

Analisis Struktur Gedung Kayu 6 Lantai Terhadap Beban Gempa Dan Beban Angin

MUHAMMAD NUR TAUFIEQUL AKHYAR, ERMA DESMALIANA, EUNEKEU WIDYANINGSIH

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email: mtaufiequlakhyar63@gmail.com

ABSTRAK

*Material kayu adalah salah satu bahan konstruksi yang memiliki daya tarik bagi masyarakat dari sudut pandang estetika dan arsitektur, Seiring jaman yang terus berkembang, terdapat beberapa penelitian tentang rekayasa material kayu yaitu teknik laminasi dari beberapa jenis kayu yang di buat per layer menjadi satu elemen struktur. Penelitian ini mengkaji perilaku struktur (deformasi, periode, dan frekuensi natural struktur) serta kapasitas maksimum dari jumlah lantai dari konstruksi bangunan kayu terhadap beban gempa dan beban angin menggunakan analisis program software ETABS 2018. Dari hasil perhitungan preliminary design, diperoleh dimensi elemen struktur yaitu balok ukuran 250 mm * 500 mm, kolom ukuran 250 mm * 250 mm. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa gedung kayu 6 lantai (Gedung Pendidikan) telah memenuhi syarat ketahanan gempa seperti gaya dasar seismik, simpangan antar lantai ijin, modal partisipasi massa dan pengaruh p-delta.*

Kata kunci: Struktur Kayu (Gedung Pendidikan), Gempa, Teknik Laminasi (Glulam), ETABS 2018, Respon Struktur.

ABSTRACT

*Wood material is one of the construction materials that appealing to the community from an aesthetic and architectural point of view. As time goes, there have been several studies on wood material engineering, namely lamination techniques from several types of wood which are made per layer into one structural element. This study examines the behavior of the structure (deformation, period, and natural frequency of the structure) as well as the maximum capacity of the number of floors of wooden building construction against earthquake loads and wind loads using the ETABS 2018 software program analysis. Based on the preliminary design, the dimensions of structural elements are 250 mm * 500 mm, while the column size are 250 mm * 250 mm. Based on the results of the analysis, it shows that the 6-stories wooden building (Educational Facility) has met the earthquake resistance requirements such as seismic base force, deviation between the permitted floors, mass participation capital and p-delta effect.*

Keywords: Wooden Structure (Education Facility), Earthquake, Lamination techniques (Glulam), ETABS 2018, Structure Response.

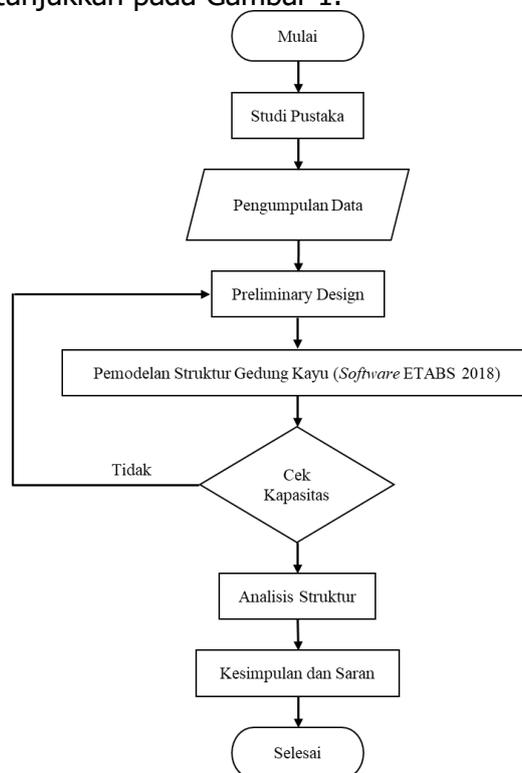
1. PENDAHULUAN

Material kayu adalah salah satu bahan konstruksi yang memiliki daya tarik bagi masyarakat dari sudut pandang estetika dan arsitektur, tetapi material kayu memiliki keterbatasan yaitu dari sisi ketahanan dan kekuatan struktur dibandingkan dengan material struktur seperti beton dan baja, disisi lain mengingat semakin langkanya material kayu yang dipasaran karena penebangan hutan yang sembarang serta lamanya masa tanam dari pohon kayu tersebut. Seiring jaman yang terus berkembang, terdapat beberapa penelitian tentang rekayasa material kayu yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan material kayu sebagai bahan konstruksi. Rekayasa material kayu dilakukan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan material kayu salah satunya dengan menggunakan teknik laminasi dari beberapa jenis kayu yang di buat per *layer* menjadi satu elemen struktur, yang dapat digunakan sebagai balok atau kolom pada satu rangkaian sistem struktur bangunan kayu. Beberapa penelitian banyak yang mengangkat kajian tentang material kayu, tetapi tidak diimbangi dengan penelitian tentang penerapan penggunaan material kayu sebagai satu rangkaian sistem struktur, maka dari itu penelitian ini mengkaji perilaku struktur (deformasi, periode, dan frekuensi natural struktur) serta kapasitas maksimum dari jumlah lantai dari konstruksi bangunan kayu terhadap beban gempa dan beban angin.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dilakukan secara bertahap dan sistematis dalam bentuk bagan alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

3.1 Hasil *Preliminary Design*

Dalam penelitian ini, *Preliminary Design*, memodelkan struktur gedung pendidikan, dan menganalisis perilaku struktur gedung pendidikan. Hasil preliminary design didapatkan elemen struktur yaitu Balok 250 mm*500 mm, Kolom 250 mm*250 mm, dan Pelat 150 mm.

3.2 Gaya Dasar Seismik

Dari nilai gaya geser dasar yang didapatkan melalui pemodelan gedung pendidikan dapat disimpulkan bahwa nilai gaya geser dasar tidak lebih kecil dari 85% nilai gaya geser dasar lateral ekuivalen, maka tidak perlu ada penyesuaian Scale factor pada kasus beban gempa arah x dan arah y.

Tabel 1. Gaya Gempa Statik

	X	Y	Satuan
SDS	0.8700	0.8700	
SD1	0.7770	0.7770	
T	4.265	4.265	
R	1.5	1.5	
Ie	1.5	1.5	
Cs	0.8700	0.8700	
Cs,min	0.0574	0.0574	
Cs,max	0.1822	0.1822	
Cs,pakai	0.1822	0.1822	
W (kN)	5320.9682	5320.9682	kN
Cs	0.1822	0.1822	
V	969.4769	969.4769	kN
Vi	1046.4583	1186.2952	kN
Vi/V	1.0794	1.2236	
Cek	OK	OK	
Faktor Skala	9.8067	9.8067	
Faktor Skala	9.8067	9.8067	m/s ²
Baru	9806.650	9806.650	mm/s ²

3.4 Simpangan Antar Lantai Ijin

Dari hasil analisis pada simpangan antar lantai dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan Gambar 2, Menunjukkan bahwa semua telah memenuhi syarat simpangan antar lantai ijin dikarenakan sudah melebihi syarat yaitu lebih dari 45 mm.

Tabel 2. Simpangan Antar Lantai Gedung Pendidikan (Arah X)

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta xe	Cd	Delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
6	Ex Max	X	67.082	6.758	1.5	10.137	3000	45	OK
5	Ex Max	X	60.324	9.705	1.5	14.557	3000	45	OK
4	Ex Max	X	50.619	11.886	1.5	17.829	3000	45	OK
3	Ex Max	X	38.733	11.613	1.5	17.419	3000	45	OK
2	Ex Max	X	27.12	13.542	1.5	20.313	3000	45	OK
1	Ex Max	X	13.578	13.578	1.5	20.367	3000	45	OK

Tabel 3. Simpangan Antar Lantai Gedung Pendidikan (Arah Y)

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta ye	Cd	Delta y	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
6	Ey Max	Y	146.94	14.803	1.5	22.204	3000	45	OK
5	Ey Max	Y	132.137	21.258	1.5	31.887	3000	45	OK
4	Ey Max	Y	110.879	26.036	1.5	39.054	3000	45	OK
3	Ey Max	Y	84.843	25.438	1.5	38.157	3000	45	OK
2	Ey Max	Y	59.405	29.664	1.5	44.496	3000	45	OK
1	Ey Max	Y	29.741	29.741	1.5	44.6115	3000	45	OK

3.5 Modal Partisipasi Massa

Dari hasil analisis pada Modal Partisipasi Massa dapat dilihat pada Tabel 4, Menunjukkan bahwa semua telah memenuhi Modal Partisipasi Massa, menunjukkan bahwa gedung pendidikan telah memenuhi syarat jumlah ragam pada masing-masing arah horizontal yaitu nilai ragam alami masing-masing arah horizontal > 90%.

Tabel 4. Modal Partisipasi Massa Gedung Pendidikan

Mode	Period	UX (%)	UY (%)	RZ (%)
	sec			
1	1.069	7.82	17.51	57.86
2	0.942	48.64	32.86	0.51
3	0.844	25.59	31.12	25.63
4	0.37	0.07	14.36	0.13
5	0.363	3.34	0.59	7.5
6	0.328	8.43	0.11	3.66
7	0.225	0.64	0.97	2.01
8	0.216	1.48	0.85	0.01
9	0.202	1.15	0.01	1.16
10	0.168	0.41	0.3	0.68
11	0.158	1.1	0.55	0.06

Tabel 4. Modal Partisipasi Massa Gedung Pendidikan

Mode	Period	UX (%)	UY (%)	RZ (%)
	sec			
12	0.143	0.41	0.04	0.37
Jumlah		99.08	99.27	99.58

3.6 Pengaruh P-Delta

Dari data Pengaruh P-Delta hasil dari analisis struktur memperlihatkan bahwa dari lantai 1-6 gedung pendidikan telah memenuhi syarat θ_{max} yaitu 0,25.

Tabel 5. Pengaruh P-Delta Gedung Pendidikan (Arah X)

ARAH X									
STORY	PX KN	DELTA MM	IE	VX KN	HSX MM	CD	TETA	TETA MAX	CEK
6	228.5	10.137	1.5	263.3	3000	1.5	0.0029	0,25	AMAN
5	435.2	14.558	1.5	481.6	3000	1.5	0.0044	0,25	AMAN
4	634.5	17.829	1.5	652.7	3000	1.5	0.0058	0,25	AMAN
3	825.9	17.420	1.5	426.5	3000	1.5	0.0112	0,25	AMAN
2	1026.6	20.313	1.5	525.3	3000	1.5	0.0132	0,25	AMAN
1	1245.9	20.367	1.5	979.6	3000	1.5	0.0086	0,25	AMAN

Tabel 6. Pengaruh P-Delta Gedung Pendidikan (Arah Y)

Arah Y									
Story	Px kN	Delta mm	Ie	Vx kN	hsx mm	Cd	Teta	Teta max	Cek
6	228.5	22.205	1.5	281.5	3000	1.5	0.0060	0,25	Aman
5	435.2	31.887	1.5	552.8	3000	1.5	0.0084	0,25	Aman
4	634.5	39.054	1.5	751.5	3000	1.5	0.0110	0,25	Aman
3	825.9	38.157	1.5	333.8	3000	1.5	0.0315	0,25	Aman
2	1026.6	44.496	1.5	386.4	3000	1.5	0.0394	0,25	Aman
1	1245.9	44.612	1.5	1035.0	3000	1.5	0.0179	0,25	Aman

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis gedung pendidikan menggunakan glulam dari kayu mahoni dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari nilai gaya geser dasar yang didapatkan melalui pemodelan gedung pendidikan dapat disimpulkan bahwa nilai gaya geser dasar tidak lebih kecil dari 85% nilai gaya geser dasar lateral ekuivalen, maka tidak perlu ada penyesuaian Scale factor pada kasus beban gempa arah x dan arah y.

2. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dari data simpangan antar lantai hasil dari analisis struktur memperlihatkan bahwa dari lantai 1-6 gedung pendidikan telah memenuhi syarat dari simpangan antar lantai ijin yaitu 45 mm.
3. Hasil analisis mode menunjukkan bahwa gedung pendidikan ini telah memenuhi syarat jumlah ragam pada masing-masing arah horizontal yaitu nilai ragam alami masing-masing arah horizontal > 90%
4. Dari data Pengaruh P-Delta hasil dari analisis struktur memperlihatkan bahwa dari lantai 1-6 gedung pendidikan telah memenuhi syarat θ_{max} yaitu 0,25.
5. Dari hasil perhitungan *preliminary design*, diperoleh dimensi elemen struktur yaitu balok ukuran 500 mm * 250 mm, kolom ukuran 250 mm * 250 mm cocok untuk *design* gedung kayu 6 lantai.

4.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, saran yang dapat diberikan bagi pengembangan penelitian ini ditahap selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dan analisis tentang faktor ekonomis antara material kayu glulam dengan material beton dan baja agar pembangunan gedung kayu di Indonesia dapat terealisasi.
2. Lebih ditambahkan penelitian tentang kayu kuat yang lainnya agar tidak hanya kayu mahoni saja yang bisa dijadikan bahan konstruksi untuk gedung kayu di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan jurnal ini penulis tidak lupa berterima kasih kepada Allah SWT, karena tanpa ridho darinya penulis tidak dapat menulis jurnal ini. Tidak lupa juga kepada kedua orang tua penulis yang telah menyemangati dan mendoakan penulis. Lalu kepada teman-teman di Jurusan Teknik Sipil ITENAS atas dukungannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standar Nasional. (2012). *SNI 1726-2012 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standar Nasional. (2012). *SNI 7973-2013 Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu*. Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standar Nasional. (2013). *SNI 1727-2013 Beban Minimum untuk Perancangan*. Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- Prasetyo, R. (2019). *Kajian Perbandingan Kinerja Struktur Bangunan Rumah Tinggal dengan Kayu Glulam Mahoni Menggunakan SNI 7973:2013 dan Eurocode 5*.
- Prasojo, R. S. (2017). *ANALISA STRUKTUR GEDUNG 8 LANTAI DARI MATERIAL KAYU TERHADAP BEBAN GEMPA*.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. (2011). *Desain Spektra Indonesia*. Retrieved Juni 25, 2017, from puskim.pu.go.id: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/
- RIALITA, S. N. (2019). *Kinerja Struktur Bangunan Kayu Bertingkat Akibat Beban Gempa dengan Analisis Riwayat Waktu*.