

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian eksperimental terhadap balok beton bertulang dengan dan tanpa perkuatan geogrid biaksial, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penggunaan geogrid biaksial meningkatkan kapasitas beban maksimum balok dibandingkan balok kontrol. Balok SG1 mengalami peningkatan beban maksimum sebesar $\pm 4,30\%$, sedangkan SG2 meningkat $\pm 16,79\%$ terhadap SB. Dari kurva beban–defleksi, SG2 menunjukkan kekakuan awal yang lebih baik dan deformasi plastis yang lebih besar dibanding SG1 maupun SB, menandakan bahwa penambahan dua lapis geogrid memberikan kontribusi paling signifikan.
2. Balok yang diperkuat geogrid menunjukkan pola retak lentur dan lentur–geser yang lebih terkendali, dengan retak yang cenderung lebih halus dan tidak terlokalisasi. Geogrid berperan dalam menghambat perambatan retak diagonal dan meningkatkan kemampuan deformasi plastis balok. Balok SG2 memiliki daktilitas tertinggi di antara ketiga balok yaitu meningkat $43,82\%$ dari daktilitas balok SB.
3. Hasil simulasi numerik menunjukkan kedekatan yang baik dengan data eksperimen. Selisih kapasitas beban maksimum antara model numerik dan eksperimental masing-masing sebesar $1,18\%$ untuk balok SB, $2,76\%$ untuk balok SG1, dan $3,77\%$ untuk balok SG2. Nilai perbedaan yang kecil ini menunjukkan bahwa model Abaqus mampu merepresentasikan perilaku struktural balok secara akurat, khususnya pada aspek hubungan beban–defleksi.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut serta penerapan praktis di lapangan. Saran-saran berikut disampaikan agar penelitian di masa depan dapat lebih menyeluruh dan aplikatif:

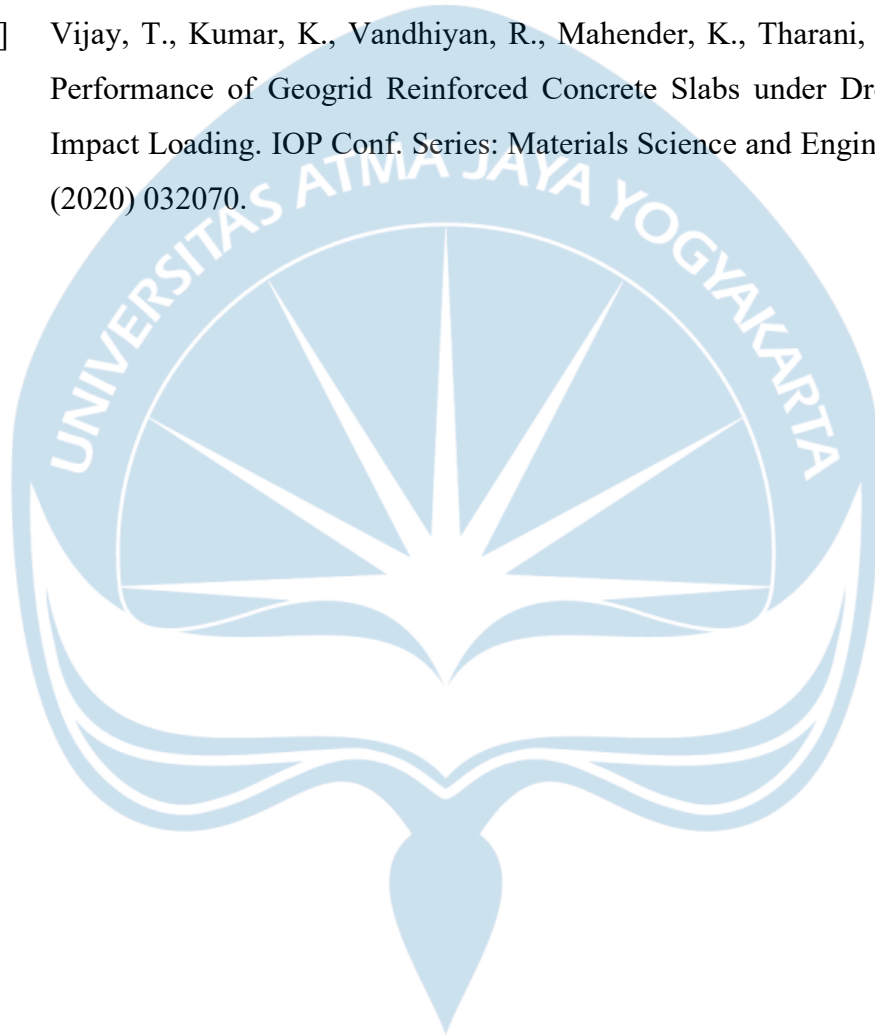
1. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan variasi jenis geogrid (misalnya uniaksial atau triaksial) dan konfigurasi peletakan (arah serat, penempatan dekat tulangan tarik atau tekan) untuk mengetahui efisiensi optimum dalam perkuatan balok.
2. Penelitian sebaiknya diperluas ke elemen struktural lainnya seperti kolom, pelat, dan balok prategang untuk mengetahui potensi aplikasi geogrid secara luas dalam konstruksi bangunan tahan gempa.
3. Disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor durabilitas dan perilaku jangka panjang geogrid dalam beton sebagai bahan pertimbangan dalam implementasi nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Candra, V. (2025). Kinerja Struktural Sambungan Balok-Kolom High Volume Fly-Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) dengan Perkuatan CFRP. Repository Universitas Atma Jaya Yogyakarta. <https://repository.uajy.ac.id/id/eprint/35113/>.
- [2] Daou, A., Chehab, S., Saad, G., Hamad, B. (2020). Experimental and numerical investigation on reinforced concrete columns confined internally with biaksial geogrids. Construction and Building Materials, Volume 263, 120115.
- [3] El Tawil, S. Dan Deierlein, G. (1999). Strength and Ductility of Concrete Encased Composite Columns. Journal of Structural engineering, Vol. 125. No. 9.
- [4] Fares, A., Hassan, Arab, M. (2020). Flexural Behavior of Strength Self-Compacted Concrete Slabs Containing Treated and Untreated Geogrid Reinforcement. Fibers, 2020, 8, 23. www.mdpi.com/journal/fibers.
- [5] F. El Meski, G. Chehab. (2014). Flexural behavior of concrete beams reinforced with different types of geogrids. Journal of Materials in Civil Engineering, August 2014.
- [6] Ghali, M., Said, M., Beshlawy, S., Mahmoud, R. (2022). Flexural Behavior of Reinforced Concrete beams with geogrid – Experimental Study. Engineering Research Journal (ERJ) Vol. 51, No. 3 July. 2022, pp. 105-119.
- [7] Kahil SN & Al-Ayash. 2015. Application of Existing Numerical Models for Prediction of Geogrid Confinement Effectiveness of PCC Columns. Conference Portland, Oregon, 2015. International Journal of Concrete Structures and Materials.

- [8] Kevin, V., Widi, Y., Sugiharto, H. (n.d.). Uji Lentur dan Tarik pada Ground Slab dengan Tulangan Geogrid. Online Catalog: Petra Christian University.
- [9] Khodaii, A., Fallah, S. (2009). Effects of geosynthetic reinforcement on the propagation of reflection cracking in asphalts overlays. *International Journal of Civil Engineering*. Vol. 7, No. 2, June 2009.
- [10] Majumdder, S., Saha, S. (2020). Experimental and numerical investigation on cyclic behavior of RC beam column joints reinforced with geogrid material. *International Conference and Exposition on Mechanical, Material and Manufacturing Technology*.
- [11] Majumder, S., Saha, S. (2021). Shear behaviour of RC beams strengthened using geosynthetic materials by external and internal confinement. *Science Direct Article*.
- [12] Mander, J.B., M.J.N Priestley, and R. Park. (1984). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. *Journal of Structural Engineering*. ASCE, 22686, 1806-1826.
- [13] Masri, Z., Daou, A., Chhade, R., Chehab, S. (2018). Experimental and Numerical Assessment of the Behavior of Geogrid-Reinforced Concrete and Its Application in Concrete Overlays. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2018, 30(12): 04018332.
- [14] Maxwell, S., Kim, W., Edil, T.B., and Benson, S. H. (2005). Effectiveness of geosynthetics in stabilizing soft subgrades. *Wisconsin Highway Research Program #0092-45-15*.
- [15] Park, R. Dan Paulay, T. (1975). *Reinforced Concrete Structure*, John Wiley & Sons Inc, Canada.
- [16] Pranata, A. (2020). Analisa Pengaruh Jarak Senggang Konvensional terhadap Kuat Geser pada Balok Beton Bertulang. *Digital Repository Universitas Medan Area*.

- [17] SNI 02-2384-200 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- [18] Tang, C., Chehab, G., Kim, S. (2008). Laboratory study of geogrid reinforcement in Portland cement concrete. In book: Pavement cracking: mechanisms, modelling, detection, testing and case histories (pp. 796-778).
- [19] Vijay, T., Kumar, K., Vandhiyan, R., Mahender, K., Tharani, K. (2020). Performance of Geogrid Reinforced Concrete Slabs under Drop Weight Impact Loading. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 981 (2020) 032070.



LAMPIRAN

Lampiran 1: *Plastic* pada Tulangan Baja

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
380	0
380	0.002
380	0.003
380	0.004
380	0.005
380	0.006
380	0.007
380	0.008
380	0.009
380	0.01
380	0.011
380	0.012
380	0.013
380	0.014
380	0.015
380	0.016
380	0.017
380	0.018
381.9941867	0.019
383.8725833	0.02
385.6447503	0.021
387.319224	0.022
388.90365	0.023
390.4048964	0.024
391.8291501	0.025
393.1819992	0.026
394.4685039	0.027
395.6932574	0.028
396.8604381	0.029
397.9738562	0.03
399.0369926	0.031
400.0530343	0.032
401.0249042	0.033
401.9552886	0.034
402.8466601	0.035
403.7012987	0.036
404.5213101	0.037
405.308642	0.038
406.0650988	0.039
406.7923546	0.04
407.4919644	0.041
408.1653747	0.042
408.813933	0.043
409.4388958	0.044
410.0414365	0.045
410.6226516	0.046
411.1835677	0.047
411.7251462	0.048

Lampiran 1: *Plastic* pada Tulangan Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
412.2482889	0.049
412.7538423	0.05
413.2426019	0.051
413.715316	0.052
414.1726889	0.053
414.6153846	0.054
415.044029	0.055
415.4592131	0.056
415.8614951	0.057
416.2514029	0.058
416.6294359	0.059
416.9960669	0.06
417.351744	0.061
417.6968923	0.062
418.0319149	0.063
418.3571947	0.064
418.6730956	0.065
418.9799636	0.066
419.2781277	0.067
419.5679012	0.068
419.8495828	0.069
420.1234568	0.07
420.3897946	0.071
420.648855	0.072
420.9008852	0.073
421.1461212	0.074
421.3847888	0.075
421.6171037	0.076
421.8432723	0.077
422.0634921	0.078
422.2779523	0.079
422.4868342	0.08
422.6903114	0.081
422.8885507	0.082
423.0817117	0.083
423.2699478	0.084
423.4534063	0.085
423.6322287	0.086
423.8065509	0.087
423.9765034	0.088
424.142212	0.089
424.3037975	0.09
424.4613762	0.091
424.6150602	0.092
424.7649573	0.093
424.9111713	0.094
425.0538025	0.095
425.1929474	0.096
425.3286991	0.097
425.4611474	0.098

Lampiran 1: *Plastic* pada Tulangan Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
425.590379	0.099
425.7164776	0.1
425.8395239	0.101
425.959596	0.102
426.0767693	0.103
426.1911166	0.104
426.3027085	0.105
426.4116131	0.106
426.5178962	0.107
426.6216216	0.108
426.7228511	0.109
426.8216443	0.11
426.9180592	0.111
427.0121518	0.112
427.1039763	0.113
427.1935853	0.114
427.28103	0.115
427.3663596	0.116
427.4496222	0.117
427.5308642	0.118
427.6101308	0.119
427.6874658	0.12
427.7629116	0.121
427.8365096	0.122
427.9082999	0.123
427.9783212	0.124
428.0466115	0.125
428.1132075	0.126
428.178145	0.127
428.2414585	0.128
428.3031819	0.129
428.3633481	0.13
428.4219888	0.131
428.4791352	0.132
428.5348176	0.133
428.5890653	0.134
428.6419069	0.135
428.6933703	0.136
428.7434827	0.137
428.7922705	0.138
428.8397595	0.139
428.8859747	0.14
428.9309405	0.141
428.9746809	0.142
429.017219	0.143
429.0585774	0.144
429.0987783	0.145
429.1378431	0.146
429.1757928	0.147
429.212648	0.148

Lampiran 1: *Plastic* pada Tulangan Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
429.2484286	0.149
429.2831541	0.15
429.3168436	0.151
429.3495155	0.152
429.3811881	0.153
429.4118791	0.154
429.4416057	0.155
429.4703848	0.156
429.4982329	0.157
429.5251662	0.158
429.5512003	0.159
429.5763507	0.16
429.6006325	0.161
429.6240602	0.162
429.6466482	0.163
429.6684107	0.164
429.6893613	0.165
429.7095134	0.166
429.7288803	0.167
429.7474747	0.168
429.7653093	0.169
429.7823963	0.17
429.7987478	0.171
429.8143755	0.172
429.8292909	0.173
429.8435055	0.174
429.8570301	0.175
429.8698757	0.176
429.8820528	0.177
429.8935717	0.178
429.9044428	0.179
429.9146758	0.18
429.9242805	0.181
429.9332666	0.182
429.9416433	0.183
429.9494199	0.184
429.9566052	0.185
429.9632082	0.186
429.9692375	0.187
429.9747015	0.188
429.9796085	0.189
429.9839667	0.19
429.987784	0.191
429.9910682	0.192
429.9938272	0.193
429.9960683	0.194
429.9977989	0.195
429.9990264	0.196
429.9997577	0.197
430	0.198

Lampiran 2: *Plastic* pada Pelat Baja

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
380	0
380	0.002
380	0.003
380	0.004
380	0.005
380	0.006
380	0.007
380	0.008
380	0.009
380	0.01
380	0.011
380	0.012
380	0.013
380	0.014
380	0.015
380	0.016
380	0.017
380	0.018
381.9941867	0.019
383.8725833	0.02
385.6447503	0.021
387.319224	0.022
388.90365	0.023
390.4048964	0.024
391.8291501	0.025
393.1819992	0.026
394.4685039	0.027
395.6932574	0.028
396.8604381	0.029
397.9738562	0.03
399.0369926	0.031
400.0530343	0.032
401.0249042	0.033
401.9552886	0.034
402.8466601	0.035
403.7012987	0.036
404.5213101	0.037
405.308642	0.038
406.0650988	0.039
406.7923546	0.04
407.4919644	0.041
408.1653747	0.042
408.813933	0.043
409.4388958	0.044
410.0414365	0.045
410.6226516	0.046
411.1835677	0.047
411.7251462	0.048
412.2482889	0.049
412.7538423	0.05

Lampiran 2: *Plastic* pada Pelat Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
413.2426019	0.051
413.715316	0.052
414.1726889	0.053
414.6153846	0.054
415.044029	0.055
415.4592131	0.056
415.8614951	0.057
416.2514029	0.058
416.6294359	0.059
416.9960669	0.06
417.351744	0.061
417.6968923	0.062
418.0319149	0.063
418.3571947	0.064
418.6730956	0.065
418.9799636	0.066
419.2781277	0.067
419.5679012	0.068
419.8495828	0.069
420.1234568	0.07
420.3897946	0.071
420.648855	0.072
420.9008852	0.073
421.1461212	0.074
421.3847888	0.075
421.6171037	0.076
421.8432723	0.077
422.0634921	0.078
422.2779523	0.079
422.4868342	0.08
422.6903114	0.081
422.8885507	0.082
423.0817117	0.083
423.2699478	0.084
423.4534063	0.085
423.6322287	0.086
423.8065509	0.087
423.9765034	0.088
424.142212	0.089
424.3037975	0.09
424.4613762	0.091
424.6150602	0.092
424.7649573	0.093
424.9111713	0.094
425.0538025	0.095
425.1929474	0.096
425.3286991	0.097
425.4611474	0.098
425.590379	0.099
425.7164776	0.1

Lampiran 2: *Plastic* pada Pelat Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
425.8395239	0.101
425.959596	0.102
426.0767693	0.103
426.1911166	0.104
426.3027085	0.105
426.4116131	0.106
426.5178962	0.107
426.6216216	0.108
426.7228511	0.109
426.8216443	0.11
426.9180592	0.111
427.0121518	0.112
427.1039763	0.113
427.1935853	0.114
427.28103	0.115
427.3663596	0.116
427.4496222	0.117
427.5308642	0.118
427.6101308	0.119
427.6874658	0.12
427.7629116	0.121
427.8365096	0.122
427.9082999	0.123
427.9783212	0.124
428.0466115	0.125
428.1132075	0.126
428.178145	0.127
428.2414585	0.128
428.3031819	0.129
428.3633481	0.13
428.4219888	0.131
428.4791352	0.132
428.5348176	0.133
428.5890653	0.134
428.6419069	0.135
428.6933703	0.136
428.7434827	0.137
428.7922705	0.138
428.8397595	0.139
428.8859747	0.14
428.9309405	0.141
428.9746809	0.142
429.017219	0.143
429.0585774	0.144
429.0987783	0.145
429.1378431	0.146
429.1757928	0.147
429.212648	0.148
429.2484286	0.149
429.2831541	0.15

Lampiran 2: *Plastic* pada Pelat Baja (lanjutan)

<i>Yield Stress (MPa)</i>	<i>Plastic Strain</i>
429.3168436	0.151
429.3495155	0.152
429.3811881	0.153
429.4118791	0.154
429.4416057	0.155
429.4703848	0.156
429.4982329	0.157
429.5251662	0.158
429.5512003	0.159
429.5763507	0.16
429.6006325	0.161
429.6240602	0.162
429.6466482	0.163
429.6684107	0.164
429.6893613	0.165
429.7095134	0.166
429.7288803	0.167
429.7474747	0.168
429.7653093	0.169
429.7823963	0.17
429.7987478	0.171
429.8143755	0.172
429.8292909	0.173
429.8435055	0.174
429.8570301	0.175
429.8698757	0.176
429.8820528	0.177
429.8935717	0.178
429.9044428	0.179
429.9146758	0.18
429.9242805	0.181
429.9332666	0.182
429.9416433	0.183
429.9494199	0.184
429.9566052	0.185
429.9632082	0.186
429.9692375	0.187
429.9747015	0.188
429.9796085	0.189
429.9839667	0.19
429.987784	0.191
429.9910682	0.192
429.9938272	0.193
429.9960683	0.194
429.9977989	0.195
429.9990264	0.196
429.9997577	0.197
430	0.198

Lampiran 3: Logbook Bimbingan Tesis

LOGBOOK BIMBINGAN TESIS

NAMA MAHASISWA : Karolina Gusti Ayu
 NPM : 235119710
 PEMINATAN : Struktur
 JUDUL TESIS : Perilaku Geser Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geogrid Biaksial
 DOSEN PEMBIMBING : Prof. Dr. Ir. Ade Lisantono, M. Eng., IPU, ASEAN Eng.

Tanggal	Evaluasi	Konfirmasi Dospem
19 September 2023	Mengumpulkan rangkuman studi pustaka.	
3 Oktober 2023	Konsultasi penentuan topik tesis dan membuat introduction.	
22 November 2023	Konsultasi penentuan judul proposal penelitian.	
8 Januari 2024	Menentukan dimensi balok dan mutu beton sebagai benda uji penelitian.	
26 Maret 2024	Konsultasi draft proposal dan membuat ppt untuk seminar.	
15 Mei 2024	Simulasi presentasi seminar proposal.	
9 Agustus 2024	Konsultasi persiapan pembuatan benda uji.	
29 September 2024	Menandai lokasi strain gauge pada balok dan mengawasi pemasangan strain gauge.	
11 Oktober 2024	Mengamplas benda uji supaya segera dipasang strain gauge dan mengkoordinasikan agenda pengujian dengan Pak Sukar.	
8 November 2024	Mencari tempat penerbitan paper dan menyicil laporan tesis.	
16 Januari 2025	Briefing untuk pengujian balok.	
22 Januari 2025	Konfirmasi bahwa pengujian eksperimental balok sudah selesai dilaksanakan.	

13 Februari 2025	Mempresentasikan hasil pengujian eksperimental.	✓
13 Maret 2025	Mengolah data pengujian eksperimental ke dalam grafik beban-defleksi	✓
9 Mei 2025	Menyerahkan draft paper.	✓
10 Juli 2025	Menyelesaikan draft tesis bagian eksperimental.	✓
11 Agustus 2025	Menyerahkan draft paper yang sudah direvisi.	✓
20 Agustus 2025	Menambahkan metode numerik untuk laporan.	✓
18 September 2025	Konsultasi hasil numerik balok SB.	✓
2 Oktober 2025	Revisi paper dan konsultasi revisi untuk hasil numerik balok SB.	✓
9 Oktober 2025	Konsultasi revisi kedua untuk hasil numerik balok SB.	✓
23 Oktober 2025	Submit paper yang sudah fix dan konsultasi hasil numerik untuk balok SG1 dan SG2.	✓
31 Oktober 2025	Konsultasi perbandingan grafik beban-defleksi hasil numerik vs eksperimental untuk balok SB, SG1, dan SG2.	✓
13 November 2025	Revisi ukuran gambar dan memberi keterangan untuk tabel lanjutan.	✓
14 November 2025	Menyerahkan laporan akhir tesis yang sudah direvisi.	✓