

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan FEM Abaqus pada balok kayu dan balok kayu setelah perkuatan dengan CFRP, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis grafik hubungan antara beban dan lendutan pada balok kontrol, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan sebesar 2,88% antara hasil eksperimen dan hasil simulasi menggunakan Abaqus. Mode kegagalan spesimen yang diamati adalah kegagalan rapuh di sisi tarik. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidaklengkapan data pemodelan dari jurnal yang dikutip dan asumsi-asumsi yang digunakan dalam model simulasi. Kesimpulan ini menekankan pentingnya melakukan penyesuaian dan pengembangan lebih lanjut pada model simulasi agar dapat mencapai kesesuaian yang lebih baik dengan data eksperimen, serta memahami dengan lebih mendalam faktor-faktor yang memengaruhi kegagalan struktur.
2. Grafik perbandingan beban-lendutan pada balok 1 lapis menunjukkan peningkatan kekuatan terhadap beban dibandingkan dengan balok kontrol, dengan peningkatan sebesar 4,597 kN atau 3,76% dari hasil eksperimen. Mode kegagalan spesimen pada uji tarik adalah rapuh di sisi tarik. Perbedaan antara hasil eksperimen dan simulasi Abaqus mungkin disebabkan oleh ketidaklengkapannya data pemodelan dari jurnal yang dikutip. Upaya perbaikan, termasuk validasi model dan optimasi parameter, diperlukan untuk meningkatkan kesesuaian antara hasil eksperimen dan simulasi.
3. Diagram perbandingan beban-lendutan pada balok dua lapis menunjukkan peningkatan kekuatan terhadap beban sebesar 4,679 kN atau 10,29% dari hasil pengujian dibandingkan balok kontrol. Karena data pemodelan dari jurnal yang dikutip tidak lengkap, penulis menggunakan data dari jurnal tersebut untuk mencari dukungan dari literatur lain. Hasil percobaan Motlagh et al. adalah sebagai berikut. Karena ini adalah rata-rata data variabel potensial, pengujian penulis memvariasikan ketebalan FRP benda uji. Perbedaan ini memerlukan tindakan perbaikan seperti validasi model dan optimalisasi parameter untuk meningkatkan kesesuaian antara hasil eksperimen dan simulasi.

4. Grafik perbandingan beban-lendutan pada balok tiga lapis menunjukkan peningkatan kekuatan terhadap beban dibandingkan balok kontrol, meningkat sebesar 4,419 kN atau 24,20% dari hasil pengujian. Perbedaan hasil eksperimen dengan simulasi Abaqus disebabkan oleh tidak lengkapnya data pemodelan dari jurnal yang dikutip. Penulis mencari dukungan dari literatur lain dan menemukan perbedaan ketika diuji menggunakan sampel dengan ketebalan FRP berbeda. Karena adanya delaminasi pada lapisan ketiga (3) dalam simulasi, tegangan berkurang dan sampel tidak mencapai nilai maksimumnya. Untuk meningkatkan kesesuaian antara hasil eksperimen dan simulasi, diperlukan perbaikan dengan memvalidasi model, mengoptimalkan parameter, dan mengatasi masalah delaminasi.
5. Secara keseluruhan, model simulasi Abaqus mampu mereproduksi perilaku beban pada balok tanpa perkuatan CFRP dan pada balok dengan perkuatan 1 lapis dengan baik. Namun, pada kasus perkuatan 2 dan 3 lapis, perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap parameter simulasi untuk meningkatkan akurasi model. Evaluasi lebih lanjut diperlukan guna memahami penyebab perbedaan dan meningkatkan konsistensi antara hasil eksperimen dan simulasi, khususnya pada kondisi perkuatan lapisan lebih tebal.
6. Hasil eksperimen dan permodelan Abaqus pada aplikasi CFRP pada benda uji dengan hasil lendutan menunjukkan kesesuaian yang baik pada balok kontrol, dengan selisih kurang dari 1%. Namun, terdapat perbedaan signifikan pada balok 1 lapis (lebih dari 40%), balok 2 lapis (lebih dari 50%), dan balok 3 lapis (lebih dari 20%). Permodelan Abaqus pada balok 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis CFRP menghasilkan ketidaksesuaian signifikan dengan eksperimen karena fenomena debonding pada perekat yang mengikat lapisan CFRP. Secara teoritis, debonding terjadi ketika tegangan tarik pada CFRP melebihi daya tahan perekat. Hal ini lebih sering terjadi pada balok dengan lebih dari satu lapisan CFRP karena beban yang lebih besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi debonding antara lain kekuatan material CFRP, kapasitas tahan tarik perekat, variasi dalam proses manufaktur, dan faktor lain yang mungkin tidak dimodelkan dengan benar dalam permodelan. Analisis lebih lanjut terhadap karakteristik material, proses manufaktur, dan kondisi pengujian diperlukan untuk meningkatkan ketepatan permodelan dan memahami secara lebih baik interaksi antara CFRP dan substratnya dalam aplikasi.

5.2 Saran

Ada beberapa hal dari hasil penelitian ini yang dapat dijadikan rekomendasi antara lain:

1. Diperlukan perhatian lebih lanjut terhadap validasi model, optimasi parameter, dan analisis debonding pada simulasi untuk meningkatkan akurasi model. Selain itu, peningkatan pemahaman terhadap batasan model juga penting untuk menginterpretasikan perbedaan antara hasil eksperimen dan simulasi.
2. perbaikan model simulasi pada balok dengan perkuatan CFRP sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih konsisten dengan data eksperimen. Evaluasi lebih lanjut terhadap parameter simulasi dan penyesuaian model perlu dilakukan untuk meminimalkan kesenjangan antara hasil eksperimen dan simulasi menggunakan Abaqus.
3. Karena program ABAQUS tidak memiliki satuan awal untuk dijadikan acuan pada elemen model, maka masukan nilai parameter harus konsisten agar tidak terjadi kesalahan transfer pada program pada saat eksekusi program.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaqus 6.14 Student Edition., 2014, Abaqus Theory Guide, Simulia
- ABAQUS. 2003. ABAQUS analysis user's manual. Providence, Rhode Island, USA., SIMULIA, Dassault Systèmes
- A. Yusof & A. L. Saleh (2010). Flexural Strengthening of Timber Beams Using Glass Fibre Reinforced Polymer. *Electronic Journal of Structural Engineering*.
- ASTM D 143, 2006: Metode uji standar untuk spesimen kayu kecil yang jelas.
- Asyraf, M. R. M., Ishak, M. R., Sapuan, S. M., Yidris, N., & Ilyas, R. A. (2020). Woods and composites cantilever beam: A comprehensive review of experimental and numerical creep methodologies. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 6759–6776. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.01.013>
- Awaludin, A., 2005. *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM. (In Indonesia)
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2013. SNI 7973:2013 Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 1995. SNI 03-3539-1995 Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu Di Laboratorium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 1995. SNI 03-3539-1995 Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu Di Laboratorium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Boverkets Konstruktionsregler, BKR (2003). "Regelsamling för konstruktion" - Boverkets konstruktionsregler, BKR.
- Chaht, F. L., Mokhtari, M. M., & Benzaama, H. (2019). Using a Hashin Criteria to predict the Damage of composite notched plate under traction and torsion behavior. April 2020. <https://doi.org/10.3221/IGF-ESIS.50.28>
- Corradi, M., Righetti, L., & Borri, A. (2015). Bond strength of composite CFRP reinforcing bars in timber. *Materials*, 8(7), 4034–4049. <https://doi.org/10.3390/ma8074034>
- D'Ambrisi, A., Focacci, F., Luciano, R. (2014). Investigasi eksperimental pada perilaku lentur balok kayu yang diperbaiki dengan pelat CFRP. *Struktur Komposit*, 108, 720–728. DOI

- 10.1016/j.compstruct.2013.10.005.
- J. Fiorelli, A.A. Dias, Evaluation of the structural behaviour of wood beams reinforced with FRP, in: *The 7th World Conference on Timber Engineering (WCTE)*, Shah Alam, Malaysia, Aug. 12-15, 2002, pp. 255-262.
- Kabir, M H, S Fawzia, T H T Chan, and M Badawi. 2016. "Numerical Studies on CFRP Strengthened Steel Circular Members under Marine Environment." *Materials and Structures*.
- Lee, M. G., Huang, Y., Kan, Y. C., Wang, Y. C., Chen, Y. S., & Kao, S. C. (2023). Experimental study on durability of CFRP-strengthened wood members. *Journal of Materials Research and Technology*, 24, 3704–3716.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.04.030>
- Mirianon, F., Fortino, S., & Toratti, T. (2008). A method to model wood by using ABAQUS finite element software Part 1. Constitutive model and computational ABAQUS details. In VTT Publication.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2008/P687.pdf?pagewanted=all>
- Motlagh, B., Gholipour, Y., & Ebrahimi, G. H. (2012). Experimental investigation on mechanical properties of old wood members reinforced with frp composite. *Wood Research*, 57(2), 285–296.
- Orlando, N., Taddia, Y., Benvenuti, E., Pizzo, B., Alessandri, C. (2019). Perbaikan akhir balok kayu dengan batang terpaku yang dibebani secara lateral: Uji coba eksperimental dan prediksi kegagalan melalui pemodelan. *Konstruksi dan Bahan Bangunan*, 195, 623–637. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2018.11.045.
- Plevris, N., & Triantafillou, T. C. (1992). FRP-Reinforced Wood as Structural Material. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 4(3), 300–317.
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)0899-1561\(1992\)4:3\(300\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0899-1561(1992)4:3(300))
- Premrov, M., Dobrila, P. (2012). Analisis eksperimental balok komposit kayu-beton yang diperkuat dengan serat karbon. *Konstruksi dan Bahan Bangunan*, 37, 499–506. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2012.08.005.
- Salman, M. M., Muttar, A., & Mohammad, H. kareem. (2020). Correlation between Stress and Strain of wood used in construction. *IOP Conference Series: Materials Science and*

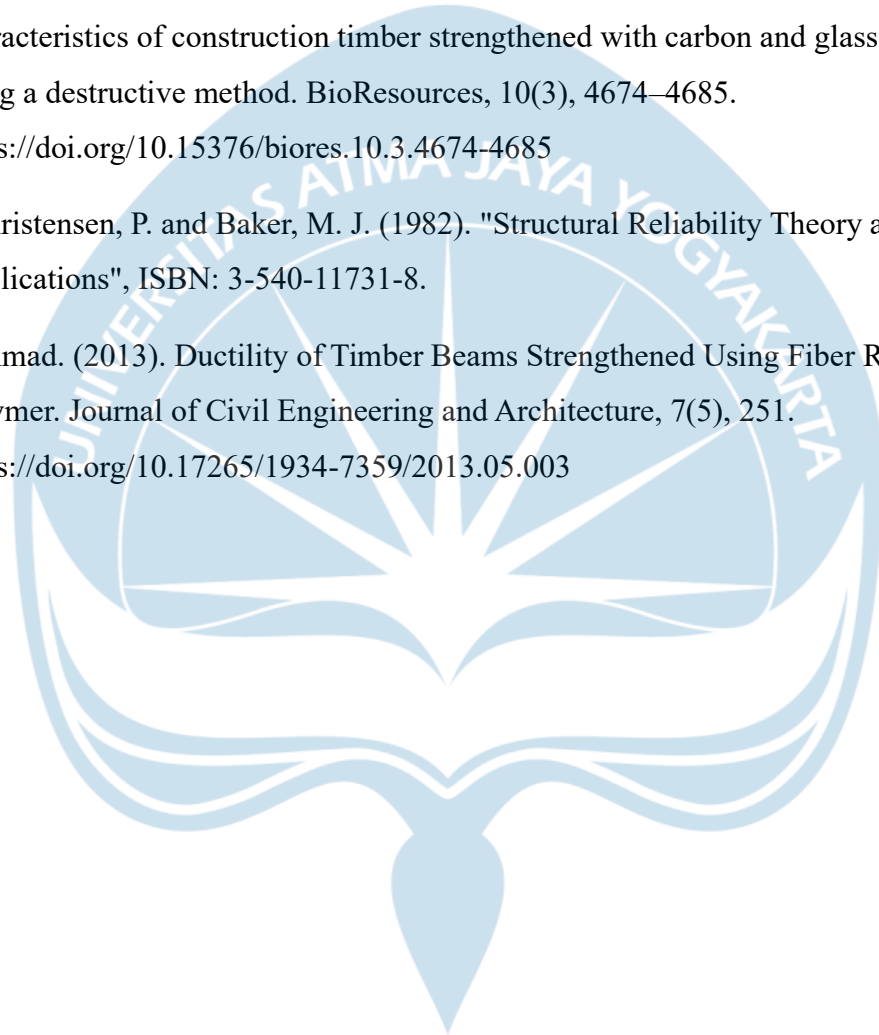
Engineering, 870(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/870/1/012070>

Schober, K. U., Harte, A. M., Kliger, R., Jockwer, R., Xu, Q., & Chen, J. F. (2015). FRP reinforcement of timber structures. *Construction and Building Materials*, 97, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.06.020>

Šedivka, P., Bomba, J., Böhm, M., & Zeidler, A. (2015). Determination of strength characteristics of construction timber strengthened with carbon and glass fibre composite using a destructive method. *BioResources*, 10(3), 4674–4685. <https://doi.org/10.15376/biores.10.3.4674-4685>

Tholf-Christensen, P. and Baker, M. J. (1982). "Structural Reliability Theory and Its Applications", ISBN: 3-540-11731-8.

Yusof Ahmad. (2013). Ductility of Timber Beams Strengthened Using Fiber Reinforced Polymer. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 7(5), 251. <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2013.05.003>





PERILAKU BALOK KAYU PADA PENERAPAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER DENGAN SOFTWARE ABAQUS

6.14

by Enggar PRASETYA

Submission date: 21-Mar-2024 07:07AM (UTC+0700)

Submission ID: 2262444681

File name:

Tesis_EnggarP_205103294_Perilaku_Balok_Kayu_Pada_Penerapan_Cfrp_Dengan_Software_Abaqus.pdf
(4.12M)

Word count: 10817

Character count: 65150

PERILAKU BALOK KAYU PADA PENERAPAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER DENGAN SOFTWARE ABAQUS 6.14

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	9%
2	lib.unnes.ac.id Internet Source	4%
3	www.neliti.com Internet Source	1%
4	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
5	www.mdpi.com Internet Source	1%
6	eprints.uny.ac.id Internet Source	1%
7	mudiasa.blogspot.co.id Internet Source	<1%
8	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1%
9	supplierlakbanprinting.com Internet Source	<1%

10

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

11

docplayer.info

Internet Source

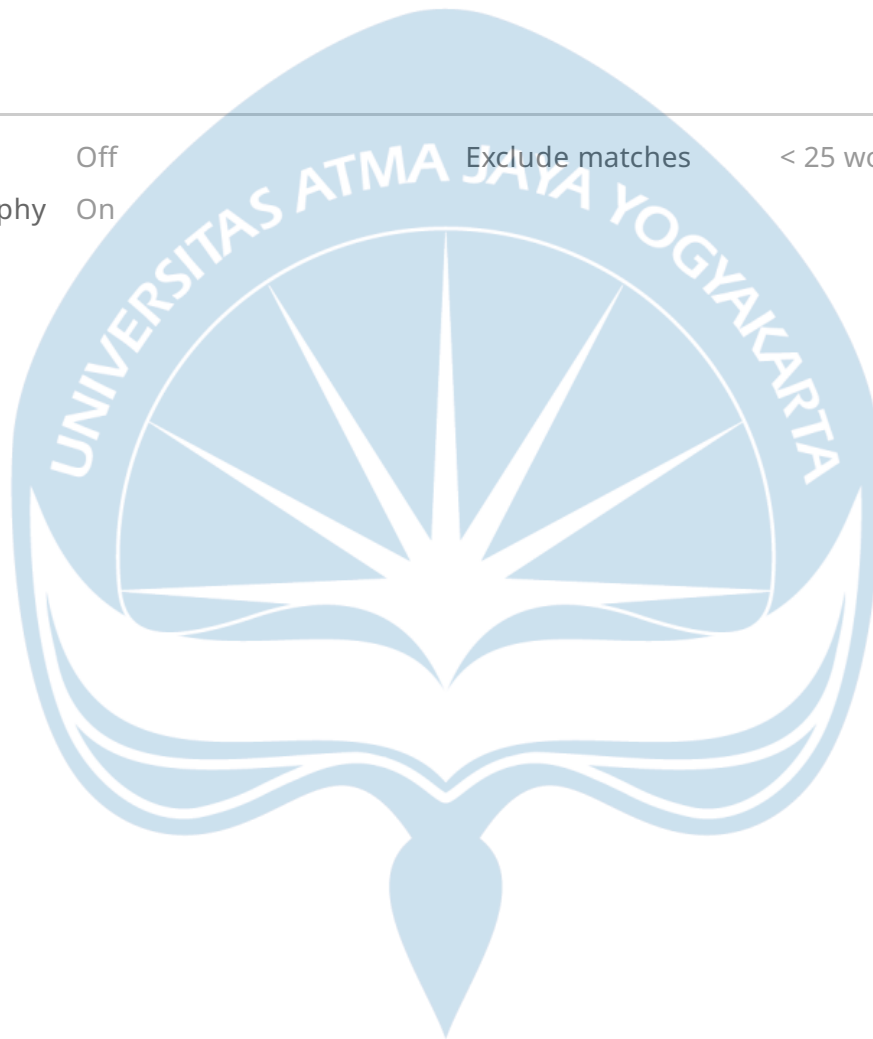
<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches

< 25 words

Exclude bibliography On



PERILAKU BALOK KAYU PADA PENERAPAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER DENGAN SOFTWARE ABAQUS 6.14

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24



PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50



PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

