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.

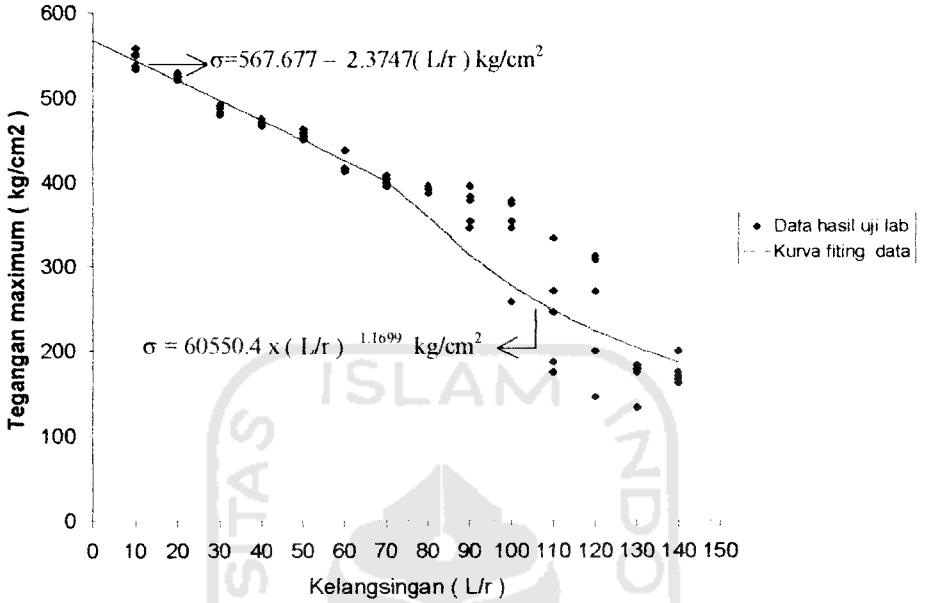
λ	Ltk	Beban Maximum (Kg)					Tegangan maximum (Kg/cm ^{2})				
		P1	P2	P3	P4	P5	σ1	σ2	σ3	σ4	σ5
10	11,5	10.800	10.700	10.500	10.400	10.600	450,00	445,83	437,50	433,33	441,67
20	23	10.300	10.250	10.300	10.300	10.350	429,16	427,08	429,16	429,16	431,25
30	34,5	10.150	10.100	10.200	10.100	10.150	422,91	420,83	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

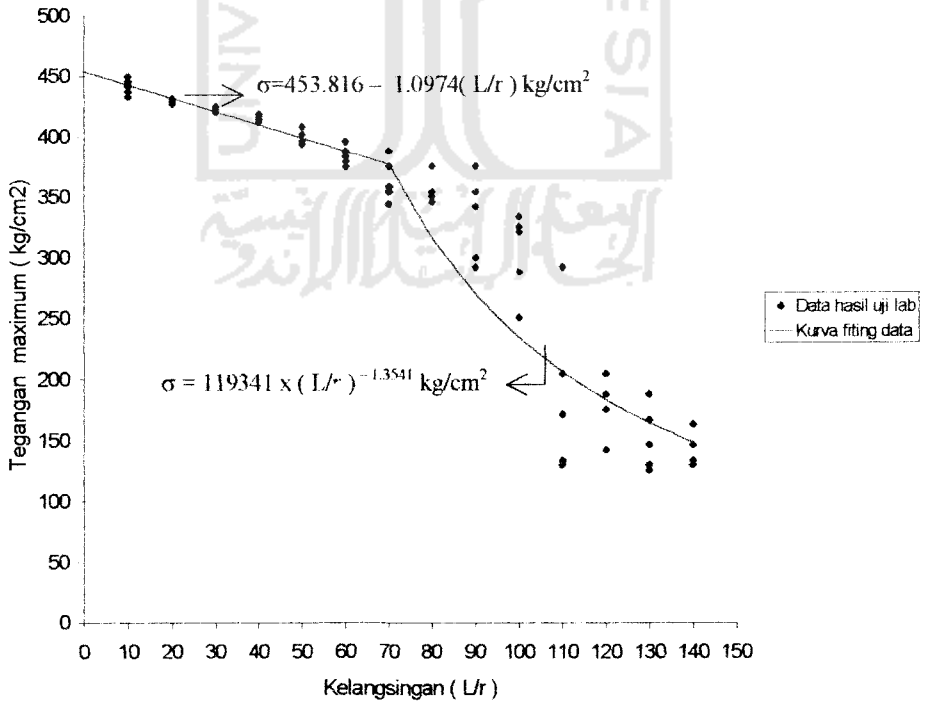
Tabel 4.3 Hubungan beban dan tegangan dengan angka kelangsingan untuk kayu Meranti

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

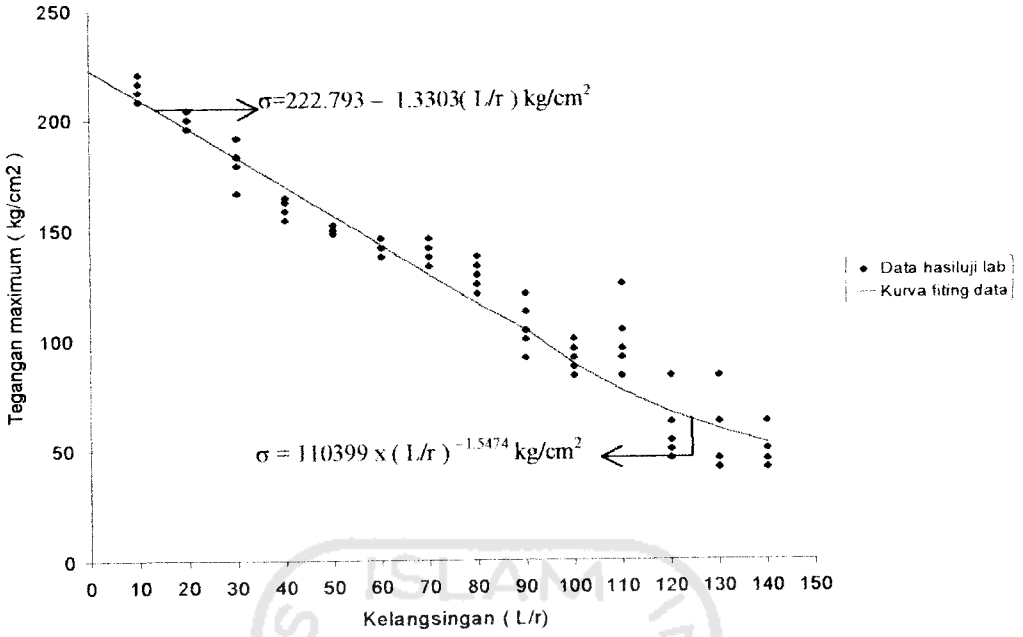


Gambar 4.1 Grafik hubungan tegangan maximum dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai



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

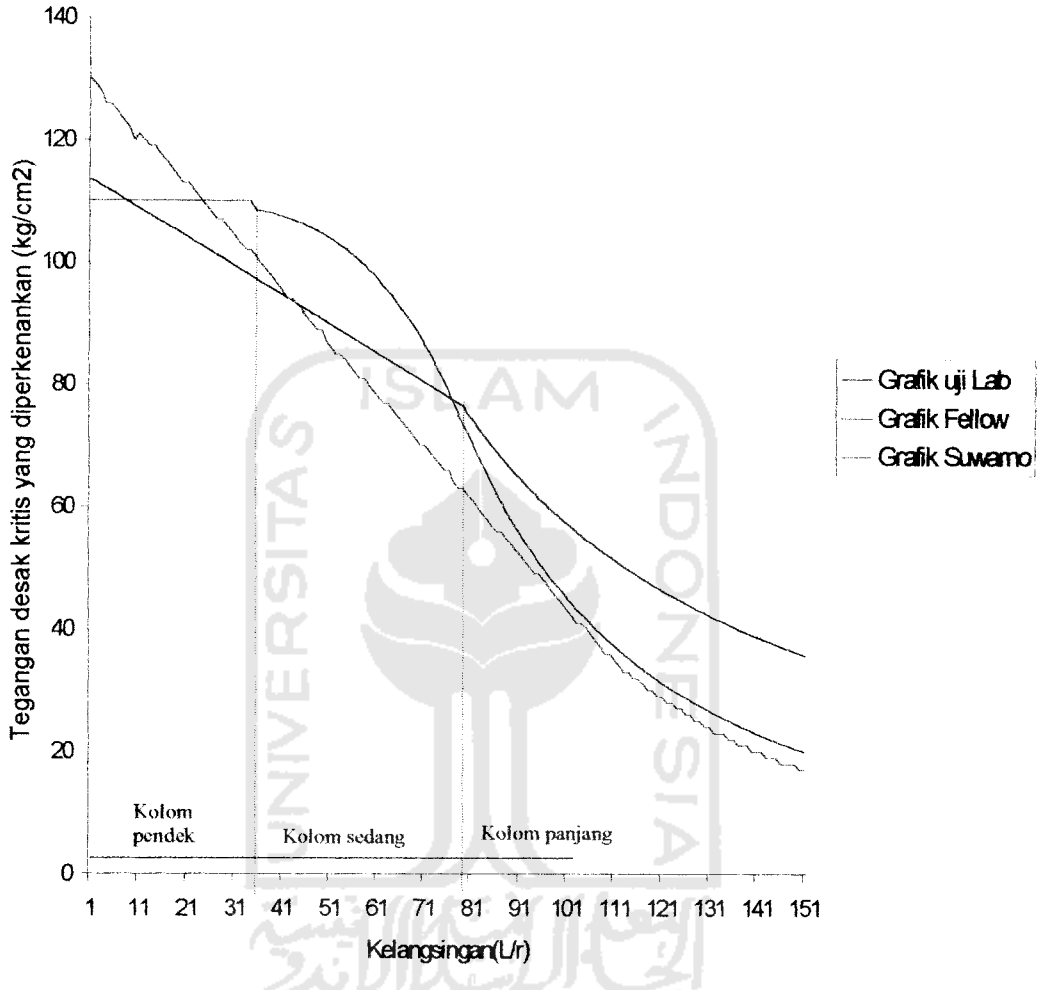
Tabel 4.5 Hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan untuk kayu Kruing

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.

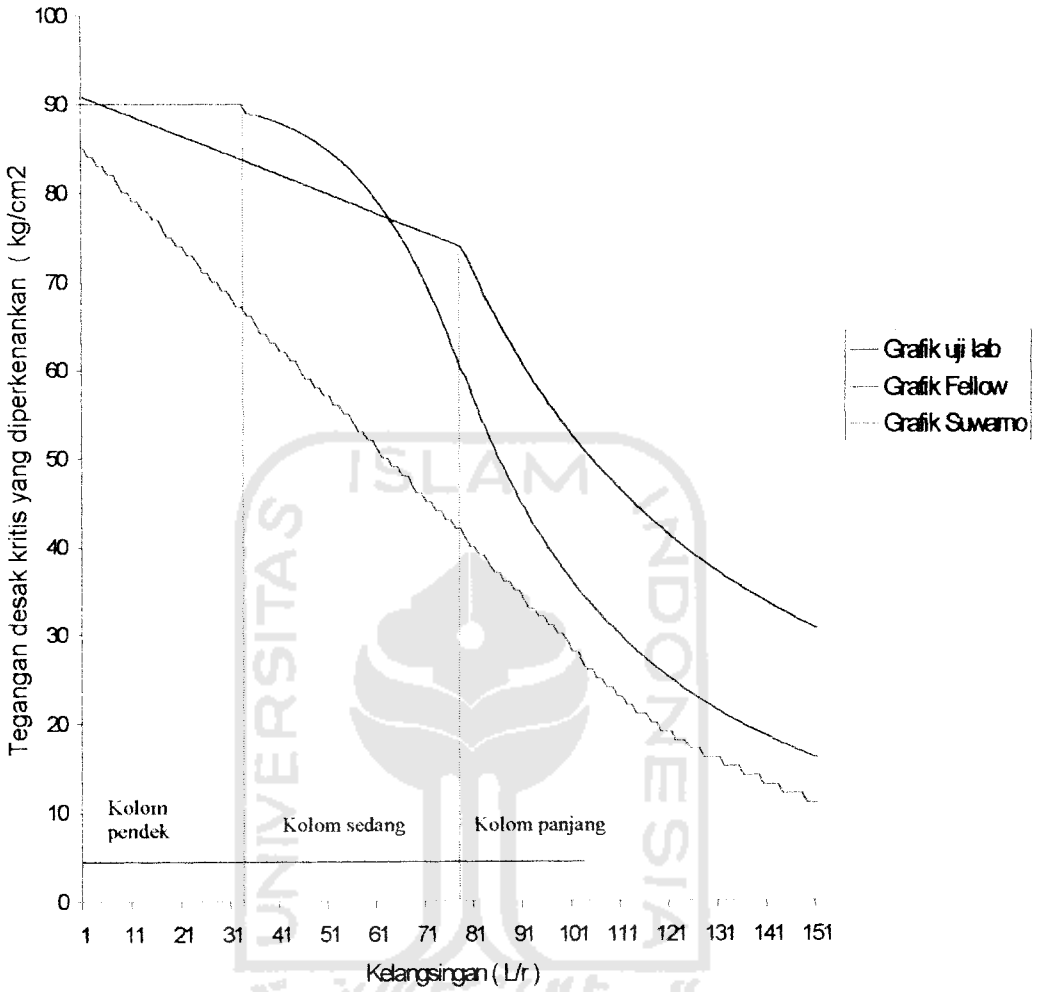


Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Bangkirai

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

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

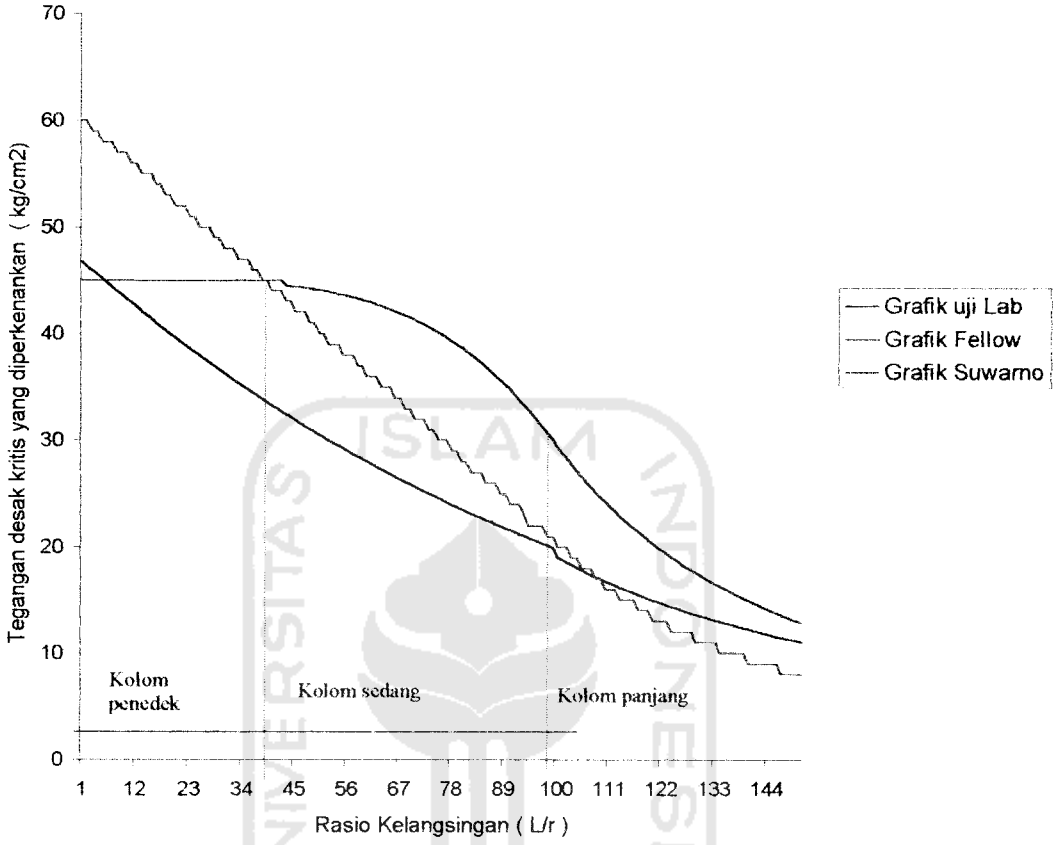


Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan desak kritis yang diperkenankan dengan angka kelangsingan kayu Kruing

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%.