

# Karakteristik LVL Lengkung dengan Proses Kempa Dingin

## Characteristic of LVL Bent by Cold Press Process

Teguh Darmawan, Wahyu Dwianto, Yusup Amin, Kurnia Wiji Prasetyo dan Bambang Subiyanto

### Abstract

Bending LVL (*Laminated Veneer Lumber*) is a more efficient method to manufacture bent wood components compare to other methods in raw materials point of view. The Bending LVL was made from Sengon veneers by cold press process with variation of Water Based Polymer-Isocyanate adhesive of 250, 280, 310 g/m<sup>2</sup> and bend radius of 200, 300, 400 mm. The results showed that the physical properties of Bending LVL made by using Water Based Polymer-Isocyanate adhesive and cold press process was fit with JAS 1639/1986 standard. The optimum adhesive concentration and bend radius was 250 g/m<sup>2</sup> and 20 cm, respectively.

**Key words:** Bending LVL, adhesive concentration, bend radius, physical properties.

### Pendahuluan

Kayu berbentuk lengkung telah lama digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan umumnya diaplikasikan pada produk-produk *furniture* maupun pada komponen bangunan perumahan. Pelengkungan kayu merupakan bagian dari proses pengerjaan kayu untuk produk yang menghendaki bentuk lengkung (Malik *et al.* 2006). Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kayu berbentuk lengkung, diantaranya (1) cara konvensional, yaitu dengan memotong balok kayu menjadi bentuk lengkung dan disambung sehingga didapatkan bentuk lengkung yang diinginkan, (2). pelengkungan kayu *solid* (Darmawan *et al.* 2005; 2006; 2007).

Kedua metode pembuatan kayu lengkung tersebut masing-masing memiliki kelebihan serta kekurangan. Ditinjau dari prosesnya, cara konvensional paling mudah dikerjakan, karena hanya menggunakan peralatan dan teknik pemotongan kayu yang sederhana. Namun proses ini banyak membuang bahan baku kayu dan arah serat kayunya terputus atau tidak mengikuti arah kelengkungan. Pelengkungan kayu *solid* sampai saat ini terus dikembangkan untuk mendapatkan metode pelengkungan kayu *solid* yang lebih efisien, mengingat dalam pelengkungan kayu *solid* memerlukan peralatan dan teknik yang khusus, serta banyak hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain jenis kayu yang dipakai. Cara ini juga masih mempunyai keterbatasan, yaitu ketebalan kayu dan radius yang dapat dilengkungkan. Kelebihan dari kayu lengkung *solid* adalah memiliki kekhasan alami, karena tekstur seratnya tidak terpotong. Hal tersebut juga akan mempengaruhi sifat mekaniknya.

*Laminated Veneer Lumber* (LVL) sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku struktural maupun non struktural, seperti konstruksi bangunan, industri *furniture*, bahan lantai kayu, dan sebagainya (Eckelman 1993, Wong *et al.* 1996), karena dapat dibuat dengan ketebalan yang diinginkan.

Penelitian tentang LVL telah banyak dilakukan dari *veneer* berbagai jenis kayu dan penggunaan perekatnya. Ada dua metode dalam proses pembuatannya sehubungan dengan penggunaan perekatnya, yaitu proses panas dan proses dingin. Perbedaan mendasar dari kedua proses ini adalah pemakaian energi panas.

Pada penelitian ini dibuat LVL dalam bentuk lengkung dengan memvariasikan berat labur dan radius lengkungnya. Pelengkungan LVL ini dilakukan dengan merekatkan dan mengklek lembaran *veneer* menggunakan perekat *Water Based Polymer-Isocyanate* pada suatu cetakan yang berbentuk lengkung. Proses pelengkungan LVL ini diperkirakan lebih mudah jika dibandingkan dengan pelengkungan kayu *solid* yang membutuhkan panas dan akan mendapat ketebalan yang diinginkan. *Veneer* didapat dari kayu gelondongan (*log*) yang disayat/ dikupas, sehingga diperoleh lembaran-lembaran kayu yang tipis. Proses ini mengurangi pemborosan bahan baku kayu pada proses pemotongan. Selain itu, lembaran *veneer* yang tipis akan lebih fleksibel, sehingga dapat dengan mudah dilengkungkan dengan radius/bentuk yang bervariasi.

Proses pembuatan LVL lengkung ini mengacu kepada Draft Paten tentang Proses pembuatan *Laminated Veneer Board* (LVB) dengan Perekat *Water Based Polymer-Isocyanate* (Subiyanto *et al.* 2008). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik dari LVB dengan memvariasi berat labur perekat, cara labur dan susunan *veneer*, menggunakan *veneer* kayu Sengon dan Karet. Hasil penelitian tersebut dijadikan acuan untuk diaplikasikan dalam pembuatan LVL berbentuk lengkung untuk mengetahui sifat fisik LVL lengkung dengan memvariasi berat labur dan radius lengkung.

Berdasarkan tujuan tersebut diharapkan bahwa desain bentuk lengkung berbahan *veneer* memungkinkan penggunaan bahan baku yang lebih efisien dan lebih mudah dalam proses pengerjaannya serta dapat

dikembangkan penggunaannya untuk memenuhi produk-produk yang memiliki desain lengkung.

## Bahan dan Metode

### Bahan Penelitian

Bahan utama pembuatan LVL lengkung ini adalah *veneer* dan perekat. *Veneer* dibuat dari kayu cepat tumbuh (*fast growing species*), yaitu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dengan ketebalan  $\pm 2$  mm. *Veneer* tersebut dipotong searah serat kayu (*longitudinal*) dengan lebar 50 mm dan panjang disesuaikan dengan kebutuhan yang dihitung berdasar radius (R) sisi luar dan dilebihi masing-masing 20 mm. Potongan *veener* dikeringkan hingga kadar air 4 ~ 6%. LVL lengkung ini dibuat dengan target ketebalan 20 mm, sehingga setiap contoh uji memerlukan 10 lembar *veneer*.

Perekat yang digunakan adalah jenis *Isocyanate* yang reaktif terhadap air (*water base*) dari merek *Water Based Polymer-Isocyanate* berupa resin (KR 7800) dan *Crosslinker* (AJ1) dengan perbandingan 100/15 (% berat). Karakteristik tentang perekat jenis *Isocyanate* ini dilaporkan oleh Yanto *et al.* (2005).

Peralatan utama yang dipakai dalam pembuatan LVL lengkung ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini:

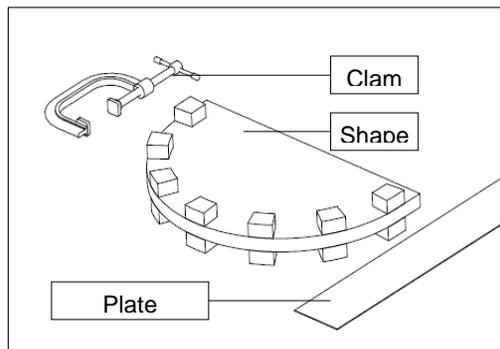


Figure 1. Bending equipments.

### Radius Kelengkungan LVL

Dalam teknik pelengkungan kayu, besar-kecilnya radius dan ketebalan kayu mempengaruhi tingkat kesulitan dan keberhasilan pelengkungan. Rasio radius/tebal memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung pada jenis kayu yang digunakan. Pelengkungan LVL dari berbagai jenis *veneer* kayu pada radius minimum yang mungkin dilakukan memiliki rasio radius/tebal antara 29-70 (Stevens dan Turner 2005). Pada penelitian ini radius kelengkungan minimum ditetapkan pada rasio 100 atau radius kelengkungan 20 cm untuk memperkecil kegagalan yang mungkin terjadi. Variasi radius kelengkungan diberikan secara berturut-turut (R) 20, 30, dan 40 cm.

### Cetakan dan Perlengkapannya

Cetakan dibuat setengah lingkaran dengan radius kelengkungan disesuaikan dengan radius kelengkungan yang telah ditetapkan. Cetakan serta perlengkapannya diilustrasikan pada Gambar 1. Penjepit yang digunakan adalah klem C ukuran 4 inchi dan klem fleksibel (dapat diatur panjang jangkauan penjepitannya). Sedangkan plat fleksibel memiliki lebar 100 mm, tebal 1 mm dengan panjang disesuaikan dengan panjang keliling cetakan.

### Proses Pelengkungan

*Veneer* yang telah dipersiapkan dilabur dengan perekat. Cara pelaburan dilakukan pada ke dua permukaan (*double spread*) dengan berat labur 250, 280, dan 310 g/m<sup>2</sup>. Selanjutnya *veneer* disusun di antara dua plat fleksibel dan kemudian diklem pada cetakan selama 24 jam. Contoh uji yang telah melengkung dikondisikan pada suhu ruang selama minimal 3 hari sebelum dilakukan pengujian.

### Pengujian

Pengujian yang dilakukan difokuskan pada pengujian fisik, yaitu kerapatan, pengembangan tebal, penyerapan air, delaminasi, dan fiksasi. Pengujian fisik yang dilakukan merujuk pada standar JAS for LVL No.1639 tahun 1986. Pengambilan contoh uji untuk mengetahui kerapatan, pengembangan tebal, dan penyerapan air dilakukan dengan cara memotong pada setengah dan seperempat lengkungan LVL lengkung dengan panjang masing-masing 5 cm, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

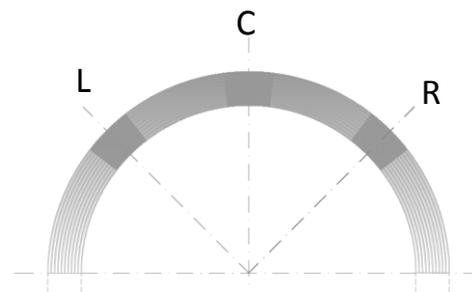


Figure 2. LVL samples for the tests.

Untuk mengetahui delaminasi dan fiksasi digunakan contoh uji utuh LVL lengkung. Pengukuran tingkat fiksasi berdasarkan perubahan panjang tali busur setelah dilakukan perendaman selama 24 jam, dihitung dengan rumus:

$$PRL = \frac{l - l_0}{l_0} 100\%$$

dimana,

$l_0$  = Panjang tali busur sebelum perendaman

$l$  = Panjang tali busur setelah perendaman

## Hasil dan Pembahasan

### Kerapatan

Kerapatan dari kayu ataupun komposit kayu merupakan salah satu parameter dan umumnya dapat memprediksi sifat kekuatannya. Pada komposit kayu, kerapatan ditentukan oleh jenis kayu dan kondisinya, susunan dari komponen yang digunakan dalam membuat komposit kayu, jenis perekat, dan beberapa parameter lainnya seperti tekanan, temperatur, durasi waktu penekanan dan lain-lain (Shukla dan Kamdem 2008). Nilai rata-rata kerapatan LVL lengkung dari setiap perlakuan yang dihasilkan tidak jauh berbeda, yaitu berkisar di antara 0.38 ~ 0.47 g/cm<sup>3</sup> (Tabel 1). Besarnya kerapatan tersebut merupakan cerminan dari penyusunnya, yaitu *veneer* Sengon yang memiliki kerapatan 0.33 ~ 0.50 g/cm<sup>3</sup> (Lemmens *et al.* 1995).

Tabel 1. Average specific gravity of bent LVL samples. (g/cm<sup>3</sup>)

Radius (cm)	Glue Spread (g/m <sup>2</sup> )		
	250	280	310
R20	0.41	0.45	0.47
R30	0.42	0.46	0.46
R40	0.43	0.43	0.44

### Penyerapan Air dan Pengembangan Tebal

Kayu akan mengembang jika air memasuki struktur dinding sel dan sebaliknya akan menyusut jika kehilangan air terikat. Besarnya nilai pengembangan dan penyusutan kayu mempunyai hubungan yang linear dengan besarnya air yang terikat dalam dinding sel kayu (Haygreen dan Bowyer 1996). Demikian pula pada LVL, pengembangan bisa terjadi karena LVL tersebut masih mempunyai pori dan dinding sel seperti kayu *solidnya*. Akan tetapi nilainya akan lebih kecil karena adanya pengaruh faktor perekatan dan pengempaan.

Penyerapan air pada contoh uji memiliki nilai yang bervariasi baik pada pengujian perebusan 2 jam maupun

perendaman 24 jam. Contoh uji yang direbus 2 jam cenderung memiliki penyerapan air yang lebih rendah bila dibanding dengan contoh uji yang direndam 24 jam demikian pula pengembangan tebalnya. Besarnya nilai rata-rata penyerapan air dan pengembangan tebal disajikan pada Tabel 2. Dari tabel tersebut terlihat pengaruh perlakuan variasi berat labur, dimana semakin banyak berat labur yang diberikan, maka kecenderungan sifat penyerapan maupun pengembangan tebalnya lebih kecil. Pengembangan tebal seluruh contoh uji, baik yang direbus 2 jam maupun direndam 24 jam telah memenuhi standar JAS yang menetapkan pengembangan tebal maksimal sebesar 7%.

### Delaminasi

Suatu batang kayu yang dilengkungkan sebelum batas kritisnya akan berusaha kembali ke bentuk semula (*spring back*). Pada LVL lengkung ini gaya tersebut dapat direkam oleh perekat sehingga tidak terjadi perubahan bentuk ataupun kerusakan lainnya. Oleh karena itu kekuatan perekat menjadi faktor utama dalam menjaga agar LVL lengkung tidak mengalami kerusakan pada berbagai kondisi perlakuan. Seperti terlihat dalam Gambar 3, hasil pengujian LVL lengkung menunjukkan bahwa delaminasi masih terjadi pada contoh uji potongan dengan berat labur 250 dan 280 g/m<sup>2</sup>, yaitu berkisar di bawah 6.5%; sedangkan pada berat labur 310 gr/m<sup>2</sup> tidak terjadi delaminasi, hal ini menandakan perekatan LVL lengkung dengan berat labur 310 g/m<sup>2</sup> cukup baik.

Namun hasil tersebut tidak tercermin pada contoh uji yang utuh. Setelah dilakukan perendaman 24 jam, seluruh contoh uji yang utuh mengalami delaminasi. Hal ini juga diungkapkan oleh Yanto *et al.* (2005) yang menggunakan contoh uji kayu lamina berupa papan kayu yang tidak rata dan melengkung. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa walaupun pada awalnya contoh uji papan kayu lamina sudah terbentuk rapat pada garis rekatnya, papan tersebut akan kembali melengkung setelah direndam dan dikeringkan kembali, sehingga terjadi delaminasi yang sangat tinggi.

Tabel 2. The average value of water absorption (%) and thickness swelling (%) of sample.

Radius vs Glue Spread (g/m <sup>2</sup> )		Boiling 2 hr			Boiling 24 hr		
		250	280	310	250	280	310
Water Absorption (%)	R20	77.6	72.9	71.7	98.4	95.0	92.1
	R30	78.8	71.7	65.8	99.0	95.3	90.9
	R40	75.9	73.5	65.8	104.7	99.2	98.5
Thickness Swelling (%)	R20	3.9	3.3	2.6	4.5	4.1	3.8
	R30	2.8	2.7	2.4	4.1	3.5	3.0
	R40	2.8	2.4	2.3	4.0	3.9	3.5

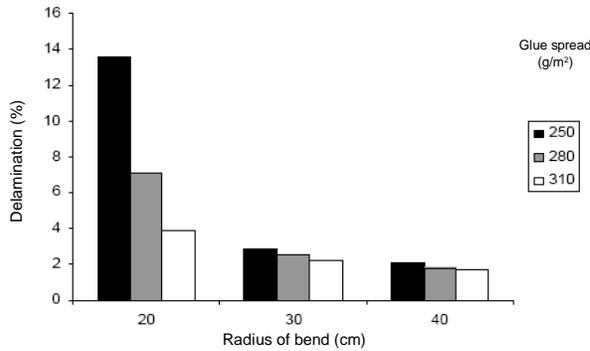
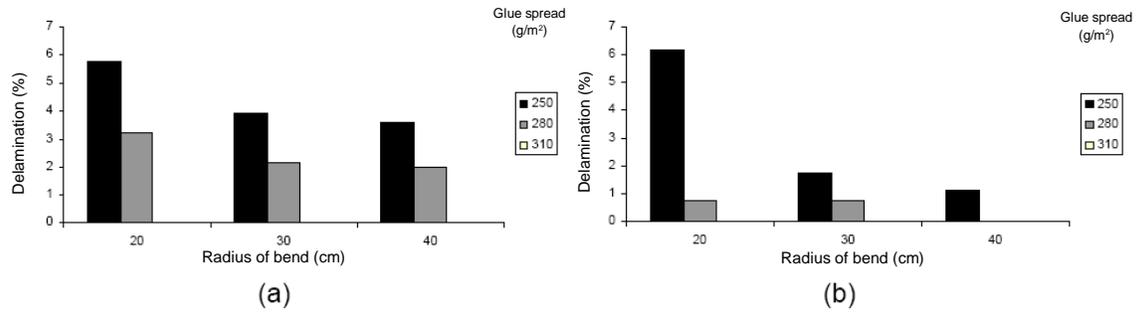


Figure 3. Delamination value  
 (a) Soaking 24 hr  
 (b) Boiling 2 hr  
 (c) Delamination of solid sample after Soaked 24 hr

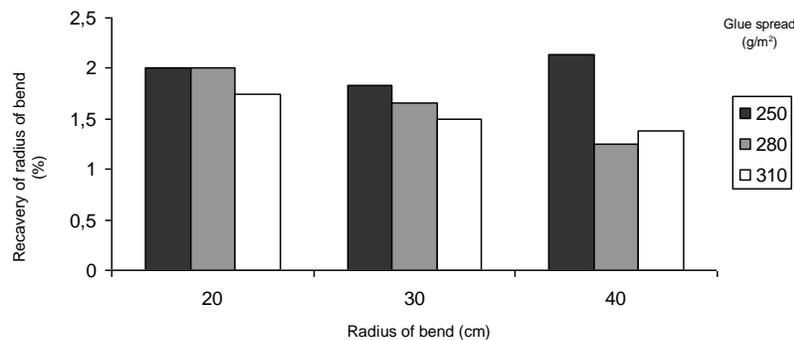


Figure 4. Recovery of set of bending LVL.

Pada penelitian ini terlihat adanya pengaruh variasi berat labur dan radius kelengkungan, dimana semakin banyak perekat atau berat labur dan semakin besar radius kelengkungannya, maka tingkat delaminasinya semakin mengecil. Besarnya nilai delaminasi yang dipersyaratkan untuk LVL menurut standar JAS adalah sebesar  $\leq 10\%$ . Seluruh contoh uji masih dalam kisaran nilai yang dipersyaratkan, kecuali contoh uji dengan berat labur 250 dan radius 20 cm.

#### Fiksasi

Mekanisme fiksasi pada pelengkungan LVL berbeda dengan pelengkungan kayu *solid*. Fiksasi pada pelengkungan kayu *solid* dapat terjadi karena adanya perubahan komponen kimia dari kayu yang dilengkungkan, sedangkan pada LVL disebabkan oleh pengerasan perekat yang digunakan. Dari hasil pengujian

contoh uji setelah dilakukan perendaman air dingin dan dikeringkan, tingkat fiksasi atau pemulihan radius lengkung berkisar di bawah 2.1% (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa perekat mempunyai kekuatan perekatan yang cukup baik, sehingga dapat menjaga LVL lengkung untuk tidak berubah bentuk.

#### Kesimpulan

Aplikasi perekat *Water Based Polymer-Isocyanate* pada pembuatan LVL lengkung dengan proses dingin berbahan baku *veneer* Sengon memiliki sifat fisik sesuai dengan standar JAS 1639/1986. Berdasarkan pada sifat fisik yang diuji, berat labur dan radius kelengkungan mempengaruhi karakteristik LVL lengkung.

## Daftar Pustaka

- Darmawan, T; Jayadi; Sudijono; Y. Amin; I. Wahyuni; W. Dwianto. 2005. Modifikasi Alat Pelengkung Kayu Skala Pilot dengan menggunakan Pemanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 4 (1): 1-8.
- Darmawan, T.; W. Dwianto; Y. Amin; Sudarmanto; I. Wahyuni. 2006. Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Tingkat Fiksasi Pelengkungan Kayu Kepuk (*Sterculia* sp.) Skala Pemakaian. *Prosiding Seminar Nasional IX MAPEKI, Banjarbaru*.
- Darmawan, T.; W. Dwianto; Y. Amin. 2007. Fiksasi Kayu Lengkung dengan Pemanasan Oven. *Prosiding Seminar Nasional X MAPEKI, Pontianak*.
- Eckelman, C.A. 1993. Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture. *Forest Product Journal* 43(4):19-24.
- Haygreen, J. G. dan J. L. Bowyer. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lemmens, R.H.M.J. I. Soerianegara and W.C. Wong. 1995. *Plant Resources of South-East Asia* 5, (2) Timber trees: Minor commercial timbers.
- Malik, J.; K. Yuniarti; Jasni; O. Rachman. 2006. Pengaruh Pengukusan dan Perendaman dengan NaOH terhadap Pelengkungan Kayu Rasamala (*Altingia excelsa* Noronha), Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Marasi (*Hymenaea courbaril* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 4(2): 61-65.
- Subiyanto, B.; Subyakto; K.W. Prasetyo; Ismadi. 2008. Proses Pembuatan *Laminated Veneer Board* (LVB) dari Venir Kayu Sengon dan Kayu Karet dengan Perekat *Water Based Polymer-Isocyanate*. Paten Application Number: P 00200800779.
- Shukla S. R. and D.P. Kamdem. 2008. Properties of Laminated Veneer Lumber (LVL) Made with Low Density Hardwood Species: Effect of the Pressure Duration, *Holz Roh Werkst* 66: 119-127
- Stevens, W.C. and N. Turner. 2005. Wood Bending and Forming, <http://www.valuecreatedreview.com/bentwood.htm> (23 Mei 2007)
- Wong, E.D.; A.K. Razali; S. Kawai. 1996. Properties of Rubber Wood LVL Reinforced with Acacia Veneers. *Wood Research* 83:8-16
- Yanto, D.H. Y.; W. Fatiasari; E. Hermiati. 2006. Fortifikasi Deernol 33E dan PI-120 pada Perekat Lateks Karet Alam-Stirena. *Widyariset* 9:49-54.
- Teguh Darmawan, Wahyu Dwianto, Yusup Amin, Kurnia Wiji Prasetyo dan Bambang Subiyanto  
UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
(*Research & Development Unit for Biomaterials  
Indonesian Institute of Sciences*)  
Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Bogor  
Tel. : 021 - 87914511  
Fax. : 021 - 87914510  
E-mail : dharna\_4e@yahoo.com