

**ANALISA NUMERIK PERKUATAN BALOK KAYU DENGAN
FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MUHAMMAD ABDULLAH

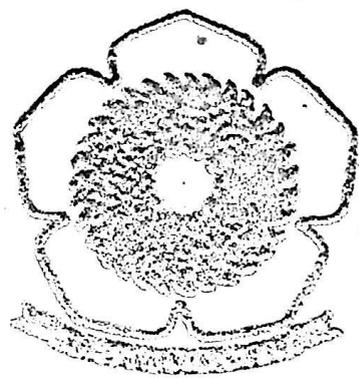
03253110042

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2009 / 2010**

S
624.189 207
Abd
a
0-100648
2016

R. 18022
i. 18467

**ANALISA NUMERIK PERKUATAN BALOK KAYU DENGAN
FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
MUHAMMAD ABDULLAH
03053116948

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2009 / 2010**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD ABDULLAH
NIM : 03050110048
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA NUMERIK PERKUATAN BALOK KAYU
BERBENTUK FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP)

Palembang, Februari 2010

Dosen Pembimbing,



H. Yakni Idris, MSc., MSCE

NIP. 19581211 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PEGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD ABDULLAH
NIM : 02032110048
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA MEREKAN PERKUATAN BALOK KAYU
DENGAN FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP)

Mengotahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,



Ir. H. Yakni Idris, MSc., MSCE
NIP. 19581211 198703 1 002

Alaha Suci Allah yang di tangan-Nya lah segala kerajaan, dan Dia Maha Kuasa atas segala sesuatu. Yang menjadikan mati dan hidup, supaya Dia menguji kamu, siapa di antara kamu yang lebih baik amalnya. dan Dia Maha Perkasa lagi Maha Pengampun.

(Al-Mulk 1-2)

Maka ulah akan merubah nasib siapa saja sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. Maka apabila Allah menghendaki kehormatan terhadap suatu kaum, maka ulah ada yang dapat menyalakanya, dan sebaliknya ulah ada melindungi adanya Dia.

(Al-Bur'ud: 11)

Alhamdulillah adalah keistimewaan dan nikmat yang tidak terhitung.

(Al-Hin Nasyrah: 6)

Shayri ini dipersembahkan kepada:

- ~ Orang tuaku tercinta yang telah mendidik dan membimbing dengan sabar dan ikhlas
- ~ Kakak dan adikku tersayang
- ~ Sahabat-sahabatku semuanya
- ~ Almamanku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat Rahmat dan limpahan Karunia-Nya, penulisan tugas akhir ini dapat selesai pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat dan salam tak lupa kita curahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, serta sahabat-sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman .

Penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Selama penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dorongan, dan bimbingan, baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua yang tercinta, yang telah memberikan dukungan moril dan materil
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris M.Sc.,MSCE selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya atas semua saran, ide, nasehat, dan motivasi yang telah diberikan.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah mencurahkan ilmunya untuk kami semua.
5. Seluruh staf karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam urusan birokrasi dan administrasi.
6. Kakak dan adik-adikku, terima kasih dukungannya.
7. Rekan-rekan seperjuangan serta teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

ANALISA NUMERIK PERKUATAN BALOK KAYU DENGAN *FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP)*

ABSTRAKSI

Kayu menggambarkan suatu permasalahan analisa yang kompleks dan mempunyai banyak parameter yang mempengaruhi sifat struktur. Pemanfaatan kayu secara lebih efektif dan efisien dapat mendorong peningkatan daya guna kayu dalam penerapan struktural. Dengan bantuan teknologi komputer yang semakin maju saat ini dan berkemampuan baik serta dukungan paket *software* elemen hingga yang bagus dan tepat guna maka metode elemen hingga ini mampu memberikan penyelesaian permasalahan-permasalahan yang kompleks.

Permodelanl tiga dimensi yang dikembangkan dan dianalisa ini menggunakan *software* LUSAS sebagai program pilihan diantara bermacam program-program lain yang sudah umum digunakan pada saat ini. Pembahasan mengenai permodelan elemen hingga untuk karakteristik sifat perkuatan balok kayu dengan menggunakan *Fibre Reinforced Polymer (FRP)* ini dimaksudkan untuk dapat menambah pemahaman yang lebih baik serta mengetahui proses permodelan dan sifat ikatan kayu-FRP dengan memperlihatkan hasil pengujian kayu yang diperkuat dengan bermacam tipe metode perkuatan.

Adapun metode perkuatan yang dipergunakan yaitu, profil batang bulat (GFRP) yang diikatkan pada balok kayu yang telah di lubangi bagian bawahnya sebagai tempat menyisipkan GFRP tersebut, kemudian metode yang kedua menggunakan profil plat (CFRP) yang ditempelkan di bagian bawah balok kayu tersebut secara langsung. Dari hasil eksperimental yang diperoleh kemudian digunakan sebagai perbandingan permodelan. Nilai hasil perhitungan pada balok kayu yang diperkuat tersebut dibandingkan antara hasil teoritis dan eksperimental yang telah dilakukan sebelumnya.

Dari hasil perbandingan ini, akan terlihat keakuratan prediksi dari program elemen hingga yang digunakan dimana hasil eksperimental dan teoritis akan memperlihatkan hasil yang berdekatan secara relatif. Dari nilai perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa kekakuan & kuat lentur dari balok kayu meningkat secara signifikan dengan adanya penambahan *Fibre Reinforced Polymer (FRP)* sebagai perkuatan.



DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

No. DAFTAR: 100645

TANGGAL: 30 MAR 2010

Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Abstrak.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Metode Penulisan.....	4
1.5 Ruang Lingkup Studi.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum.....	6
2.2 <i>Fibre Reinforced Polymer</i>	6
2.2.1 Tipe serat.....	6
2.2.2 Penggunaan dari FRP.....	7
2.3 Kayu.....	8
2.3.1 Sifat Tegangan-Regangan pada Kayu.....	9
2.4 Ikatan Adhesiv Material.....	9
2.5 Studi Sebelumnya Mengenai Perkuatan Kayu dengan FRP.....	11
2.6 Studi Sebelumnya Mengenai Analisa Numerik Menggunakan <i>Finite Element Modelling</i> dari FRP.....	15
2.7 <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	19
2.8 LUSAS.....	19
2.8.1 Prosedur Umum Metode Elemen Hingga.....	19
2.9 Kelompok Elemen.....	20
2.9.1 Elemen Batang.....	21
2.9.2 <u>Elemen Balok</u>	21
2.9.3 Elemen Kontinum 2D.....	21

2.9.1	Elemen Batang	21
2.9.2	Elemen Balok	21
2.9.3	Elemen Kontinum 2D	21
2.9.4	Elemen Kontinum 3D	21
2.9.5	Elemen Plat	21
2.10	Konsep Dasar Menggunakan <i>Software</i> LUSAS	22
2.10.1	Ciri Geometri	22
2.10.2	Penentuan Sifat	22
2.10.3	<i>Mesh</i>	22
2.10.4	Geometri	23
2.10.5	Properti Material	23
2.10.6	Penyokong / Tumpuan	23
2.10.7	Pembebanan	23

BAB III METODOLOGI

3.1	Pendahuluan	25
3.2	Hasil Tes Laboratorium	25
3.2.1	Menguji Percobaan	26
3.3	Prosedur Percobaan	27
3.3.1	Balok Kayu Yang Diperkuat Dengan Batang GFRP	28
3.3.2	Balok Kayu Yang Diperkuat Dengan Plat CFRP	29
3.3.3	Uji Kapasitas Lentur	30
3.4	Asumsi Permodelan	31
3.5	Analisa Linier.....	31
3.6	Permodelan Elemen	32
3.6.1	<i>Meshing</i>	32
3.6.2	Membangun Struktur Model	32
3.6.2.1	Model Balok	33
3.6.2.2	Model Batang	34
3.6.2.3	Model Plat	34
3.7	Tipe Elemen	35
3.7.1	HX8M (Elemen Kesatuan 3D)	35
3.8	Properti Material	35
3.9	Prosedur Permodelan	36
3.9.1	Membuat Model Baru	36
3.9.2	Menentukan Geometri	37
3.9.3	Menentukan Grup	39
3.9.4	Menentukan <i>Mesh</i>	39
3.9.5	Menentukan Properti Material	41
3.9.6	Menentukan Atribut	42
3.9.7	Membuat Semua Grup Terlihat	43
3.9.8	Menggabungkan Model	43
3.9.9	Tumpuan	44
3.9.10	Pembebanan	45
3.9.11	Menyimpan Model	47

3.9.12 Menjalankan Hasil Analisa	47
3.10 Melihat Hasil	47
3.10.1 Bentuk Deformasi	47
3.10.2 Gambar Kontur Regangan Utama Maksimum	48

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan	49
4.2 Analisa Defleksi Beban.....	49
4.3 Analisa Distribusi Beban Regangan	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi Perkuatan dari Benda Uji	27
Tabel 3.2. Model Skala Penuh yang Akan Dibangun dari Keenam Model	33
Tabel 3.3. Properti Material Untuk Analisa	36
Tabel 4.1. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok kontrol....	50
Tabel 4.2. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok yang diperkuat batang GFRP 6.35mm.....	51
Tabel 4.3. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok yang diperkuat batang GFRP 9.35mm.....	52
Tabel 4.4. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok yang diperkuat batang GFRP 12.7mm.....	53
Tabel 4.5. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok yang diperkuat plat CFRP 1.2mm x 50mm	54
Tabel 4.6. Hasil perbandingan teoritis dan eksperimental untuk balok yang diperkuat plat CFRP 1.4mm x 60mm	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sifat mekanikal untuk bermacam material (R. Steiger,2001)	7
Gambar 2.2. Hubungan tegangan-regangan untuk kayu Buchanan (1990).....	9
Gambar 2.3. Mesh elemen hingga oleh Zarnic (1999).....	16
Gambar 2.4. Hasil elemen hingga oleh Zarnic (1999)	17
Gambar 2.5. Perbandingan hasil eksperimental dan FE (Arduini 1997)	17
Gambar 2.6. Analisa FE : mesh (Sheikh,1998 dan Vecchio dan Bucci, 1999) ..	18
Gambar 3.1. Tipe dimensi balok (tidak berdasarkan skala sebenarnya)	26
Gambar 3.2. Tipe dimensi balok dari tampak longitudinal (tidak berdasarkan skala sebenarnya)	26
Gambar 3.3. Sketsa gambaran balok yang diperkuat dengan batang GFRP	27
Gambar 3.4. Potongan melintang balok kontrol dan balok yang diperkuat dengan GFRP	28
Gambar 3.5. Posisi alat ukur regangan (H.G. Lee, 2007)	29
Gambar 3.6. Potongan melintang balok yang diperkuat dengan plat CFRP	29
Gambar 3.7. Peraturan standar untuk uji kuat lentur (H.G. Lee, 2007)	30
Gambar 3.8. Permodelan elemen	32
Gambar 3.9. Balok (model sebenarnya dari balok persegi)	33
Gambar 3.10 Batang (model sebenarnya dari batang bulat)	34
Gambar 3.11 Batang (model batang yang sudah dimodifikasi persegi).....	34
Gambar 3.12 Plat (model sebenarnya dari plat)	34
Gambar 3.13 Geometri, lokasi titik dan sistem koordinat dari HX8M	35
Gambar 3.14 Kurva tegangan-regangan untuk GFRP dan CFRP	36
Gambar 3.15 Membuat garis dari Koordinat	37
Gambar 3.16 Membuat permukaan	37
Gambar 3.17 Membuat volume	38
Gambar 3.18 Membuat volume plat dibawah volume balok	39
Gambar 3.19 Memilih fitur definisi <i>mesh</i>	40

Gambar 3.20 Memilih <i>mesh</i> volume	41
Gambar 3.21 Memilih atribut yang diubah	42
Gambar 3.22 <i>Meshing</i> volume balok	43
Gambar 3.23 Membuat balok dan plat terlihat	43
Gambar 3.24 Menggabungkan plat dan balok bersama	44
Gambar 3.25 Menempatkan tumpuan pada arah Y pada ujung kanan dari balok	44
Gambar 3.26 Memilih dataset pembebanan struktural	45
Gambar 3.27 Memasukkan beban pada bagian atas balok	46
Gambar 3.28 Model lengkap dari balok kayu yang diperkuat dengan plat FRP .	46
Gambar 3.29 Deformasi mesh dari balok	47
Gambar 3.30 Kontur regangan dari balok	48
Gambar 4.1. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok kontrol	50
Gambar 4.2. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok yang diperkuat dengan batang GFRP 6.35mm	51
Gambar 4.3. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok yang diperkuat dengan batang GFRP 9.35mm	52
Gambar 4.4. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok yang diperkuat dengan batang GFRP 12.7	53
Gambar 4.5. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok yang diperkuat dengan plat CFRP 1.2 x 50mm	54
Gambar 4.6. Grafik hubungan beban (kN) terhadap defleksi (mm) untuk balok yang diperkuat dengan plat CFRP 1.4 x 60mm	55
Gambar 4.7. Perbandingan distribusi regangan antara hasil teoritis dan eksperimental untuk batang GFRP 6.35mm. a) teoritis b) eksperimental	57
Gambar 4.8. Perbandingan distribusi regangan antara hasil teoritis dan eksperimental untuk batang GFRP 9.35mm. a) teoritis b) eksperimental	58

Gambar 4.9. Perbandingan distribusi regangan antara hasil teoritis dan eksperimental untuk batang GFRP 12.7mm. a) teoritis	
b) eksperimental	59
Gambar 4.10. Perbandingan distribusi regangan antara hasil teoritis dan eksperimental untuk Plat CFRP 1.2 x 50mm. a) teoritis	
b) eksperimental	60
Gambar 4.11. Perbandingan distribusi regangan antara hasil teoritis dan eksperimental untuk Plat CFRP 1.4 x 60mm. a) teoritis	
b) eksperimental	61

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Kayu telah digunakan di sepanjang sejarah umat manusia. Pada saat pertama kali pembangunan perumahan, jembatan serta produk dan material untuk konstruksi kayu telah menjadi pilihan yang terbaik. Akan tetapi, adanya modernisasi dari pembangunan industri serta adanya usaha untuk mengurangi pengeluaran, mengakibatkan munculnya material konstruksi baru, produk buatan seperti baja dan beton telah diperkenalkan kembali oleh industri pembangunan. Namun, seefektif apa material alternatif ini jika dibandingkan terhadap kayu jika dipandang dari segi kekuatannya sedang dipelajari dan dianalisa.

Indonesia diberkahi dengan luasnya hutan hujan yang dimiliki. Ribuan tipe kayu yang berbeda dapat ditemukan di Indonesia, yang mana 400 diantaranya telah digunakan untuk kepentingan komersial. 10% dari jenis ini telah digunakan untuk dasar pekerjaan konstruksi yang terdiri dari pohon kayu keras dengan kualitas baik seperti jati, meranti, damar, bakau, cendana dan lain-lain.

Harga baja yang semakin membumbung tinggi sekarang ini diramalkan akan terus berlanjut seiring dengan meningkatnya jumlah permintaan sehingga persediaan alami dari besi akan menjadi berkurang. Berbeda dengan besi, kayu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, adanya reboisasi menjamin terus tersedianya persediaan kayu untuk pembangunan industri. Kayu sangat menarik jika dilihat penampilannya dan serbaguna untuk industri pembangunan pada umumnya. Kayu sangat ideal untuk hal yang berkaitan dengan struktur dan aplikasi dekoratif karena kekuatan dan keindahannya. Adanya unsur kayu pada balok dan kolom dapat menambah sifat karakter yang sangat kuat dari gedung, aula, dan bangunan umum lainnya.

Di banyak wilayah, kayu memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan baja dan beton. Kayu memiliki kekuatan lebih tinggi terhadap perbandingan beratnya dibandingkan dengan baja dan beton. Kayu dipertimbangkan karena relatif lebih berwawasan lingkungan. Disamping ramah lingkungan, membuat produk dari kayu relatif lebih mudah untuk digunakan dan juga kuat.

Konstruksi dari kayu, dapat dengan mudah dibangun karena tidak membutuhkan teknologi yang tinggi dan peralatan yang maju, juga tidak membutuhkan banyak waktu karena proses pembangunannya cepat, konstruksi kayu hanya membutuhkan sedikit waktu dan sedikit tenaga kerja yang pada akhirnya dapat menghemat biaya.

Di beberapa tahun terakhir, studi lebih difokuskan pada material alternatif untuk perbaikan dan penguatan struktur, dan banyak perhatian telah didedikasikan pada penggunaan *fibre reinforced polymer* (FRP). *Fiber reinforced polymer* (FRP) ialah material campuran yang memiliki keuntungan seperti menambah kekuatan dan ketahanan. Memperkuat kayu dengan FRP dapat memberikan kemampuan struktural yang lebih baik seperti meningkatkan kekuatan, sifat kenyal, dan defleksi. Kekuatannya yang tinggi terhadap perbandingan berat dan kenetralan elektromagnetisnya membuat *fibre reinforced polymer* (FRP) kandidat yang cocok di banyak aplikasi struktural.. Oleh karena itulah penulis mengambil permasalahan analisa perkuatan balok kayu dengan *Fiber reinforced polymer* (FRP) yang akan menggunakan program LUSAS sebagai *software* pendukung dalam analisa perkuatan ini.

1.2 Perumusan Masalah

Dari tahun ke tahun, jumlah dari pohon yang cukup untuk menyediakan kualitas struktural kayu terus berkurang, hal ini mengharuskan lebih efisien dalam penggunaan persediaan kayu. Banyak cara untuk meningkatkan penggunaan dari kayu, teknik untuk memperkuat kayu dapat digunakan untuk mengurangi ukuran dari balok dan menyediakan cara pemanfaatan dari jenis kayu yang lemah dan menciptakan penggunaan

Di banyak wilayah, kayu memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan baja dan beton. Kayu memiliki kekuatan lebih tinggi terhadap perbandingan beratnya dibandingkan dengan baja dan beton. Kayu dipertimbangkan karena relatif lebih berwawasan lingkungan. Disamping ramah lingkungan, membuat produk dari kayu relatif lebih mudah untuk digunakan dan juga kuat.

Konstruksi dari kayu, dapat dengan mudah dibangun karena tidak membutuhkan teknologi yang tinggi dan peralatan yang maju, juga tidak membutuhkan banyak waktu karena proses pembangunannya cepat, konstruksi kayu hanya membutuhkan sedikit waktu dan sedikit tenaga kerja yang pada akhirnya dapat menghemat biaya.

Di beberapa tahun terakhir, studi lebih difokuskan pada material alternatif untuk perbaikan dan penguatan struktur, dan banyak perhatian telah didedikasikan pada penggunaan *fibre reinforced polymer* (FRP). *Fiber reinforced polymer* (FRP) ialah material campuran yang memiliki keuntungan seperti menambah kekuatan dan ketahanan. Memperkuat kayu dengan FRP dapat memberikan kemampuan struktural yang lebih baik seperti meningkatkan kekuatan, sifat kenyal, dan defleksi. Kekuatannya yang tinggi terhadap perbandingan berat dan kenetralan elektromagnetisnya membuat *fibre reinforced polymer* (FRP) kandidat yang cocok di banyak aplikasi struktural.. Oleh karena itulah penulis mengambil permasalahan analisa perkuatan balok kayu dengan *Fiber reinforced polymer* (FRP) yang akan menggunakan program LUSAS sebagai *software* pendukung dalam analisa perkuatan ini.

1.2 Perumusan Masalah

Dari tahun ke tahun, jumlah dari pohon yang cukup untuk menyediakan kualitas struktural kayu terus berkurang, hal ini mengharuskan lebih efisien dalam penggunaan persediaan kayu. Banyak cara untuk meningkatkan penggunaan dari kayu, teknik untuk memperkuat kayu dapat digunakan untuk mengurangi ukuran dari balok dan menyediakan cara pemanfaatan dari jenis kayu yang lemah dan menciptakan penggunaan

persediaan kayu yang lebih efisien. Dengan teknik memperkuat yang sama, mungkin digunakan untuk meningkatkan kapasitas angkut beban dari bagian kayu yang ada untuk menyokong beban yang lebih tinggi dari desain struktur yang asli, menghemat biaya dan material dari struktur pengganti.

Kayu memiliki kekuatan yang lebih rendah dan daya tahan lebih kecil dibandingkan baja dan beton. Oleh karena itu, kayu membutuhkan perkuatan dalam rangka untuk mengangkat beban yang lebih besar. Karena itu kayu membutuhkan penguatan FRP untuk menambah kapasitas pembebanan dari bagian struktur tersebut. Kayu kuat terhadap tekanan parallel pada serat kayunya tetapi lemah terhadap tegangan tegak lurus terhadap serat kayunya. Pada sisi lain, FRP kuat terhadap tegangan, oleh karena itu, FRP dapat mengimbangi kayu dengan kekuatan tariknya yang lebih tinggi. Jadi, ini muncul pada seluruh permukaan kayu yang diperkuat FRP.

Kekuatan kayu bervariasi menurut perbedaan pohon, tidak ada tipe kayu yang sama memiliki kekuatan keseluruhan yang sama persis. walaupun sampel yang diambil dari batang sama, kekuatan kayu dapat bervariasi dalam kaitannya terhadap arah serat kayu dan kerusakan pada kayu.

Inti permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Bagaimana membuat pemodelan struktur balok kayu dan FRP.
2. Bagaimana analisa perkuatan struktur balok kayu dengan *Fiber reinforced polymer* (FRP)
3. Bagaimana perbandingan analisis pemodelan tersebut dari hasil teoretis dan eksperimental yang dilakukan oleh H.G. Lee dan S.A. Rahman.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini ialah :

- a. Untuk menentukan apakah dengan memperkuat balok kayu dengan FRP dapat meningkatkan kekakuan dan kuat lentur dari balok
- b. Untuk memperoleh hasil analisa kekakuan dan kuat lentur dari kekuatan balok dari memperkuat balok kayu menggunakan *finite element computer modeling*.
- c. Membandingkan perbedaan analisa perkuatan dari hasil teoritis dan eksperimental dengan menggunakan bermacam tipe dan dimensi FRP.

1.4 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah studi literatur, dimana penulis melakukan analisa perkuatan balok kayu dengan menggunakan program LUSAS yang kemudian dibandingkan dengan hasil *experimental* dari H.G. Lee dan S.A. Rahman (2007).

1.5 Ruang Lingkup Studi

Ruang lingkup studi ini terdiri dari :

- a. Analisa yang hanya mendasarkan pada kayu Meranti Kuning.
- b. Untuk membandingkan hasil antara analisa numerik LUSAS dengan hasil *experimental* yang telah dilakukan oleh H.G. Lee dan S.A. Rahman (2007).
- c. Material perkuatan yang digunakan terdiri dari hanya batang GFRP atau Plat CFRP.
- d. Hanya campuran *epoxy resin* dengan *polyethylene polyimine* yang digunakan sebagai matrix pengikat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab, antara lain :

Bab I Pendahuluan

Bab ini membahas secara umum mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, ruang lingkup penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi landasan teori yang digunakan untuk memecahkan permasalahan serta hal – hal yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi metode – metode yang akan digunakan dalam proses perencanaan sistem pembahasan, dalam hal ini penggunaan program bantu komputer dalam analisis perhitungan dan pengerjaan penulisan.

Bab IV Analisa dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang analisa dari balok kayu menggunakan perkuatan menggunakan plat CFRP dengan beberapa dimensi ukuran plat yang berbeda kemudian membandingkannya dengan hasil tes experimental H.G. Lee dan S.A. Rahman (2007).

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan hasil analisa akhir dari bab – bab sebelumnya dan berisi saran – saran penulis tentang pokok bahasan yang dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduini, M., Di Tommaso, A., and Nanni, A., (1997). "Brittle failure in FRP plated and sheet bonded beams", *ACI Structural Journal*, Vol. 94, No. 4, pp: 363-370.
- Buchanan, A.H. Bending Strength of Lumber. *Journal of Structural Engineering*, ASCE. (1990)
- Dr. Rene Steiger (2001). Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, EMPA, Wood Department, Dübendorf
- H.G. Lee (2007), Behaviour of Timber Beam Strengthened with Fibre Reinforced Polymer.
- Johns, K.C. and Lacroix, S. (2000). "Composite reinforcement of timber in bending." Accepted for publication in the *Canadian Journal of Civil Engineering*.
- LUSAS software manual version 13.57.
- S.A. Rahman (2007), Strengthening of Timber Beam using Fibre Reinforced Polymer (FRP).
- Triantafillou, T.C. and Deskovic, N. (1992). "Prestressed FRP sheets as external reinforcement of wood members." *Journal of Structural Engineering*, ASCE.
- Plevris, N. and Triantafillou, T.C. (1992). "FRP-reinforced wood as a structural material." *Journal of Materials in Civil Engineering*, ASCE.

Rahimi, H. and Hutchinson, A., (2001). "Concrete beams strengthened with externally bonded FRP plates", Journal of Composites for Construction.

Ross, C.A., Jerome, D.M., Tedesco, J.W., and Hughes, M.L., (1999).
"Strengthening of reinforced concrete beams with externally bonded composite laminates", ACI Structural Journal, Vol. 96, No. 2, pp: 212-220.

Zarnic, R., Gostic, S., Bosiljkov, V., and Bokan-Bosiljkov, V., (1999).
"Improvement of bending load-bearing capacity by externally bonded plates", UK, pp: 433-442.

WWW.LUSAS.COM