

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS DAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Landasan Teori.....	6
2.2 Sifat Mekanis Kayu.....	7
2.2.1 Modulus Elastisitas ( $E_{0,mean}$ )atau MOE .....	10
2.2.2 Kekuatan Lentur Karakteristik( $f_{m,k}$ ) atau MOR.....	13
2.2.3 Kerapatan Kayu ( <i>Density</i> ) .....	15
2.3 <i>Grading</i> Kayu .....	15
2.3.1 <i>Grading</i> Visual .....	16
2.3.2 <i>Grading</i> Mekanis .....	17
2.4 Balok Kayu Laminasi ( <i>Glue laminated beam</i> ) .....	19
2.4.1 Sambungan Ujung <i>Fingerjoint</i> .....	19
2.4.2 Perekat .....	21

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1	Pendahuluan ..... 23
3.2	Kerangka Penelitian ..... 23
3.3	Desain Penelitian ..... 26
3.4	Metode Pengumpulan Data ..... 26
3.5	Bahan dan Material ..... 26
3.5.1	Kayu ..... 26
3.5.2	Rancangan Benda Uji ..... 28
3.5.3	Perekat..... 32
3.6	Peralatan ..... 33
3.6.1	Mesin Gergaji Potong ( <i>Arm Saw</i> ) ..... 33
3.6.2	Mesin Gergaji Belah ( <i>Circular Saw</i> ) ..... 34
3.6.3	Mesin Ketam Perata ( <i>Planner</i> ) ..... 34
3.6.4	Mesin Ketam Penebal ( <i>Thicknesser</i> ) ..... 34
3.6.5	Mesin Fingerjoint ..... 35
3.6.6	Alat Pengempa ..... 35
3.6.7	Alat Uji Kadar Air Kayu ( <i>Wood Moisture Meter</i> ) ..... 38
3.6.8	Timbangan ..... 38
3.6.9	Alat <i>Grading</i> Kayu MPK Panter..... 39
3.6.10	Mesin <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) ..... 40
3.7	Tahapan Penelitian ..... 41
3.7.1	Penyiapan Bahan Kayu ..... 41
3.7.1.1	Pengeringan Kayu ..... 41
3.7.1.2	Pengolahan Kayu ..... 42
3.7.2	<i>Grading</i> Kayu Solid ..... 42
3.7.3	Pembuatan Benda Uji Glulam ..... 44
3.7.3.1	Pembuatan <i>Fingerjoint</i> ..... 44
3.7.3.2	Aplikasi Perekat ..... 45
3.7.3.3	Pengempaan ..... 48
3.7.3.4	Finishing ..... 49
3.7.4	Pengujian Kayu Glulam..... 50

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Mutu Kayu Solid.....	53
4.1.1 Validasi Hasil Uji MOE dan <i>Grading</i> Mutu Kayu Solid .....	53
4.1.2 Nilai Karakteristik Mekanis Kayu Sengon Dan Kayu Jabon .....	55
4.2 Mutu Kayu Glulam.....	57
4.2.1 Nilai MOE Glulam.....	57
4.2.2 Nilai MOR Glulam .....	61
4.2.3 Nilai Karakteristik Mekanis Glulam Kayu Sengon dan Glulam Kayu Jabon.....	68
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>71</b>
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>73</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas kuat kayu <i>hardwood</i> solid menurut EN 338 (2016).....	9
Tabel 2.2 Kelas kuat kayu glulam EN 14080 (2013) untuk glulam homogen.....	9
Tabel 2.3 Faktor $k_f$ pada posisi <i>flatwise</i> .....	21
Tabel 2.4 Perekat berdasar kinerja struktural pada berbagai kondisi lingkungan (Vicks, 1999) .....	22
Tabel 3.1 Rancangan benda uji .....	28
Tabel 4.1 Nilai MOE hasil <i>grading</i> dengan MPK Panter .....	53
Tabel 4.2 Validasi nilai MOE (MPa) kayu Sengon.....	53
Tabel 4.3. Validasi nilai MOE (MPa) kayu Jabon.....	54
Tabel 4.4. Validasi nilai MOE (MPa) kayu Meranti.....	54
Tabel 4.5 Persamaan nilai karakteristik mekanis dari Anex A EN 338 (2009).....	55
Tabel 4.6 Nilai MOE dan MOR kayu Sengon dan Jabon hasil uji UTM, dan kerapatan kayu .....	55
Tabel 4.7 Nilai karakteristik mekanis Sengon dan Jabon mengacu Anex A EN 338 (2009) .....	56
Tabel 4.8 Kelas kuat kayu solid EN 338 (2016) dengan tambahan Sengon dan Jabon ....	57
Tabel 4.9 Nilai MOE Glulam .....	58
Tabel 4.10 Pengaruh perekat dan jenis kayu terhadap nilai MOE .....	61
Tabel 4.11 Nilai MOR balok glulam .....	62
Tabel 4.12 Pengaruh perekat dan jenis kayu terhadap nilai MOR .....	65
Tabel 4.13 Prosentase perubahan Nilai MOR balok kontrol dibandingkan kayu lamina solid .....	66
Tabel 4.14 Nilai efisiensi sambungan <i>fingerjoint</i> .....	67
Tabel 4.15 Persamaan nilai karakteristik mekanis kayu glulam dari Tabel 6 EN 14080 (2013) .....	68
Tabel 4.16 Nilai kerapatan kayu ( <i>density</i> ) .....	69
Tabel 4.17 Nilai karakteristik glulam Sengon dan Jabon mengacu EN 14080 (2013).....	70
Tabel 4.18 Kelas kuat kayu glulam EN 14080 (2013) dengan Tambahan Sengon dan Jabon .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Aplikasi kayu glulam sebagai material struktur bangunan (Rubner, 2015) .....	1
Gambar 2.1 Skema pengujian untuk mendapatkan modulus elastisitas MOE lokal .....	11
Gambar 2.2 Skema pengujian untuk mendapatkan modulus elastisitas global.....	12
Gambar 2.3 Nilai 5 persentile terendah dari populasi sampel (Ridley-Ellis, 2015).....	14
Gambar 2.7 Efek mata kayu (Kretschmann, 1994) .....	16
Gambar 2.8 Tipe - tipe <i>defect</i> pada kayu (Johansson, 2016) .....	17
Gambar 2.9 Skematik pengujian dengan alat MPK Panter .....	17
Gambar 2.10 Alat pemilah kayu MPK Panter .....	18
Gambar 2.11 Geometri <i>fingerjoint</i> (EN 10408:2013).....	20
Gambar 2.12 Jarak minimum dari ujung <i>finger</i> ke mata kayu .....	20
Gambar 2.13 Bentuk ikatan perekat <i>phenol resorsinol</i> (Serano, 2000) .....	22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	25
Gambar 3.2 Kayu Meranti berupa lamina di gudang kayu di daerah Jakarta Utara .....	26
Gambar 3.3 Kayu Sengon saat masih dalam bentuk log di penggergajian di daerah Bogor..	27
Gambar 3.4 Kayu Jabon masih dalam bentuk log di daerah Sukabumi, Jawa Barat.....	27
Gambar 3.5 Lamina dengan sambungan <i>fingerjoint</i> .....	29
Gambar 3.6 Lamina kontrol .....	29
Gambar 3.7 Balok dua (2) lapis lamina dengan sambungan <i>fingerjoint</i> .....	30
Gambar 3.8 Balok kontrol dua (2) lapis lamina .....	30
Gambar 3.9 Balok tiga (3) lapis lamina dengan sambungan <i>fingerjoint</i> .....	31
Gambar 3.10 Balok kontrol tiga (3) lapis lamina .....	31
Gambar 3.11 Perekat <i>Urea Formaldehyde</i> (UF).....	32
Gambar 3.12 Aplikasi perekat <i>Polyurethane</i> (PUR) .....	32
Gambar 3.13 Perekat <i>Phenol Resorcinol Formaldehyde</i> (PRF).....	33
Gambar 3.14 Mesin gergaji potong .....	33
Gambar 3.15 Mesin ketam perata ( <i>planner</i> ) .....	34
Gambar 3.16 Mesin ketam penebal ( <i>thicknesser</i> ) .....	35
Gambar 3.17 Mesin <i>fingerjoint</i> .....	35
Gambar 3.18 Skema alat kempa sambungan <i>fingerjoint</i> .....	36
Gambar 3.19 Alat pengempa ( <i>press</i> ) <i>pneumatic</i> .....	36

Gambar 3.20 Skema alat kempa hidrolik untuk pengempaan antar lamina .....	37
Gambar 3.21 Alat pengempa hidrolik .....	37
Gambar 3.22 Alat uji kadar air kayu .....	38
Gambar 3.23 Timbangan .....	38
Gambar 3.24 Skema mesin Panter .....	39
Gambar 3.25 Bandul beban .....	40
Gambar 3.26 Deflektometer .....	40
Gambar 3.27 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) analog milik Puslitbang Kehutanan.....	41
Gambar 3.28 Proses pengeringan kayu .....	41
Gambar 3.29 Proses pengolahan kayu untuk dibuat benda uji.....	42
Gambar 3.30 Proses kalibrasi alat MPK Panter .....	43
Gambar 3.31 <i>Grading</i> kayu dengan menggunakan alat MPK Panter .....	44
Gambar 3.32 Geometri <i>Fingerjoint</i> .....	44
Gambar 3.33 Proses pembuatan profil <i>finger</i> menggunakan mesin.....	45
Gambar 3.34 Pengaplikasian perekat pada sambungan ujung <i>fingerjoint</i> .....	45
Gambar 3.35 Aplikasi perekatUF dengan menggunakan <i>roll</i> . .....	46
Gambar 3.36 Kadar air benda uji Sengon 3 lapis masing – masing 9,0%, 9,1%, dan 9,1 % .....	46
Gambar 3.37 Kadar air benda uji Jabon 3 lapis masing – masing 9,5%, 9,8%, dan 8,4 % .....	47
Gambar 3.38 Kadar air benda uji Meranti 3 lapis masing – masing 9,5%, 9,8%, dan 8,4 % .....	47
Gambar 3.39 Kadar air benda uji <i>fingerjoint</i> masing – masing 12,3% dan 12,1 % .....	47
Gambar 3.40 Proses pengempaan sambungan <i>fingerjoint</i> . .....	48
Gambar 3.41 Pengempaan balok 2 lapis lamina dengan alat dongkrak hidrolik .....	48
Gambar 3.42 Pengempaan balok 3 lapis dengan alat dongkrak hidrolik .....	49
Gambar 3.43 Benda uji sebelum <i>finishing</i> .....	49
Gambar 3.44 Proses <i>finishing</i> dengan penyerutan menggunakan ketam perata <i>planner</i> ....	50
Gambar 3.45 Benda uji setelah <i>finishing</i> .....	50
Gambar 3.46 Pengujian lamina single <i>fingerjoint</i> dengan UTM.....	51
Gambar 3.47 Pengujian balok glulam 2 lapis lamina <i>fingerjoint</i> dengan UTM.....	52
Gambar 3.48 Pengujian balok glulam 3 lapis lamina <i>fingerjoint</i> dengan UTM.....	52

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Beban dan lendutan dalam kisaran deformasi elastis EN 408 (2004) .....	10
Grafik 2.2 Efek jumlah sampel dan benda uji dalam satu sample terhadap faktor $k_s$ .....	14
Grafik 2.3 Hubungan antara <i>strentgth ratio</i> dengan $k/h$ . (Kretschmann, 1994) .....	16
Grafik 4.1 Nilai MOE <i>single</i> lamina.....	59
Grafik 4.2 Nilai MOE balok glulam 2 lapis lamina .....	60
Grafik 4.3 Nilai MOE balok glulam 3 lapis lamina .....	60
Grafik 4.4 Nilai MOR <i>single</i> lamina.....	63
Grafik 4.5 Nilai MOR balok glulam dua lapis lamina.....	63
Grafik 4.6 Nilai MOR balok glulam tiga lapis lamina.....	64