

# Analisa Kuat Lentur Balok Kayu Sintetis Dengan Penguatan Plat Besi Sistem Perletakan Luar

Ghoyi Prastiyo<sup>1</sup>, Dwi Sat Agus Yuwana<sup>2</sup>, Muhamad Amin<sup>3</sup>  
(1) Penyusun, (2) Dosen Pembimbing I, (3) Dosen Pembimbing II  
Fakultas Teknik Universitas Tidar  
Email: ghoyi1214@gmail.com

## INTISARI

Produksi kayu di Indonesia yang terus bertambah dapat memunculkan penebangan liar dan perdagangan kayu secara ilegal. Kayu sintetis atau kayu komposit merupakan kayu yang biasa digunakan dalam penggunaan perabot rumah tangga seperti rak, lemari, penyekat dinding, laci, lantai dasar, plafon, dan penggunaan konstruksi kayu lainnya. Pengujian balok kayu sintetis mengacu ASTM D4761-02a dengan 12 sampel uji dengan ukuran 40 x 5 x 7 cm yang terbagi menjadi 4 variasi. Sampel uji ditambahkan penguatan plat besi perletakan luar yang berbeda yaitu 0%, 30%, 60%, 100% dari panjang bentang dengan analisis data anova single faktor dan analisis regresi. Pengujian kuat lentur mendapatkan hasil rata-rata kayu sintetis tanpa perkuatan 32,2 kg/cm<sup>2</sup>, kayu sintetis yang diperkuat plat besi 30% menghasilkan nilai rata-rata 32,9 kg/cm<sup>2</sup>, kayu sintetis yang diperkuat plat besi 60% menghasilkan nilai rata-rata 49,1 kg/cm<sup>2</sup>, kayu sintetis yang diperkuat plat besi 100% menghasilkan nilai rata-rata 66,1 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan perhitungan kuat lentur memperlihatkan setiap kenaikan variasi perkuatan plat besi pada balok kayu sintetis terjadi beda nyata.

Kata Kunci: kayu sintetis, variasi plat besi, kuat lentur

## ABSTRACT

*Increasing timber production in Indonesia can lead to illegal logging and illegal timber trade. Synthetic wood or composite wood is wood commonly used in the use of household furniture such as shelves, cabinets, wall insulation, drawers, ground floor, ceiling, and other wood construction uses. Testing of synthetic wood beams refers to ASTM D4761-02a with 12 test samples with a size of 40 x 5 x 7 cm which is divided into 4 variations. The test sample was added with different reinforcement of outer plate iron plates, namely 0%, 30%, 60%, 100% of the span length with single factor ANOVA data analysis and regression analysts. The flexural strength testing obtained an average yield of synthetic wood without reinforcement of 32.2 kg / cm<sup>2</sup>, synthetic wood reinforced with 30% iron plate resulting in an average value of 32.9 kg / cm<sup>2</sup>, synthetic wood reinforced with 60% iron plate producing a flat value 49.1 kg / cm<sup>2</sup>, synthetic wood reinforced with 100% iron plate produces an average value of 66.1 kg / cm<sup>2</sup>. Based on the calculation of flexural strength shows that each increase in the variation of iron plate reinforcement on synthetic wood beams has a significant difference.*

*Keywords: synthetic wood, iron plate variations, flexural strength*

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki hasil hutan yang sangat melimpah, dari hasil hutan yang ada bermanfaat bagi konstruksi di Indonesia, salah satu hasil hutan yang sering digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Kayu memiliki sifat yang mudah dibentuk, pengerjaannya dapat menggunakan alat yang sederhana, berat jenisnya yang ringan dan mudah diperoleh. Kayu juga mudah diurai oleh alam yang berarti tidak mencemari lingkungan.

Produksi hasil hutan Indonesia tahun 2015 berupa kayu bulat sebesar 29.447.109 m<sup>3</sup>, kayu gergajian sebesar 1.765.080 m<sup>3</sup> dan kayu lapis sebesar 3.640.630 m<sup>3</sup> dalam jangka waktu setahun dan angka ini bertambah setiap tahunnya (Badan pusat Statistik, 2015). Kebutuhan kayu yang terus

bertambah dapat memunculkan penebangan liar dan perdagangan kayu secara ilegal yang sangat merugikan negara dan berdampak besar terhadap lingkungan. Jumlah kasus perdagangan kayu ilegal pada tahun 2015 sebanyak 141 kasus, jumlah ini mengalami penurunan dari tahun sebesar 210 kasus (Badan Pusat Statistik, 2015). Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dilakukan suatu usaha untuk mengurangi pemakaian kayu secara total, dengan cara mencari bahan baku alternatif melalui perkembangan teknologi pengolahan kayu dari bahan baku berlignoselulosa. Dengan latar belakang diatas penulis memandang perlu diadakan penelitian mengenai bagaimana "analisis kuat lentur balok kayu sintetis dengan penguatan plat besi sistem perletakan luar". untuk mendapatkan alternatif baru dalam teknologi kayu sintetis yang terbuat dari berbagai macam campuran bahan-bahan dengan menggunakan limbah kertas sak semen yang dileburkan menjadi bubur kertas, semen, air, *casting*

semen, perekat dan penguat dengan prosentase yang telah ditentukan. Diharapkan mempunyai kuat lentur yang baik sesuai standart (ASTM D4761-02a).

### A. Kayu Sintetis

Kayu Sintetis atau komposit merupakan kayu yang biasa digunakan dalam penggunaan perabot rumah tangga, rak, lemari, penyekat dinding, laci, lantai dasar, plafon, dan penggunaan konstruksi kayu lainnya. Kayu komposit yang berkualitas tinggi biasanya digunakan untuk bangunan seperti rumah prefabrikasi (*prefabricated house*).

Salah satu produk komposit kayu yang terbuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen dan lem sebagai bahan perekatnya (Sutigno, dkk. 1977). Perbandingan antara partikel dan semen dalam pembuatan kayu sintetis partikel adalah 1,00:2,75(Bison, 1975). Berdasarkan perbandingan tersebut diketahui bahwa semen merupakan bagian dominan dari keseluruhan bahan yang digunakan dalam pembuatan kayu sintetis. Dilain pihak, harga semen lebih mahal dibandingkan dengan harga bahan baku lainnya yang diperlukan untuk produksi kayu sintetis. Sehingga biaya produksi kayu sintetis sebagian besar dipengaruhi oleh harga dari semen itu sendiri.

### B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besar kuat lentur kayu sintetis dengan berbagai macam variasi perkuatan Plat Besi.
2. Mengetahui pengaruh penambahan plat besi terhadap kuat lentur kayu sintetis.

### C. Kelas Kayu

PKKI (2002) membedakan kelas kayu menjadi 5 (lima) kelas kekuatan dan 5 (lima) kelas awet kayu.

Tabel 1. Kelas Awet Kayu

Kondisi Konstruksi	Kelas Awet / Umur Konstruksi				
	I	II	III	IV	V
Berhubungan dengan tanah lembab	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Pendek	Pendek
Terbuka Namun terlindung dari matahari dan hujan	20 tahun	15 tahun	10 tahun	Pendek	Pendek
Terlindungi dari udara bebas tapi tidak di coating	Tak terbatas	Tak terbatas	Cukup Lama	Pendek	Pendek
Terlindungi dari udara bebas dan dicoating	Tak terbatas	Tak terbatas	Tak terbatas	20 tahun	20 tahun
Diserang hama/rayap	Tidak	Jarang	Agak Cepat	Cepat	Cepat

### D. Sifat Mekanis Kayu

Sifat mekanis kayu adalah kemampuan atau kekuatan untuk menahan beban pada kayu. menyatakan sifat mekanik terkait dengan kekuatan kayu yaitu kemampuan untuk menahan muatan dari luar, gaya dari luar yang dimaksud adalah gaya yang mempunyai kecenderungan untuk mengubah bentuk dan volume benda. Longsor translasi: Jenis longoran ini berupa gerakan massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk merata atau menggelombang landai

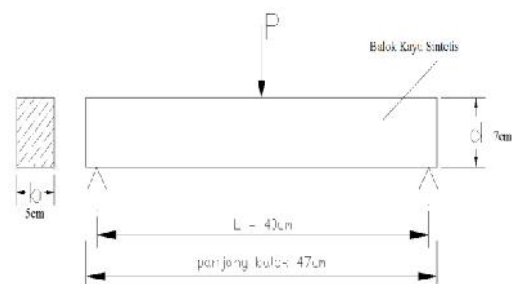
Menurut Timoshenko dan Gere (1996), berdasarkan teori mekanika untuk tegangan geser balok tampang segi empat yang dibebani gaya transversal statik akan timbul tegangan dan regangan internal sebagai bentuk perilaku perlawanan balok. Tegangan dan regangan adalah kekuatan yang terjadi untuk menahan gaya-gaya yang membebani balok.

### Metodologi Penelitian

#### A. Persiapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan meliputi pembuatan kayu sintetis dimana penelitian ini akan dilakukan di pabrik CV.SUPRA Jl. Sawangan km. 1 Blabak, Magelang. Balok kayu sintetis dibuat sampel sebanyak 12 dengan 4 jenis variasi perkuatan plat besi dan setiap variasi dibuat 3 buah balok kayu sintetis dengan perincian sebagai berikut:

1. Kayu sintetis tanpa penambahan pelat besi sebanyak 3 buah.
2. Kayu sintetis dengan penambahan pelat besi 30 % sebanyak 3 buah.
3. Kayu sintetis dengan penambahan pelat besi 60 % sebanyak 3 buah.
4. Kayu sintetis dengan penambahan pelat besi 100 % sebanyak 3 buah



Gambar. 1. Sketsa balok kayu sintetis

## B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jangka sorong, timbangan, oven, alat uji kuat lentur (UTM), alat cetak kayu sintetis, blender, meteran, ember. Bahan yang digunakan penelitian yaitu semen, casting semen, bubuk sak semen, dan lem fox putih.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji Penelitian

Jenis	Kode Benda Uji	Jumlah
Kayu Sintetis tanpa perkuatan Plat Besi	BKS 1 BKS 2 BKS 3	3
Kayu Sintetis dengan perkuatan Plat Besi sepertiga bagian	BKS.PS 1 BKS.PS 2 BKS.PS 3	3
Kayu Sintetis dengan perkuatan Plat Besi dua pertiga bagian	BKS.PD 1 BKS.PD 2 BKS.PD 3	3
Kayu Sintetis dengan perkuatan Plat Besi penuh	BKS.PP 1 BKS.PP 2 BKS.PP 3	3
Jumlah Benda Uji		12

## C. Tahap Penelitian

- 1) Tahap Persiapan pembuatan kayu sintetis, tahap ini meliputi mempersiapkan alat dan bahan yaitu bubuk sak semen, semen, casting semen, lemfox, dan air. Alat pencetakan kayu sintetis secara lebih jelas, yang digunakan ditunjukkan dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Cetak Kayu Sintetis

lalu dilanjutkan dengan pembuatan kayu sintetis sebanyak 12 sampel. Dengan penambahan penguat plat besi sistem perletakan luar sebanyak 4 variasi, dan siap diuji untuk mengetahui nilai beban maksimal sebagai acuan perhitungan kuat lentur atau MOR.

## Hasil dan Pembahasan

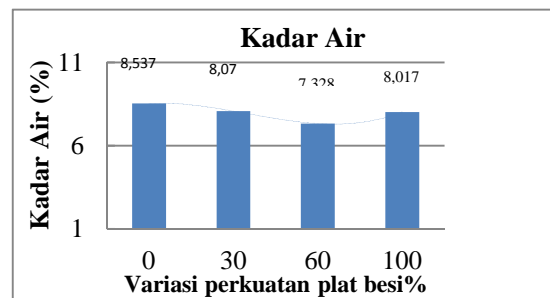
### A. Hasil

#### 1. Pengujian Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengambil sampel sebagian benda uji sebanyak dua buah yang selanjutnya ditimbang dan ditetapkan sebagai B1 atau berat kering udara. Benda uji dimasukkan ke dalam oven dengan pengaturan suhu 80<sup>0</sup> C dan didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya benda uji dikeluarkan dari oven dan ditimbang. Hasil timbangan dinyatakan sebagai B2 atau berat kering oven.

Tabel 3. Pengujian Kadar Air

No	Nama Benda	d (cm)	b (cm)	L (cm)	Berat Udara Kering		Kadar Air (%)	Rata-Rata
					B1 (gr)	B2 (gr)		
1	BKS	7	5	5	231	216	9,722	8,537
					219	204	7,352	
2	BKSSP	7	5	5	222	206	7,766	8,07
					220	203	8,374	
3	BKSDP	7	5	5	239	224	6,696	7,328
					217	201	7,96	
4	BKSP	7	5	5	226	210	7,619	8,017
					219	202	8,415	



Gambar 3. Grafik Kadar Air Benda Uji

#### 2. Pengujian Kerapatan Kayu

Perhitungan dan pengujian kerapatan dimulai dengan mengukur dan menimbang berat dan dimensi sampel benda uji kondisi kering udara. Dimensi digunakan untuk mencari volume benda uji. Kerapatan kayu sintetis dipengaruhi oleh besarnya tekanan yang diberikan saat dipres menggunakan alat hidrolik, sehingga mempersempit rongga-rongga udara dan meminimalisir kandungan air dalam campuran.

Tabel 4. Pengujian Kerapatan Kayu

No	Nama	Berat (gr)	Dimensi			Volume (cm <sup>3</sup> )	Kerapatan (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-Rata (gr/cm <sup>3</sup> )
			P (cm)	L (cm)	T (cm)			
1	BKS	231	5	5	7	175	1.320	1.285
		219	5	5	7	175	1.251	
2	BKSSP	222	5	5	7	175	1.268	1.262
		220	5	5	7	175	1.257	
3	BKSDP	239	5	5	7	175	1.365	1.302
		217	5	5	7	175	1.240	
4	BKSP	226	5	5	7	175	1.291	1.271
		219	5	5	7	175	1.251	



Gambar 4. Grafik Kerapatan Kayu

### 3. Berat Jenis Kayu Sintetis

Berat jenis merupakan perbandingan antara kerapatan kayu dengan kerapatan air yang memiliki kerapatan sebesar 1 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabel 5. Berat Jenis Kayu Sintetis

No	Nama benda uji	Berat (gr)	Dimensi			Volume		BJ (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-Rata (gr/cm <sup>3</sup> )
			p	l	t	(cm <sup>3</sup> )	(gr/cm <sup>3</sup> )		
1	BKS	231	5	5	7	175	1,320	1,32	1,285
		219	5	5	7	175	1,251	1,251	
2	BKSPS	222	5	5	7	175	1,268	1,268	1,262
		220	5	5	7	175	1,257	1,257	
3	BKSPD	239	5	5	7	175	1,365	1,365	1,302
		217	5	5	7	175	1,24	1,24	
4	BKSPPP	226	5	5	7	175	1,291	1,291	1,28
		219	5	5	7	175	1,268	1,268	

### 4. Beban Maksimum Kayu Sintetis



Gambar 4. Pembebanan Kayu Sintetis

Tabel 6. Beban Maksimum Kayu Sintetis

No	Nama	Perkuatan	Berat kayu (kg)	Beban (kg)	Rata-Rata (kg)
		(%)			
1	BKS	0	2,449	150	141,7
	BKS	0	2,106	150	
	BKS	0	1,943	125	
2	BKSSP	30	2,151	150	150
	BKSSP	30	1,945	150	
	BKSSP	30	2,455	150	
3	BKSDP	60	1,937	200	233,3
	BKSDP	60	2,165	200	
	BKSDP	60	2,474	300	
4	BKSPP	100	2,012	350	308,3
	BKSPP	100	2,033	350	
	BKSPP	100	1,649	225	

### 5. Kuat Lentur

Sifat mekanis kayu sintetis yang diuji adalah kuat lentur.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kuat Lentur/Modulus Of Rapture (MOR)

No	Nama	Perkuatan	Berat kayu (kg)	Beban (kg)	Rata-Rata (kg)
		(%)			
1	BKS	0	2,449	150	141,7
	BKS	0	2,106	150	
	BKS	0	1,943	125	
2	BKSSP	30	2,151	150	150
	BKSSP	30	1,945	150	
	BKSSP	30	2,455	150	
3	BKSDP	60	1,937	200	233,3
	BKSDP	60	2,165	200	
	BKSDP	60	2,474	300	
4	BKSPP	100	2,012	350	308,3
	BKSPP	100	2,033	350	
	BKSPP	100	1,649	225	

Penambahan plat besi secara teratur mampu meningkatkan kuat lentur kayu sintetis. Plat besi mampu memberikan pengaruh terhadap beban yang diterima oleh kayu. Nilai kuat lentur pada kayu sintetis menunjukkan ketahanan sampai kayu mengalami retak saat diberikan pembebanan. Retak kayu sintetis dengan perkuatan plat besi mempunyai kesamaan keretakan yaitu retak pada bagian bawah kayu memanjang ke sebelah kanan dan kiri balok sintetis dari pusat retak.

Cacat kayu BKS, BKSSP, BKSDP dan BKSPPP ditunjukkan pada Gambar 4.5., Gambar 4.6, Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Kayu sintetis BKS memiliki cacat yang berbeda dengan yang kayu sintetis lain yaitu terjadi patah. Penambahan plat besi dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi dan meningkatkan kelenturan kayu sintetis.



Gambar 4.5. Retak Kayu Sintetis BKS



Gambar 4.5. Retak Kayu Sintetis BKSP



Gambar 4.5. Retak Kayu Sintetis BKSSP



Gambar 4.5. Retak Kayu Sintetis BKSDP

#### D. Pembahasan

##### 1. Analisa Anova Single Factor MOR

Terdapat perbedaan nilai kuat lentur antara kayu sintetis masing-masing perlakuan. Untuk mengetahui hubungan penambahan plat besi dengan kuat lentur kayu sintetis maka dilakukan analisis. Analisis yang dipakai yaitu Analisa *Anova Single Factor* guna menguji hipotesis komparatif terhadap sampel. Hasil Analisa ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa Anova Single Faktor

Anova: Single Factor

##### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	159,98	53,33	56,58
Column 2	3	159,99	53,33	8,31
Column 3	3	206,5	68,83	72,72
Column 4	3	250,32	83,44	354,67

##### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1880,53	3	626,85	5,09	0,03	4,07
Within Groups	984,54	8	123,07			
Total	2865,08	11				

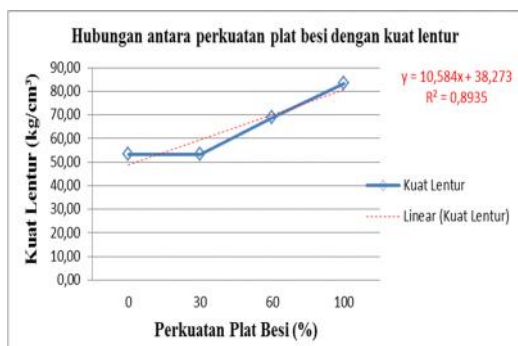
Berdasarkan *analisa anova single faktor* diatas nilai F hitung lebih besar dari pada nilai F Crit maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Kesimpulan antara kuat lentur kayu sintetis tanpa perkuatan dengan kayu sintetis dengan perkuatan Plat Besi ada pengaruh terhadap peningkatan kuat lentur Balok Kayu Sintetis.

Jadi terdapat perbedaan kuat lentur kayu sintetis sebelum perkuatan dan sesudah dilakukan perkuatan plat besi sebesar 30%, 60%, 100%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan penguatan plat besi, kuat lentur

/modulus of repture (MOR) balok sintetis mengalami peningkatan yang signifikan

## 2. Analisa Regresi

Analisa regresi digunakan untuk memprediksi seberapa jauh perubahan variable dependen dalam penelitian ini yaitu kuat lentur/ modulus of repture (MOR) sedangkan variable independent yaitu perkuatan plat besi, sehingga dapat dicari seberapa kuat hubungan antara kedua variable tersebut dengan analisa regresi.



Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perkuatan kawat galvanis dapat dihitung menggunakan koefisien determinasi ( $r^2$ ). Koefisien  $r^2$  dapat dihitung dengan mengkuadratkan nilai  $r$  ( $r^2 = 0,8935^2 = 0,7983$ ). Sehingga dapat diartikan bahwa kuat lentur kayu sintetis, sebesar 79,83 % dipengaruhi oleh nilai perkuatan plat besi yang diberikan, sisanya yaitu 20,17 % ditentukan oleh faktor lain.

## 3. Analisa Harga Kayu Sintetis

Dengan mengetahui mutu kayu sintetis, dari perhitungan rata-rata berat jenis kayu sintetis yaitu sebesar  $1,280\text{gr}/\text{cm}^3$  berdasarkan PKKI 1961 berat jenis  $>0,90$  termasuk kategori kayu kelas 1, berdasarkan perhitungan kuat lentur sebesar  $83,439\text{kg}/\text{cm}^3$  termasuk kategori kayu kelas V. Dari kayu sintetis yang diperkuat plat besi 100% sepanjang bentang dengan ukuran  $47\text{cm} \times 5\text{cm} \times 7\text{cm}$ . Setelah penentuan mutu kayu sintetis dapat menganalisa harga kayu dtunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Berat Jenis Kayu Sintetis

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Sak Semen	kg	0,600	Rp. 3.000	Rp. 1.800
2	Semen	kg	0,600	Rp. 6.000	Rp. 3.600
3	Lem Fox	kg	0,400	Rp. 15.000	Rp. 6.000
4	Casting Semen	kg	0,400	Rp. 10.000	Rp. 4.000
5	Plat Besi	m²	0,235	Rp. 34.000	Rp. 7.990
Total Harga					Rp. 23.390
Dibulatkan					Rp. 23.500

## Kesimpulan dan Saran

### 1) Kesimpulan

- Balok Kayu sintetis setelah diperkuat Plat Besi dapat meningkat kuat lenturnya. Dari hasil uji di laboratorium didapatkan beban maksimal yang mampu diterima oleh kayu sintetis  $350\text{ kg}$ , kuat lentur rata-rata. antara  $53,328\text{--}83,439\text{ kg}/\text{cm}^2$ . Nilai rata-rata kuat lentur tanpa perkuatan  $53,328\text{ kg}/\text{cm}^2$ , kayu sintetis dengan perkuatan plat besi 30% mendapatkan nilai rata-rata  $53,330\text{ kg}/\text{cm}^2$ , kayu sintetis dengan perkuatan plat besi 60% mendapatkan nilai rata-rata  $68,833\text{ kg}/\text{cm}^2$ , kayu sintetis dengan perkuatan plat besi 100% mendapatkan nilai rata-rata  $83,439\text{ kg}/\text{cm}^2$ .
- Berdasarkan analisa anova single faktor kuat lentur kayu sintetis tanpa perkuatan dan kayu sintetis dengan perkuatan pelat besi jelas ada pengaruhnya. Jadi terdapat perbedaan kuat lentur kayu sintetis sebelum perkuatan dan sesudah dilakukan perkuatan plat besi sebesar 30%, 60%, 100%. Dengan demikian bahwa dengan penambahan penguatan plat besi, kuat lentur/modulus of repture (MOR) balok sintetis mengalami peningkatan yang signifikan.

### 2) Saran

- Untuk menghasilkan peningkatan kuat lentur dari variasi penambahan perkuatan plat besi 0%, 30%, 60%, 100%. Pembuatan kayu sintetis dengan pemanfaatan penggunaan bahan yang berbeda agar dapat mengetahui nilai kekuatan kayu, dan penambahan perkuatan plat besi agar dibuat macam-macam variasi perletakan plat besi.
- Berdasarkan dari hasil penelitian diketahui nilai-nilai besaran kuat lentur kayu sintetis. Setelah dibuat produk kayu sintetis saat pengujian diperlukan jenis pengujian lain seperti uji kuat geser, kuat tekan, MOE.

## SITASI DAN DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1961, Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5, Jakarta.

Badan Pusat Statistik, 2015, Kehutanan, Riau.bps.id/publikasi-online/Riau dalam angka 2010/kehutanan. Html. Diakses 12 Desember 2015.

- Bison. 1975. Semen - Pabrik Partikel Terikat  
Diintegrasikan Dengan Biaya Rendah
- Sutigno, P., S. Kliwon dan S. Kamasudirdja. 1977.  
Sifat Papan Semen Lima Jenis Kayu.  
Laporan No 96. Lembaga Penelitian  
Hasil Hutan, Bogor.
- Gere dan Timoshenko, 2000, Mekanika Bahan Jilid  
1 Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.