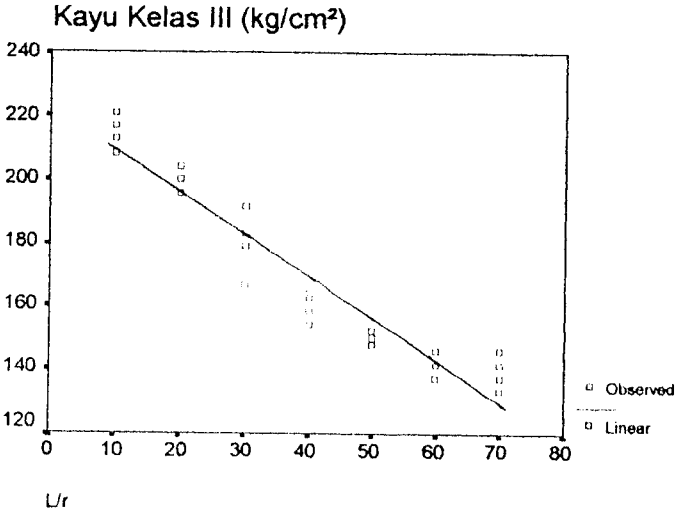


Curve Fit

MODEL: MOD_9.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y3	LIN	.925	33	408.18	.000	222.793	-1.3303

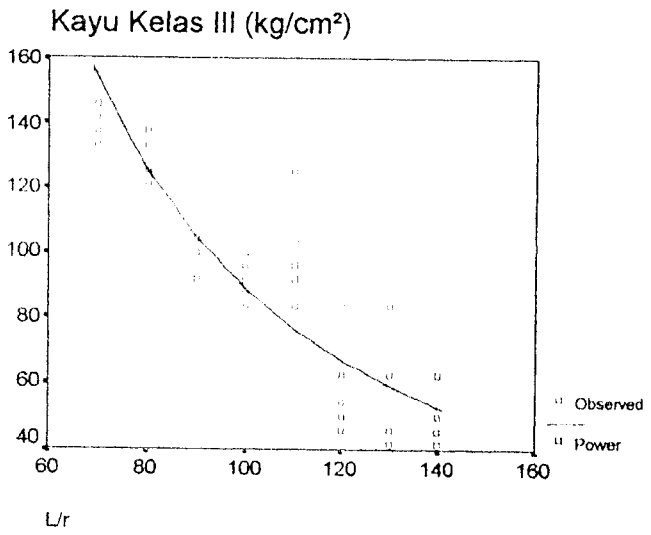


Curve Fit

MODEL: MOD_12.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
Y3	POW	.767	38	124.88	.000	110399	-1.5474



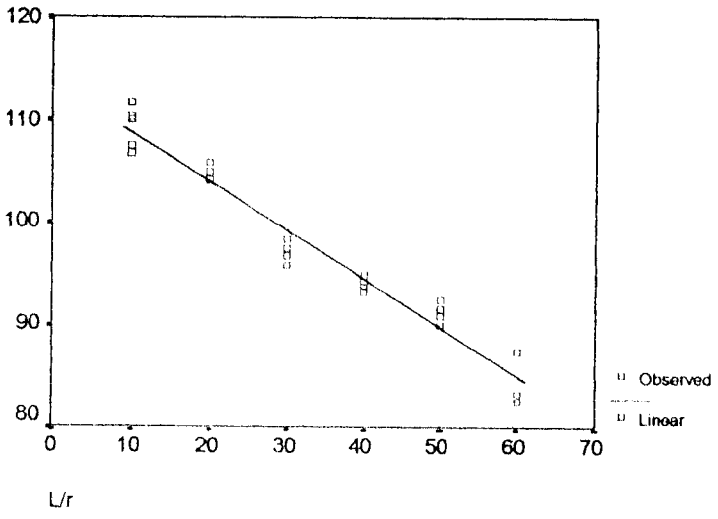
Curve Fit

MODEL: MOD_14.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00001	LIN	.950	28	532.04	.000	113.535	-.4749

kayu kelas 1



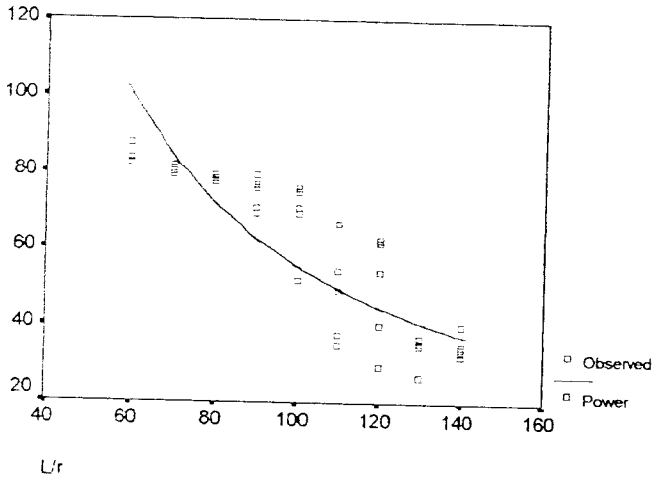
Curve Fit

MODEL: MOD_2.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00001	POW	.728	43	115.03	.000	12110.1	-1.1630

Kayu kelas 1



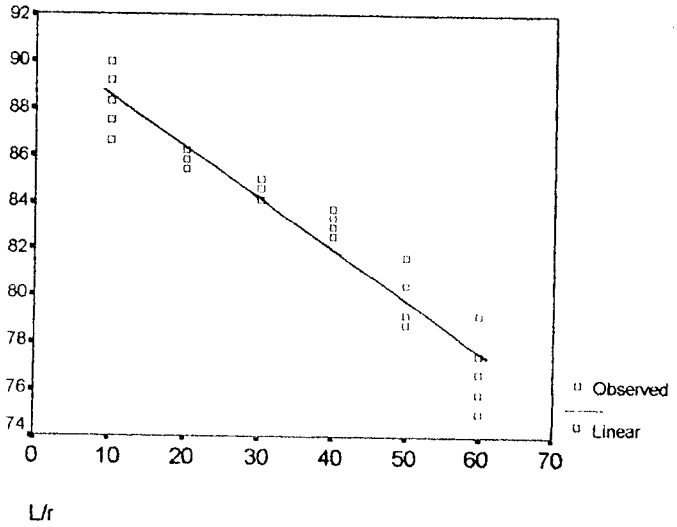
Curve Fit

MODEL: MOD_3.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00002	LIN	.919	28	319.78	.000	90.7633	-.2195

Kayu kelas 2



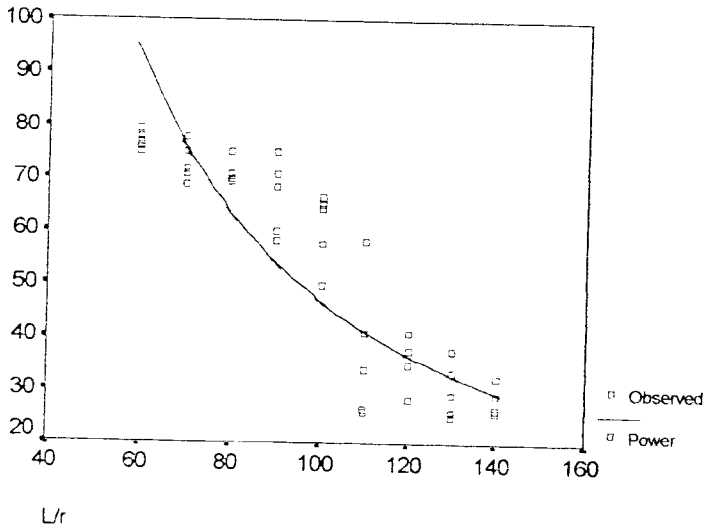
Curve Fit

MODEL: MOD_4.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00002	POW	.773	43	146.57	.000	23868.2	-1.329

Kayu kelas 2



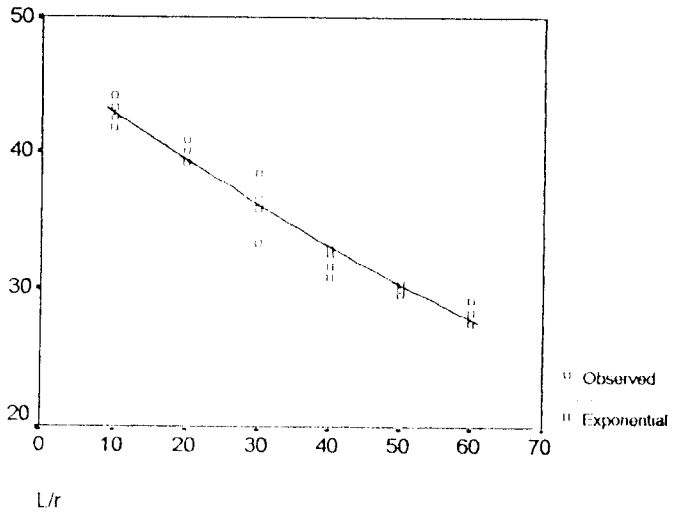
Curve Fit

MODEL: MOD_2.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00003	EXP	.959	28	650.08	.000	46.7700	-.0087

kayu kelas 3



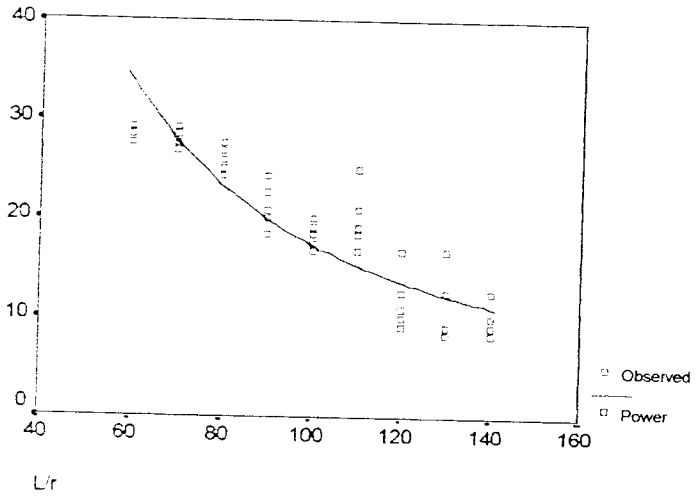
Curve Fit

MODEL: MOD_3.

Independent: X

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
VAR00003	POW	.766	43	140.50	.000	7525.81	-1.304

kayu kelas 3



Lampiran-4

Data Output Program Microsoft Excel

DATA OUTPUT PROGRAM EXCEL

KELAS I				KELAS II			KELAS III	
113.535	110	130	85	90.7633	90	46.77	45	60
113.06	110	127.7228	83.16832	90.5438	90	46.3661	45	59.40594
112.585	110	126.7327	83.16832	90.3243	90	45.9657	45	58.41584
112.11	110	123.5294	81.37255	90.1048	90	45.5687	45	57.84314
111.635	110	122.3301	80.58252	89.8853	90	45.1752	45	56.31068
111.161	110	121.3592	79.61165	89.6658	90	44.7851	45	56.31068
110.686	110	119.2308	78.84615	89.4463	90	44.3983	45	55.76923
110.211	110	117.1429	77.14286	89.2268	90	44.0149	45	54.28571
109.736	110	115.0943	75.4717	89.0073	90	43.6348	45	53.77358
109.261	110	113.2075	75.4717	88.7878	90	43.2579	45	53.77358
108.786	110	113.0841	73.83178	88.5683	90	42.8844	45	52.33645
108.311	110	111.1111	73.14815	88.3488	90	42.514	45	51.85185
107.836	110	109.1743	71.55963	88.1293	90	42.1469	45	50.45872
107.361	110	109.1743	71.55963	87.9098	90	41.7829	45	50.45872
106.886	110	107.2727	70	87.6903	90	41.4221	45	50
106.412	110	105.4054	69.36937	87.4708	90	41.0643	45	48.64865
105.937	110	103.5714	67.85714	87.2513	90	40.7097	45	48.21429
105.462	110	101.7699	66.37168	87.0318	90	40.3581	45	46.90265
104.987	110	100	65.78947	86.8123	90	40.0096	45	46.49123
104.512	110	98.26087	64.34783	86.5928	90	39.6641	45	45.21739
104.037	110	98.26087	64.34783	86.3733	90	39.3216	45	45.21739
103.562	110	96.55172	62.93103	86.1538	90	38.982	45	44.82759
103.087	110	94.87179	62.39316	85.9343	90	38.6453	45	43.58974
102.612	110	93.22034	61.01695	85.7148	90	38.3116	45	43.22034
102.137	110	91.59664	59.66387	85.4953	89.0571	37.9807	45	42.01681
101.663	108.734	90	59.16667	85.2758	88.8898	37.6527	45	41.66667
101.188	108.519	88.42975	57.85124	85.0563	88.7013	37.3276	45	41.32231
100.713	108.278	87.70492	57.37705	84.8368	88.4897	37.0052	45	40.16393
100.238	108.008	86.17886	56.09756	84.6173	88.2532	36.6856	45	39.8374
99.7629	107.708	84.67742	55.64516	84.3978	87.9899	36.3688	45	38.70968
99.288	107.376	83.2	54.4	84.1783	87.698	36.0547	45	38.4
98.8131	107.008	81.74603	53.1746	83.9588	87.3754	35.7434	44.5122	38.09524
98.3382	106.603	80.31496	52.75591	83.7393	87.02	35.4347	44.4461	37.00787
97.8633	106.157	79.6875	51.5625	83.5198	86.6296	35.1287	44.3736	36.71875
97.3884	105.67	78.29457	51.16279	83.3003	86.2022	34.8253	44.2941	36.43411
96.9135	105.138	76.92308	50	83.0808	85.7352	34.5246	44.2074	35.38462
96.4386	104.558	75	48.48485	82.8613	85.2266	34.2264	44.1128	34.84848
95.9637	103.928	73.68421	48.1203	82.6418	84.6737	33.9308	44.0101	33.83459

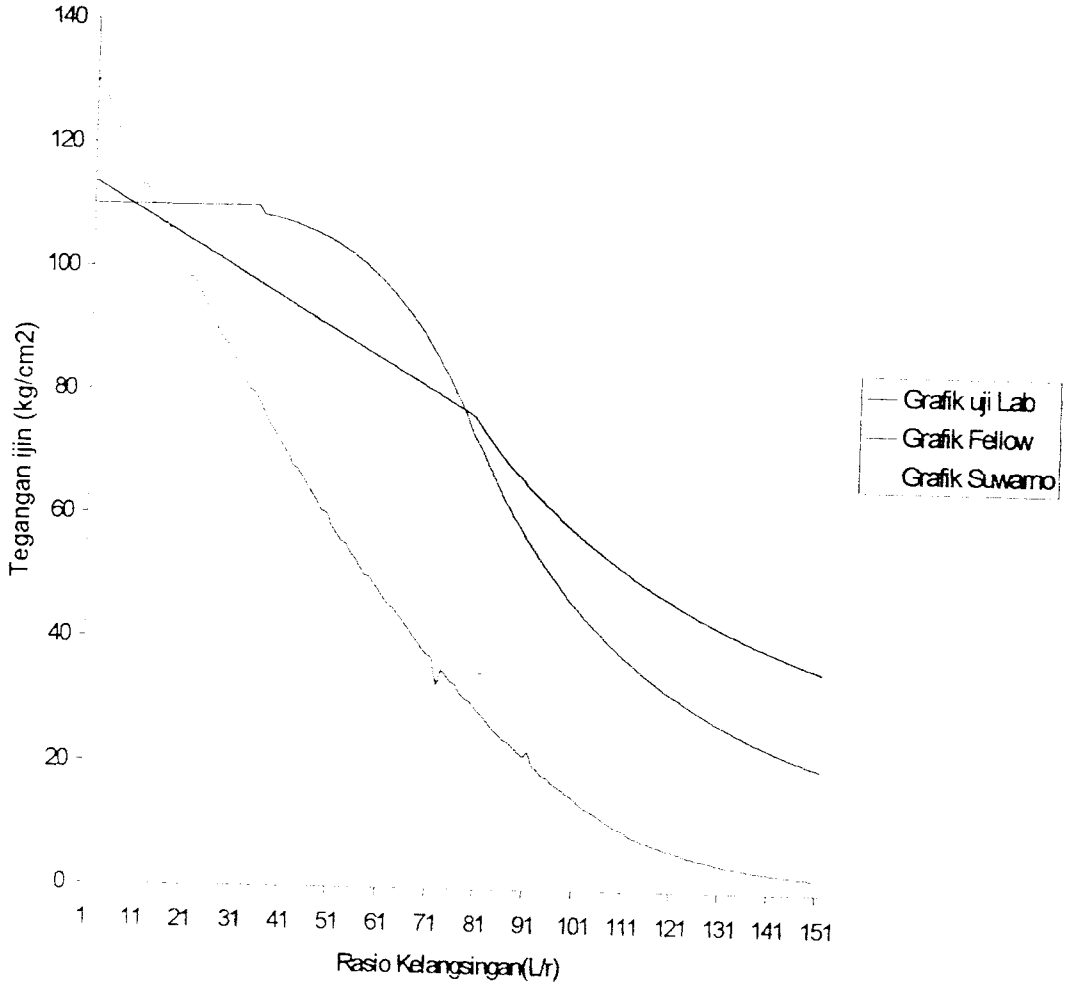
95.4888	103.244	72.38806	47.01493	82.4223	84.0741	33.6378	43.8986	33.58209
95.0139	102.504	71.11111	46.66667	82.2028	83.4252	33.3473	43.778	32.59259
94.539	101.705	69.85294	45.58824	81.9833	82.7245	33.0593	43.6478	32.35294
94.0641	100.844	68.11594	44.92754	81.7638	81.9692	32.7738	43.5074	31.88406
93.5892	99.9178	67.6259	43.88489	81.5443	81.1566	32.4908	43.3564	30.93525
93.1143	98.9227	66.42857	43.57143	81.3248	80.2838	32.2102	43.1942	30.71429
92.6394	97.8558	64.78873	42.25352	81.1053	79.348	31.932	43.0202	29.57746
92.1645	96.7135	63.63636	41.25874	80.8858	78.3461	31.6563	42.834	29.37063
91.6896	95.4926	62.5	40.97222	80.6663	77.2751	31.3829	42.635	29.16667
91.2147	94.1893	60.9589	39.72603	80.4468	76.132	31.1119	42.4225	28.08219
90.7398	92.8002	60.54422	39.45578	80.2273	74.9136	30.8432	42.1961	27.89116
90.2649	91.3214	58.38926	38.25503	80.0078	73.6165	30.5768	41.955	26.84564
89.79	89.7493	57.33333	38	79.7883	72.2376	30.3128	41.6987	26.66667
89.3151	88.08	55.92105	36.84211	79.5688	70.7734	30.051	41.4266	25.65789
88.8402	86.3096	55.55556	36.60131	79.3493	69.2205	29.7915	41.138	25.4902
88.3653	84.434	54.19355	35.48387	79.1298	67.5754	29.5342	40.8322	25.16129
87.8904	82.4492	53.20513	35.25641	78.9103	65.8344	29.2791	40.5087	24.35897
87.4155	80.351	51.89873	34.17722	78.6908	63.9941	29.0263	40.1666	24.05063
86.9406	78.1352	50.625	33.125	78.4713	62.0505	28.7756	39.8054	23.75
86.4657	75.7974	50.31056	32.91925	78.2518	60	28.5271	39.4243	22.98137
85.9908	73.3333	49.07975	31.90184	75.9986	58.6207	28.2808	39.0226	22.69939
83.3561	70.8101	47.87879	31.51515	74.1811	56.6504	28.0365	38.5996	21.81818
81.6629	68.4694	46.70659	30.53892	72.4365	54.7778	27.7944	38.1545	21.55689
80.0313	66.2429	45.56213	29.5858	70.7608	52.9965	27.5544	37.6866	21.30178
78.458	64.1233	45.29412	29.41176	69.1501	51.3007	27.3164	37.1951	20.58824
76.9401	62.1038	44.18605	28.48837	67.6011	49.6851	27.0805	36.6793	20.34884
75.4748	60.1782	43.10345	28.16092	66.1103	48.1445	26.8466	36.1382	20.11494
74.0595	58.3408	42.04545	27.27273	64.6747	46.6746	26.6148	35.5713	19.31818
72.6917	56.5863	40.78212	26.81564	63.2915	45.2709	26.385	34.9775	18.99441
71.3691	54.9098	39.77901	25.96685	61.9581	43.9296	26.1571	34.3561	18.23204
70.0897	53.3067	38.79781	25.13661	60.6718	42.6471	25.9312	33.7063	18.03279
68.8514	51.7727	37.83784	24.86486	59.4305	41.4199	25.7073	33.0272	17.2973
67.6524	50.3041	37.43316	24.06417	58.2319	40.2449	25.4853	32.3179	17.1123
66.4908	48.897	32.63158	23.68421	57.0739	39.1192	25.2652	31.5775	16.84211
65.3649	47.5482	35.41667	22.91667	55.9547	38.0401	25.047	30.8052	16.14583
64.2733	46.2545	34.35897	22.5641	54.8725	37.0051	24.8307	30	15.89744
63.2144	45.0128	33.50254	21.82741	53.8254	36.0117	23.463	28.8093	15.22843
62.1868	43.8204	33	21.5	52.812	35.0578	23.0376	28.0462	15
61.1891	42.6749	31.52709	20.68966	51.8308	34.1413	22.6254	27.313	14.77833
60.2202	41.5736	30.73171	20.4878	50.8802	33.2602	22.2259	26.6082	14.14634
59.2789	40.5145	30.28846	19.71154	49.959	32.4129	21.8385	25.9303	13.94231

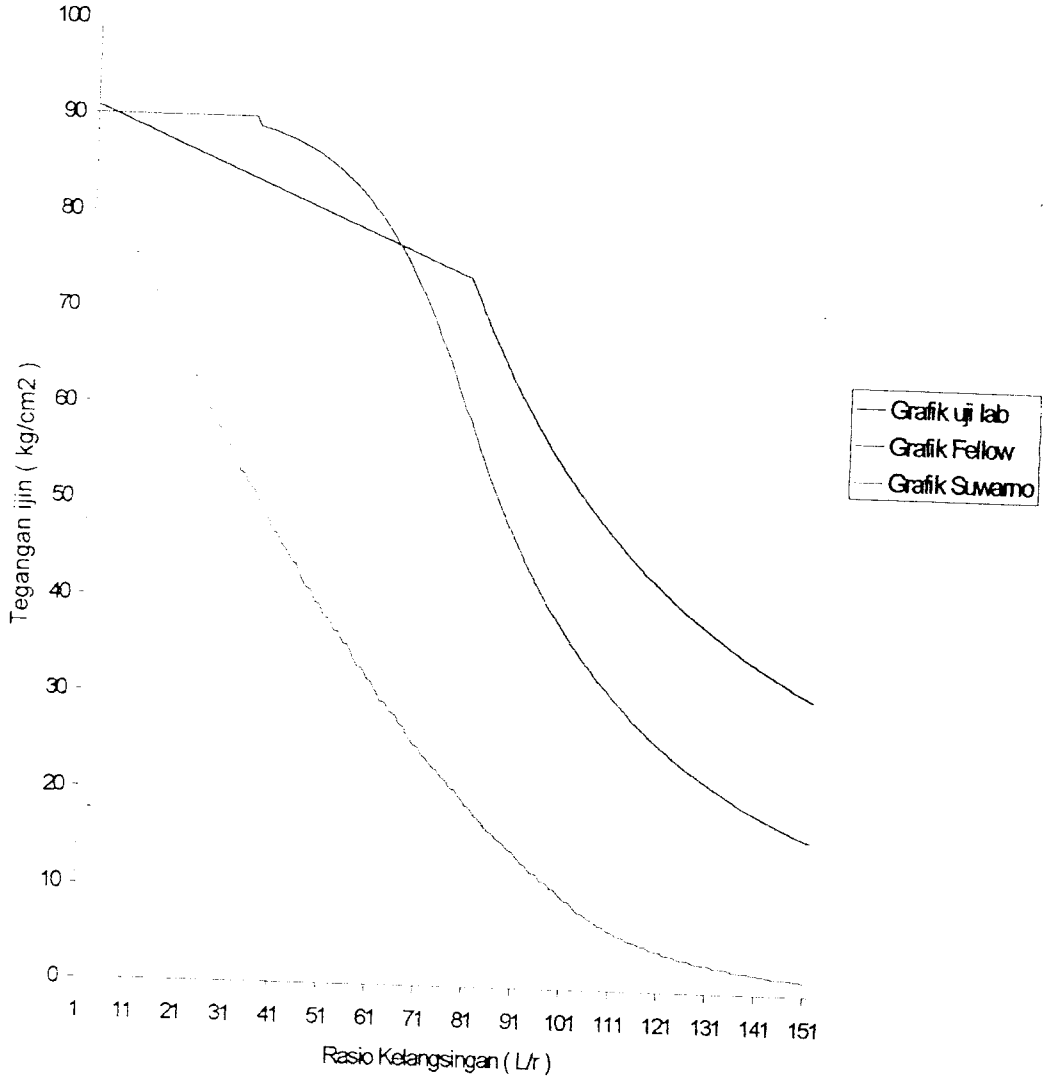
58.364	39.4953	29.38389	18.95735	49.0659	31.5975	21.4628	25.278	13.27014
57.4745	38.5141	28.50467	18.69159	48.1997	30.8125	21.0982	24.65	13.08411
56.6093	37.569	27.64977	17.97235	47.3593	30.0564	20.7442	24.0451	12.4424
55.7675	36.6582	26.69683	17.64706	46.5435	29.3278	20.4005	23.4622	12.21719
54.9482	35.7802	25.89286	16.96429	45.7515	28.6253	20.0666	22.9003	12.05357
54.1505	34.9334	25.11013	16.29956	44.9821	27.9478	19.7421	22.3583	11.45374
53.3737	34.1163	24.24242	16.01732	44.2346	27.2941	19.4266	21.8353	11.25541
52.6169	33.3275	23.93162	15.38462	43.5081	26.6631	19.1199	21.3304	11.11111
51.8794	32.5657	23.10924	15.12605	42.8016	26.0536	18.8214	20.8429	10.5042
51.1605	31.8298	22.31405	14.46281	42.1146	25.4649	18.531	20.3719	10.33058
50.4595	31.1185	21.54472	14.22764	41.4461	24.8958	18.2484	19.9167	9.756098
49.7757	30.4309	22.4	13.6	40.7955	24.3457	17.9731	19.4765	9.6
49.1087	29.7657	20.07874	12.99213	40.1622	23.8135	17.705	19.0508	9.448819
48.4577	29.1222	19.37984	12.7907	39.5454	23.2987	17.4439	18.6389	8.914729
47.8223	28.4992	18.63118	12.1673	38.9447	22.8003	17.1893	18.2403	8.365019
47.2018	27.8961	18.28358	11.9403	38.3593	22.3178	16.9412	17.8542	8.208955
46.5958	27.3119	17.45455	11.27273	37.7888	21.8504	16.6992	17.4803	8
46.0039	26.7459	16.90647	11.15108	37.2326	21.3976	16.4632	17.1181	7.913669
45.4255	26.1973	16.25442	10.60071	36.6903	20.9587	16.233	16.7669	7.420495
44.8601	25.6653	15.625	10.41667	36.1613	20.5331	16.0083	16.4265	7.291667
44.3075	25.1495	14.96599	9.863946	35.6451	20.1204	15.789	16.0963	6.802721
43.7671	24.649	14.33333	9.333333	35.1414	19.72	15.5749	15.776	6.666667
43.2386	24.1633	13.68078	9.120521	34.6498	19.3314	15.3657	15.4652	6.514658
42.7215	23.6918	13.05732	8.598726	34.1698	18.9542	15.1615	15.1634	6.050955
42.2156	23.234	12.77259	8.099688	33.701	18.588	14.9619	14.8704	5.919003
41.7205	22.7894	12.19512	7.926829	33.243	18.2322	14.7668	14.5858	5.487805
41.2359	22.3574	11.64179	7.462687	32.7956	17.8866	14.5762	14.3093	5.373134
40.7614	21.9375	11.07872	7.28863	32.3584	17.5507	14.3898	14.0406	5.247813
40.2968	21.5294	10.57143	6.857143	31.931	17.2242	14.2075	13.7794	4.857143
39.8417	21.1325	10.08403	6.722689	31.5131	16.9067	14.0292	13.5254	4.761905
39.3958	20.7466	9.863014	6.30137	31.1045	16.5979	13.8547	13.2783	4.383562
38.959	20.3711	9.383378	6.16622	30.7049	16.2975	13.684	13.038	4.289544
38.5308	20.0057	8.923885	5.774278	30.3139	16.0052	13.517	12.8042	4.199475
38.1112	19.65	8.48329	5.655527	29.9314	15.7207	13.3535	12.5765	3.856041
37.6998	19.3038	8.312343	5.289673	29.557	15.4437	13.1933	12.3549	3.778338
37.2964	18.9666	7.901235	5.185185	29.1906	15.1739	13.0366	12.1391	3.703704
36.9008	18.6382	7.748184	5.084746	28.8318	14.9112	12.883	11.9289	3.631961
36.5127	18.3182	7.36342	4.750594	28.4805	14.6552	12.7325	11.7241	3.325416
36.1321	18.0064	7.159905	4.77327	28.1364	14.4057	12.5851	11.5246	3.341289
35.7585	17.7025	6.849315	4.3379	27.7994	14.1626	12.4407	11.3301	3.196347
35.392	17.4063	6.502242	4.26009	27.4691	13.9256	12.2991	11.1405	2.914798

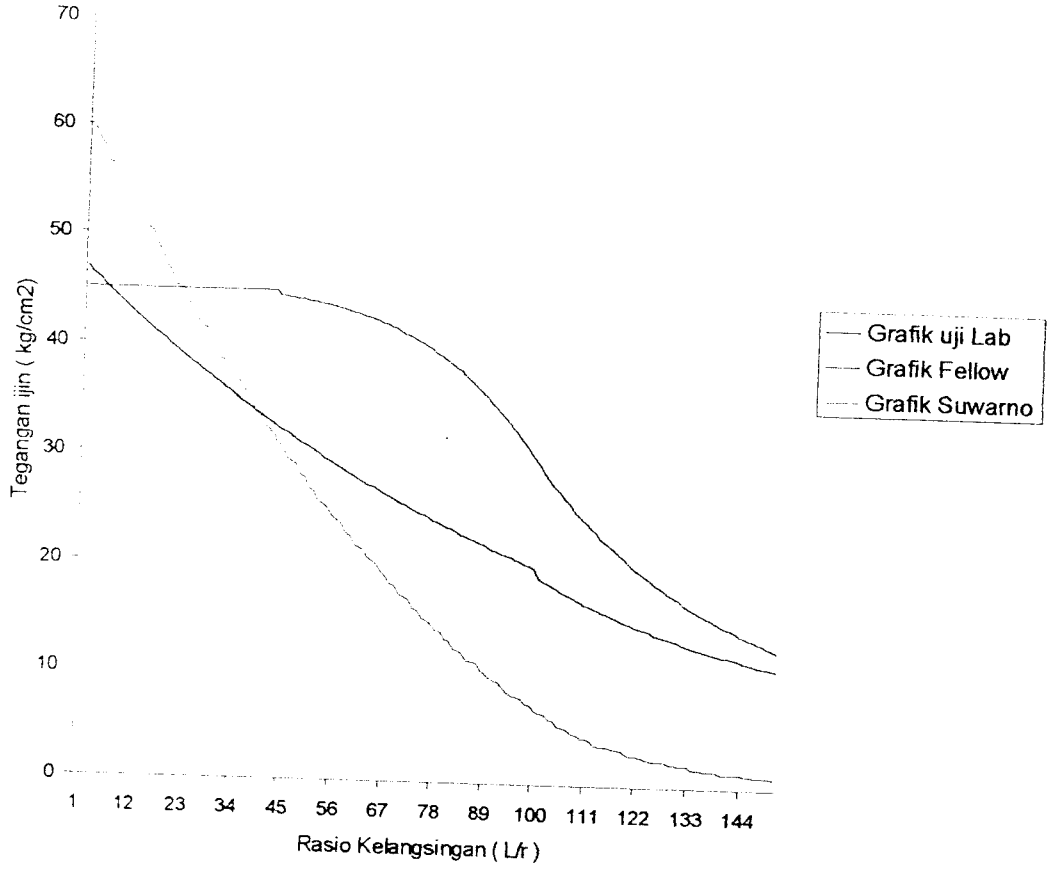
35.0322	17.1174	6.373626	4.175824	27.1456	13.6944	12.1603	10.9556	2.857143
34.679	16.8356	6.034483	3.87931	26.8285	13.469	12.0242	10.7752	2.801724
34.3323	16.5607	5.919662	3.805497	26.5176	13.2491	11.8907	10.5993	2.748414
33.9918	16.2926	5.60166	3.73444	26.2128	13.0346	11.7598	10.4277	2.489627
33.6573	16.0308	5.498982	3.462322	25.914	12.8252	11.6314	10.2601	2.443992
33.3289	15.7754	5.2	3.4	25.6209	12.6208	11.5054	10.0966	2.4
33.0062	15.526	5.108055	3.339882	25.3335	12.4213	11.3818	9.93701	2.357564
32.6891	15.2824	4.816956	3.082852	25.0515	12.2264	11.2604	9.78114	2.312139
32.3776	15.0446	4.734848	3.030303	24.7748	12.0361	11.1413	9.62891	2.083333
32.0714	14.8122	4.460967	2.973978	24.5033	11.8502	11.0244	9.4802	2.04461
31.7704	14.5852	4.379562	2.919708	24.2368	11.6686	10.9096	9.33491	2.007299
31.4745	14.3634	4.129264	2.692998	23.9753	11.4912	10.7969	9.19294	1.974865
31.1837	14.1466	4.056437	2.645503	23.7185	11.3177	10.6862	9.05418	1.940035
30.8976	13.9346	3.986135	2.599653	23.4664	11.1482	10.5775	8.91854	1.733102
30.6163	13.7274	3.741497	2.55102	23.2188	10.9824	10.4706	8.78592	1.70068
30.3396	13.5248	3.67893	2.341137	22.9756	10.8203	10.3657	8.65624	1.672241
30.0675	13.3267	3.453947	2.302632	22.7368	10.6618	10.2625	8.52941	1.644737
29.7997	13.1328	3.392569	2.261712	22.5021	10.5067	10.1612	8.40535	1.615509
29.5363	12.9432	3.338633	2.225755	22.2716	10.355	10.0615	8.28397	1.589825
29.277	12.7576	3.125	2.03125	22.045	10.2065	9.96359	8.16521	1.40625
29.0219	12.576	3.072197	1.996928	21.8224	10.0612	9.8673	8.04898	1.382488
28.7708	12.3983	3.021148	1.963746	21.6036	9.91902	9.77262	7.93521	1.359517
28.5236	12.2243	2.82318	1.931649	21.3885	9.77981	9.67951	7.82384	1.337296
28.2802	12.0539	2.777778	1.754386	21.177	9.6435	9.58794	7.7148	1.315789
28.0406	11.8871	2.733813	1.726619	20.969	9.51003	9.49787	7.60802	1.294964
27.8046	11.7237	2.545969	1.697313	20.7646	9.37931	9.40926	7.50345	1.272984
27.5723	11.5636	2.51046	1.67364	20.5635	9.25127	9.32209	7.40101	1.11576
27.3434	11.4068	2.465753	1.643836	20.3657	9.12583	9.23631	7.30066	1.09589
27.118	11.2532	2.42915	1.48448	20.1711	9.00292	9.1519	7.20234	1.079622
26.896	11.1027	2.288022	1.480485	19.9797	8.88248	9.06883	7.10599	1.076716
26.6772	10.9551	2.222222	1.437908	19.7913	8.76444	8.98706	7.01156	1.045752

Lampiran-5

Analisis Data dengan Program Microsoft Excel

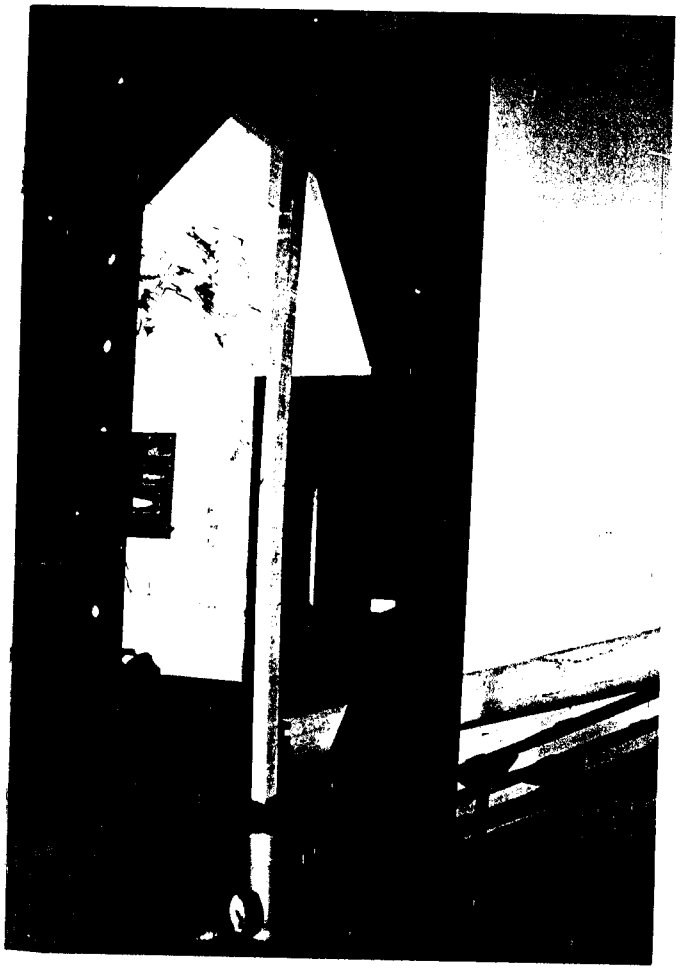

140
120
100
80
60
40
20
0
Tegangan ijin (kg/cm2)
1
11
21
31
41
51
61
71
81
91
101
111
121
131
141
151
Rasio Kelangsingan(L/r)
Grafik uji Lab
Grafik Fellow
Grafik Suwarno


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Tegangan ijin (kg/cm2)
1
11
21
31
41
51
61
71
81
91
101
111
121
131
141
151
Rasio Kelangsingan (L/r)
Grafik uji lab
Grafik Fellow
Grafik Suwarno


70
60
50
40
30
20
10
0
Tegangan ijin (kg/cm2)
1
12
23
34
45
56
67
78
89
100
111
122
133
144
Rasio Kelangsingan (L/r)
Grafik uji Lab
Grafik Fellow
Grafik Suwarno

Lampiran-6

Gambar Pelaksanaan Pengujian Kuat Desak Kayu



Gambar 6.1 Kayu mengalami buckling pada kolom panjang



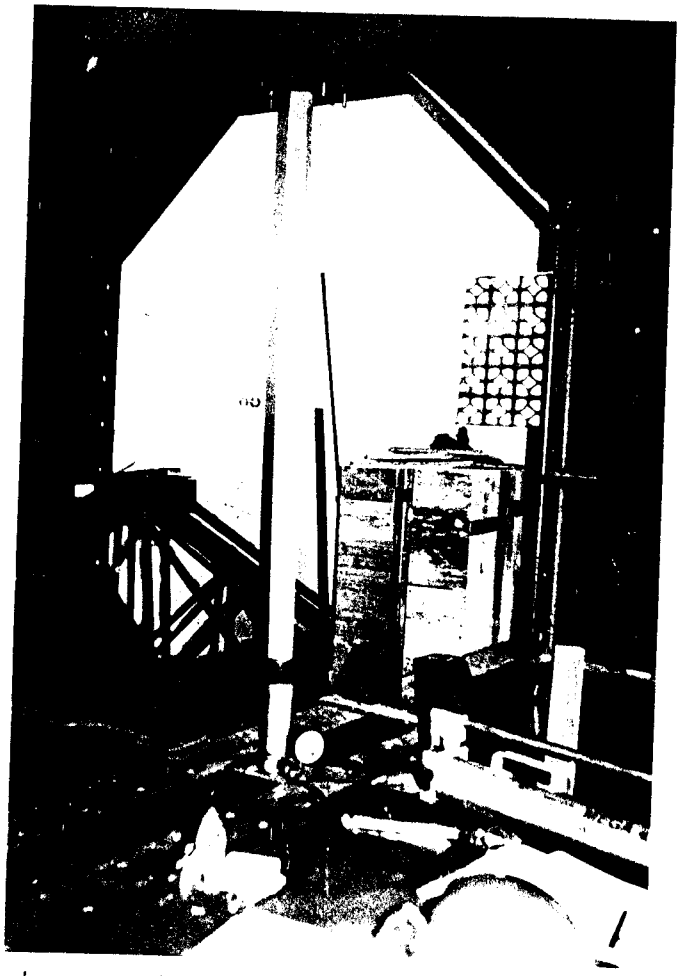
Gambar 6.2 Pembacaan beban pada alat Kuat Desak Kayu



Gambar 6.3 Penentuan letak sentris pada pengujian kuat desak kayu



Gambar 6.4 Kayu kelas I, II dan III yang akan diuji di lab BKT



Gambar 6.5 Pembebanan awal yang dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil



Gambar 6.6 Kayu setelah dilakukan pengujian kuat desak mengalami kerusakan retak-retak terutama pada kolom pendek