



**LAMA WAKTU PENGEMPAAN OPTIMUM UNTUK  
MENGHASILKAN KUAT LENTUR MAKSIMUM  
KAYU LAMINASI DARI KAYU  
MERANTI DAN KERUING**

**SKRIPSI**

Oleh

**Adi Febriyanto  
NIM 081910301075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**LAMA WAKTU PENGEMPAAN OPTIMUM UNTUK  
MENGHASILKAN KUAT LENTUR MAKSIMUM  
KAYU LAMINASI DARI KAYU  
MERANTI DAN KERUING**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**Adi Febriyanto  
NIM 081910301075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Syukur Alhamdulillah kupersembahkan karya ini kepada:

1. Ibu “Sarni” dan Bapak “Jambidi” atas kasih sayang, cucuran keringat, untaian doa yang selalu mengiringi langkahku, kesabaran dalam mendidik sejak kecil, pembentukan karakter dalam diriku dan pengorbanan yang sangat berarti dalam hidupku, semoga Allah selalu memberikan pertolongan dalam menjalani hidup dan membalasnya dengan Al-Jannah;
2. Almarhumah nenekku “Kadikem”, terima kasih atas ilmu ikhlas dan ilmu tentang cara menghargai terhadap sesama yang Engkau wariskan kepadaku, kasih sayang yang telah Engkau berikan dan segala kesabaran dalam mengiringi kehidupanku dari kanak-kanak hingga dewasa;
3. Semua orang yang telah membantu dalam menyelesaikan tugasku di dunia: Adik (Wahyu Hidayat), Bulek dan Paklek (Waliyem dan Suyatmin), Saudara (Eta dan Ano), Dhion F dan Yudha Retno W;
4. Seseorang yang keras kepala “Lindiyana Cistamayu”, terima kasih atas perhatian, motivasi, dukungan dan kesabaran yang tiada henti;
5. Sekumpulan manusia yang hidup dengan kebebasan mutlak: Shofi Ahmad, Azhari Taufik, Nur Huda, Mashudi, Tomel. “*Selalu hanya untuk mimpi kita, mimpi yang pasti mudah terbeli*”;
6. Teman-teman teknik sipil 2008: Azkal, Yahya, Vita, Siti, Mboly, Aga, Ranto, Hari, Dani, Zaki, Wahid, Ragil, Sabdo, Faris, Hilfi dan lainnya yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terima kasih kawan, semoga Allah SWT memberikan yang terbaik kepada kalian;
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang.  
Segala puji bagi Allah Tuhan seluruh alam.  
Maha Pemurah lagi Maha Penyayang.  
Yang menguasai hari pembalasan.

Hanya kepada Engkau kami menyembah dan hanya kepada Engkau kami memohon  
pertolongan.

Tunjukkanlah kami jalan yang lurus.  
(yaitu) jalan orang-orang yang telah Engkau anugerahkan nikmat kepada mereka,  
bukan (jalan) mereka yang dimurkai dan bukan (pula jalan) mereka yang sesat.”

(terjemahan Q.S. *Al-Faatihah* ayat 1-7)

“Layani Ibumu, kemudian Ibumu, kemudian Ibumu, kemudian Bapakmu,  
kemudian saudara-saudara terdekatmu  
kemudian saudara-saudara jauhmu.”

(Sabda Rasulullah SAW)

“Ternyata semua orang itu sukses, tergantung dari sudut pandang mana kita  
melihatnya”

(Adi Febriyanto)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Febriyanto

Nim : 081910301075

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Lama Waktu Pengempaan Optimum untuk Menghasilkan Kuat Lentur Maksimum Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Juni 2012

Yang menyatakan,

Adi Febriyanto  
NIM 081910301075

**SKRIPSI**

**LAMA WAKTU PENGEMPAAN OPTIMUM UNTUK  
MENGHASILKAN KUAT LENTUR MAKSIMUM  
KAYU LAMINASI DARI KAYU  
MERANTI DAN KERUING**

Oleh :

Adi Febriyanto  
NIM 081910301075

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Ir. Hernu Suyoso, M.T.

Dosen Pembimbing II : Ir. Krisnamurti, M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Lama Waktu Pengempaan Optimum untuk Menghasilkan Kuat Lentur Maksimum Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 21 Juni 2012

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Erno Widayanto, S.T., M.T.  
NIP 19700419 199803 1 002

Ir. Hernu Suyoso, M.T.  
NIP 19551112 198702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Krisnamurti, M.T.  
NIP 19661228 199903 1 002

Ketut Aswatama W., S.T., M.T.  
NIP 19700713 200012 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Lama Waktu Pengempaan Optimum untuk Menghasilkan Kuat Lentur Maksimum Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing;** Adi Febriyanto, 081910301075; 2012: 58 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pemanfaatan kayu dalam bidang konstruksi sejauh ini masih terbatas pada pemakaian non struktur dan masih jarang dalam pemanfaatan struktur utama berupa kolom ataupun balok. Kayu memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan beton dan baja, misalnya dalam hal keindahan, lebih ringan, mudah dalam pengerjaannya dan relatif lebih ekonomis. Anshari (2006) menjelaskan bahwa salah satu cara untuk mengoptimalkan fungsi kayu sebagai struktur bangunan adalah dengan menggabungkan satu atau lebih jenis kayu yang direkatkan menjadi satu kesatuan yang dalam bahasa asing biasa disebut *glue-laminated (glulam) timber*.

Untuk menghasilkan suatu balok kayu laminasi yang memenuhi standar struktur, pada proses perancangan salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah proses pengempaan. Pengempaan yang terlalu rendah menyebabkan cacat perekatan, seperti melepuh, perekat tebal, dan pecah muka. Pengempaan terlampau tinggi juga menyebabkan cacat perekatan seperti kurang perekat atau tembus akibat penetrasi berlebih (dalam Anshari, 2006). Hal tersebut yang melatarbelakangi penelitian tentang “Lama Waktu Pengempaan Optimum untuk Menghasilkan Kuat Lentur Maksimum Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing”.

Pada penelitian ini akan diteliti mengenai variasi lamanya waktu pengempaan selama 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam terhadap berbagai kombinasi kayu laminasi dari kayu Meranti dan Keruing dengan memakai perekat *Melamin Formaldehyde*. Besarnya tekanan kempa yang diberikan sebesar 0,6 MPa. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan lama waktu pengempaan yang optimum sehingga menghasilkan kekuatan lentur maksimum pada balok kayu laminasi dan untuk memperoleh



kombinasi kayu laminasi yang memiliki kuat lentur maksimum dari kombinasi kayu Keruing dan Meranti.

Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat lekat tertinggi pada kombinasi Keruing Meranti Keruing (KMK) adalah pada waktu pengempaan selama 12 jam yaitu sebesar  $82,72 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk kombinasi Meranti Keruing Meranti (MKM) terjadi pada waktu pengempaan selama 24 jam yaitu sebesar  $51,85 \text{ kg/cm}^2$ . Besarnya nilai kuat lekat pada kombinasi KMK dan MKM yang menghasilkan perbedaan mencolok hanya terjadi pada lama waktu pengempaan 6 jam dan 12 jam saja, sedangkan pada pengempaan 12-24 jam tidak jauh berbeda. Untuk kuat lekat kombinasi Keruing Keruing Keruing (KKK) dan Meranti Meranti Meranti (MMM) secara berturut-turut memiliki nilai kuat lekat tertinggi pada waktu pengempaan selama 24 jam dan 6 jam dengan nilai kuat lekat sebesar  $68,52 \text{ kg/cm}^2$  dan  $45,37 \text{ kg/cm}^2$ . Dilakukannya pengujian pada kombinasi KKK dan MMM adalah sebagai rujukan dalam mengambil kesimpulan waktu pengempaan yang optimum.

Sedangkan untuk hasil pengujian balok laminasi pada tekanan kempa  $0,6 \text{ MPa}$  dengan lama waktu pengempaan 12 jam untuk kombinasi KMK menghasilkan tegangan lentur maksimum rerata sebesar  $527,16 \text{ kg/cm}^2$  dengan lendutan rerata maksimal yang dicapai  $8,21 \text{ mm}$ , sedangkan untuk kombinasi MKM menghasilkan tegangan lentur maksimum rerata sebesar  $460,90 \text{ kg/cm}^2$  dengan lendutan rerata maksimal yang dicapai  $11,95 \text{ mm}$ . Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan bahwa waktu pengempaan yang optimum adalah selama 12 jam dan untuk kombinasi balok yang lebih efisien adalah kombinasi balok KMK.

## SUMMARY

**The Optimum of Clamping Time to Get Maximum Flexural Strength of Laminated Timber Composed of Meranti and Keruing;** Adi Febriyanto, 081910301075; 2012: 58 pages; the Civil Engineering Department, the Faculty of Engineering, Jember University.

Use of timber in construction so far is limited to the use of non structural and are still rare in the utilization of the primary structure of the columns or beams. Wood has many advantages when compared with concrete and steel, for example in terms of beauty, lighter, and relatively easy in the process more economical. Ansari (2006) explains that one way to optimize the function of wood as a building structure is to combine one or more types of wood are glued together into a coherent foreign language called 'glue-laminated (glulam) timber'.

To produce a laminated wood beams that meet the standards of the structure, the design process one factor to consider is the clamping process. Clamping is too low cause adhesion defects, such as blisters, adhesive thickness, and broke away. Clamping is too high also cause defects such as lack of adhesive bonding or translucent due to excessive penetration (Ansari, 2006). This is the background research on "The Optimum of Clamping Time to get Maximum Flexural Strength of Laminated Timber Composed of Meranti and Keruing".

This research explores the variation of clamping duration for 3 hours, 6 hours, 12 hours and 24 hours on various combinations of laminated timber composed of Meranti and Keruing using Melamin Formaldehyde adhesive. The pressure of clamping is 0,6 MPa for all combination. The study was conducted to obtain the optimum length of time clamping so as to produce a maximum bending strength of the laminated timber beams and to obtain a combination of laminated timber that has a maximum flexural strength of the combination of Meranti and Keruing.

From the test results obtained by the strong adhesion with the highest combination of Keruing Meranti Keruing (KMK) is at the time of clamping for 12 hours that is equal to  $82.72 \text{ kg/cm}^2$ , where as for the combination of Meranti Keruing Meranti (MKM) occurs at the time of clamping for 24 hours that is equal to  $51.85 \text{ kg/cm}^2$ . The value of strong adhesion to the KMK and MKM combination that produces a noticeable difference occurs only in the length of time clamping 6 hours and 12 hours, 12-24 hours while the clamping is not much different. Strong adhesion to the combination Keruing Keruing Keruing (KKK) and Meranti Meranti Meranti (MMM) respectively have the highest value of strong adhesion at the time of clamping for 24 hours and 6 hours with strong adhesion value of  $68.52 \text{ kg/cm}^2$  and  $45.37 \text{ kg/cm}^2$ . Where the tests on a combination of the KKK and the MMM is a reference in the conclusion that the optimum time clamping.

As for the results of testing of laminated beams at 0,6 MPa pressure felt by the clamping duration of 12 hours for the combination of the maximum flexural strength KMK produce an average of  $527.16 \text{ kg/cm}^2$  with the average maximum deflection reached 8.21 mm, whereas the combination of MKM to produce the maximum flexural strength with a mean of  $460.90 \text{ kg/cm}^2$  and average maximum deflection of 11.95 mm is achieved. Based on the analysis results can be concluded that the optimum clamping time was for 12 hours and for a more efficient beam combination is a combination of beam KMK.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Atas bimbingan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Dosen Pembimbing I, Dosen Pembimbing II, Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember;
6. Mahasiswa S1 Teknik Sipil angkatan 2008, terimakasih atas kerjasama dan kebersamaannya;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Tak lupa kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 21 Juni 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Balok Laminasi</b> .....	6
2.1.1 Prinsip Balok Laminasi .....	6

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan .....	7
2.1.3 Penggunaan Balok Laminasi.....	8
2.1.4 Proses Pembuatan Balok Laminasi .....	9
2.1.5 Pengeringan dan Pemilahan Balok Laminasi.....	9
2.1.6 Perekatan Permukaan Balok Laminasi.....	10
2.1.7 Penyelesaian Akhir ( <i>finishing</i> ).....	11
<b>2.2 Gambaran Umum Jenis Kayu .....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Kayu Keruing ( <i>Dipterocarpus borneensis V.SI.</i> ).....	11
2.2.2 Kayu Meranti Merah ( <i>Shorea leprosula</i> ).....	12
<b>2.3 Perekat Balok Laminasi .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Pengempaan.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Gaya Geser dan Momen Lentur.....</b>	<b>18</b>
2.5.1 Definisi Balok Lentur.....	18
2.5.2 Tegangan dalam dan Momen pada Balok Lentur .....	18
2.5.3 Definisi Gaya Geser .....	19
2.5.4 Definisi Momen Lentur.....	19
2.5.5 Momen Lentur dan Gaya Geser Beban Tunggal di Tengah Bentang .....	20
<b>2.6 Tegangan pada Lentur Balok .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Defleksi pada Balok Lentur .....</b>	<b>23</b>
<b>2.8 Bentuk Keruntuhan Balok Akibat Uji Lentur .....</b>	<b>23</b>

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

<b>3.1 Waktu dan Tempat .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Benda Uji .....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Benda Uji Kadar Air dan Berat Jenis.....	26
3.3.2 Benda Uji Geser Kayu Murni .....	26
3.3.3 Benda Uji Kuat Lekat Laminasi.....	27

3.3.4 Benda Uji Balok Laminasi Aplikasi .....	28
<b>3.4 Perekatan Benda Uji</b> .....	29
<b>3.5 Pengempaan Benda Uji</b> .....	29
<b>3.6 Pelaksanaan Pengujian</b> .....	31
3.6.1 Pengujian Kadar Air.....	31
3.6.2 Pengujian Berat Jenis Kayu .....	31
3.6.3 Pengujian Kuat Geser Kayu Murni .....	32
3.6.4 Pengujian Kuat Lekat Kayu Laminasi .....	33
3.6.5 Pengujian Lentur Balok Laminasi Aplikasi .....	34
<b>3.7 Diagram Alir Penelitian</b> .....	36
 <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Sifat Fisik</b> .....	37
4.1.1 Kadar Air.....	37
4.1.2 Berat Jenis .....	38
<b>4.2 Sifat Mekanik</b> .....	39
4.2.1 Kuat Geser Kayu Murni .....	39
4.2.2 Kuat Lekat Laminasi .....	40
4.2.3 Hasil Pengujian Balok Laminasi Aplikasi .....	43
 <b>BAB 5. PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	55
<b>5.2 Saran</b> .....	55
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	57
<b>LAMPIRAN</b> .....	59

## DAFTAR TABEL

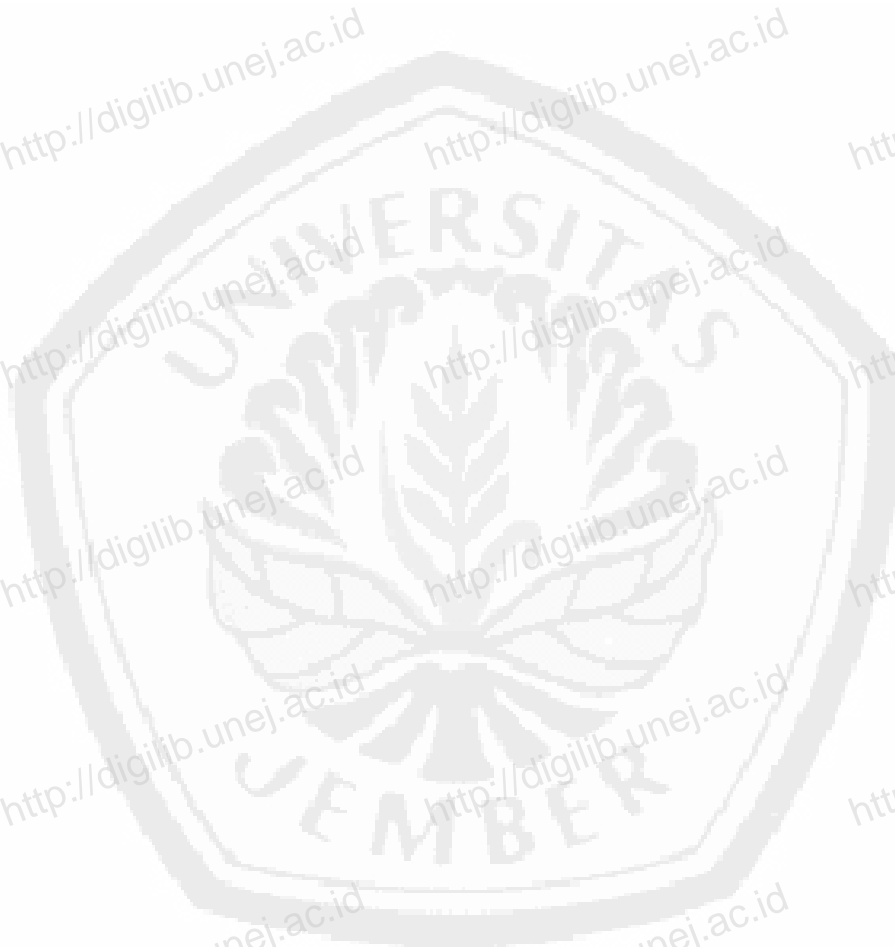
3.1	Benda Uji Kuat Lekat.....	27
3.2	Benda Uji Balok Laminasi Aplikasi.....	28
4.1	Besar Nilai Kadar Air (KA) dan Berat Jenis (BJ).....	37
4.2	Besar Nilai Kuat Geser Kayu Murni.....	40
4.3	Hasil Pengujian Balok Laminasi Aplikasi Kombinasi KMK.....	44
4.4	Hasil Pengujian Balok Laminasi Aplikasi Kombinasi MKM.....	48
4.5	Rerata Hasil Pengujian Balok Laminasi.....	52



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Momen Lentur dan Gaya Lintang Balok Terlentur.....	19
2.2	Momen Lentur dan Gaya Geser Beban Tunggal di Tengah Bentang .....	20
2.3	Diagram Momen Lentur ( $M_x$ ) dan Gaya Geser ( $V_x$ ) Beban Tunggal di Tengah Bentang.....	21
3.1	Benda Uji Kadar Air dan Berat Jenis .....	26
3.2	Benda Uji Geser Kayu Murni.....	26
3.3	Model Benda Uji Kuat Lekat Laminasi .....	27
3.4	Model Balok Laminasi Aplikasi .....	28
3.5	Set Up Alat Pengempaan Benda Uji Kuat Lekat Laminasi.....	30
3.6	Set Up Alat Pengempaan Benda Uji Balok Laminasi.....	30
3.7	Benda Uji Kuat Geser Murni .....	32
3.8	Proses Pengujian Kuat Geser Kayu Murni.....	32
3.9	Benda Uji Kuat Lekat Laminasi.....	33
3.10	Proses Pengujian Kuat Lekat Laminasi.....	33
3.11	Kedudukan Pengujian Benda Uji Lentur Balok Laminasi .....	34
3.12	Balok Kayu Laminasi Aplikasi .....	35
3.13	Proses Pengujian Lentur Balok Kayu Laminasi Aplikasi .....	35
3.14	Diagram Alir Penelitian .....	36
4.1	Hubungan Kuat Lekat Laminasi dan Waktu Pengempaan.....	41
4.2	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi KMK.1 .....	45
4.3	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi KMK.2 .....	46
4.4	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi KMK.3 .....	47

4.5	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi MKM.1 .....	49
4.6	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi MKM.2 .....	50
4.7	Tampak Pola Keruntuhan Balok Laminasi MKM.3 .....	51
4.8	Distribusi Tegangan pada Balok Lentur Statis.....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

A.	Perhitungan Hasil Pengujian Kadar Air dan Berat Jenis.....	59
B.	Perhitungan Hasil Pengujian Kuat Lekat .....	60
C.	Perhitungan Nilai Kuat Lentur Balok Laminasi Kombinasi Keruing Meranti Keruing (KMK) .....	63
D.	Perhitungan Nilai Kuat Lentur Balok Laminasi Kombinasi Meranti Keruing Meranti (MKM) .....	68
E.	Foto Kegiatan Penelitian .....	73

