

TESIS

**PERILAKU GESER BALOK BETON BERTULANG
DENGAN PERKUATAN GEOGRID BIAKSIAL**



KAROLINA GUSTI AYU

NPM: 235119710

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2025



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN TESIS

Nama : Karolina Gusti Ayu
Nomor Mahasiswa : 235119710
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Perilaku Geser Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geogrid Biaksial

Nama Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Ade Lisantono,
M. Eng., IPU, ASEAN Eng.

Tanggal
15/01/2026

Tanda Tangan

.....



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : Karolina Gusti Ayu
Nomor Mahasiswa : 235119710
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Perilaku Geser Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geogrid Biaksial

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng., IPU, ASEAN Eng.	15/01/2026	
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	14/01/2026	
Dr. Ir. J. Januar Sudjati, S.T., M.T.	14/1-26	



Ketua Program Studi

Dr. Ir. Nectaria Putri Pramesti, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul:

Perilaku Geser Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geogrid Biaksial

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan plagiasi dari hasil karya orang lain. Kutipan maupun data penelitian yang bersumber dari tulisan orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tesis ini. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Yogyakarta, 17 November 2025

Yang membuat pernyataan



Karolina Gusti Ayu

INTISARI

Masalah kegagalan geser pada balok beton bertulang menjadi isu penting dalam desain struktur, khususnya pada bangunan yang menerima beban lateral atau dinamis seperti gempa. Sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan ketahanan dan daktilitas elemen struktur terhadap beban tersebut. Dalam upaya meningkatkan kapasitas geser dan daktilitas balok, diperlukan inovasi alternatif perkuatan yang lebih efektif dan mudah diaplikasikan di lapangan. Salah satu material yang berpotensi digunakan adalah geogrid biaksial, yang selama ini lebih umum digunakan pada perkuatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana pengaruh penggunaan geogrid biaksial sebagai perkuatan tambahan terhadap perilaku geser balok beton bertulang.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menguji tiga buah balok beton bertulang berukuran $1500 \times 120 \times 240$ mm yang dibebani secara dua titik. Variasi benda uji terdiri dari balok tanpa perkuatan geogrid (SB), balok dengan satu lapisan geogrid (SG1), dan balok dengan dua lapisan geogrid (SG2). Selain pengujian eksperimental, analisis numerik juga dilakukan melalui pemodelan balok menggunakan bantuan perangkat lunak Abaqus untuk memverifikasi hasil pengujian dan memahami perilaku internal struktur secara lebih mendalam. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jumlah lapisan geogrid terhadap kapasitas geser, daktilitas, serta pola retak yang terjadi pada balok beton bertulang dengan konfigurasi tulangan geser standar.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan geogrid biaksial memberikan peningkatan signifikan terhadap kapasitas beban maksimum. Balok SG1 dan SG2 menunjukkan peningkatan kapasitas beban dibandingkan balok SB, dengan SG2 menunjukkan performa paling unggul. Selain itu, distribusi retak pada balok dengan geogrid tampak berkembang lebih lambat dan menyebar, yang menandakan bahwa geogrid berperan dalam memperlambat perambatan keretakan. Hasil pemodelan numerik menggunakan Abaqus menunjukkan perbedaan yang relatif kecil terhadap hasil pengujian eksperimental, sehingga mengindikasikan bahwa model numerik mampu merepresentasikan perilaku aktual balok secara akurat. Temuan ini mendukung potensi pemanfaatan geogrid sebagai elemen tambahan dalam sistem tulangan geser balok beton bertulang.

Kata kunci: balok beton bertulang, kuat geser, geogrid biaksial, pembebanan dua titik, kapasitas beban

ABSTRACT

Shear failure in reinforced concrete beams is a critical issue in structural design, particularly for structures subjected to lateral or dynamic loads such as earthquakes. Therefore, it is necessary to enhance the strength and ductility of structural elements under such loading conditions. To improve the shear capacity and ductility of beams, innovative reinforcement alternatives that are more effective and easier to apply in the field are required. One potential material is biaksial geogrid, which has been widely used in soil reinforcement applications. This study aims to investigate the influence of using biaksial geogrid as an additional reinforcement on the shear behavior of reinforced concrete beams.

The research was carried out experimentally in the laboratory by testing three reinforced concrete beams with dimensions of $1500 \times 120 \times 240$ mm under two-point loading. The test specimens consisted of a beam without geogrid reinforcement (SB), a beam with one layer of geogrid (SG1), and a beam with two layers of geogrid (SG2). In addition to the experimental testing, a numerical analysis was also performed through beam modeling using Abaqus software to verify the experimental results and to gain a deeper understanding of the internal behavior of the structure. The main objective of this study is to analyze the effect of the number of geogrid layers on the shear capacity, ductility, and crack patterns of reinforced concrete beams with standard shear reinforcement configurations.

The results show that the use of biaksial geogrid significantly enhances both the ultimate load capacity of the beams. Beams SG1 and SG2 exhibited higher load capacities compared to beam SB, with SG2 demonstrating the best performance. Moreover, the crack distribution in beams reinforced with geogrid developed more gradually and uniformly, indicating that the geogrid helps delay crack propagation and improve structural deformability. The numerical modeling using Abaqus showed a relatively small deviation from the experimental results, indicating that the numerical model can accurately represent the actual behavior of the beam. These findings support the potential application of geogrid as an additional component in the shear reinforcement system of reinforced concrete beams.

Keywords: *reinforced concrete beam, shear strength, biaksial geogrid, two-point loading, load capacity*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Tesis berjudul “Kuat Geser Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geogrid Biaksial” dapat disusun dan diselesaikan. Adapun tujuan dari penulisan Tesis ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan dari program strata-2 (S2) pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Laporan ini dibuat berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Dalam proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tesis ini, penulis tidak terlepas dari pengarahan, bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis hendak mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ade Lisantono, M. Eng., IPU, ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing yang berkenan memberikan pengarahan dan bimbingan dari awal hingga akhir penelitian ini.
2. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Departemen teknik Sipil Universitas Atma jaya Yogyakarta.
3. Dr. Ir. Nectaria Putri Pramesti, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil UAJY.
4. Seluruh Dosen Teknik Sipil UAJY yang telah mengajar selama penulis menempuh pendidikan.
5. Bapak Sukaryanto dan Bapak Triyono dkk yang telah membantu penulis selama di Laboratorium SBB, Fakultas Teknik UAJY dalam pembuatan benda uji dan pelaksanaan program ekperimental penelitian ini.
6. Bapak, Ibuk, Agung, dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doa untuk kelancaran penelitian penulis.
7. Rodrigues Alfabanuarda Putra Bate, sahabat-sahabat, dan orang-orang terkasih lainnya yang senantiasa menemani, memberikan semangat, dukungan, dan hiburan selama penulis menyelesaikan penelitian.

Yogyakarta, November 2025



Karolina Gusti Ayu

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERSETUJUAN TESIS	ii
PENGESAHAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian mengenai Penerapan Geogrid pada Beton	6
2.2 Penelitian mengenai Pengaruh Geogrid terhadap Daktilitas Elemen Struktur Beton	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Geogrid Biaksial	9
3.2 Gaya Geser Balok.....	10
3.3 Daktilitas.....	12
3.4 Pola Retak Balok	14
3.5 Model Hubungan Tegangan-Regangan Beton Mander	14
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	17
4.1 Metode Eksperimental.....	18
4.1.1 Benda Uji.....	18

4.1.2	Alat dan Bahan	22
4.1.3	Variabel Penelitian	23
4.1.4	Prosedur Eksperimental.....	23
4.2	Metode Numerik.....	26
4.2.1	<i>Part</i>	26
4.2.2	<i>Property</i>	31
4.2.3	<i>Assembly</i>	36
4.2.4	<i>Step</i>	37
4.2.5	<i>Interaction</i>	39
4.2.6	<i>Load</i>	43
4.2.7	<i>Mesh</i>	44
4.2.8	<i>Job</i>	44
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		46
5.1	Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder	46
5.2	Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja	47
5.3	Grafik Hubungan Beban-Defleksi Balok Beton Bertulang	47
5.4	Daktilitas.....	50
5.5	Pola Retak Balok	54
5.6	Efektivitas Jumlah Lapisan Geogrid.....	57
5.7	Perbandingan Hubungan Beban-Defleksi Balok SB antara Hasil Eksperimental dan Numerik	58
5.8	Perbandingan Hubungan Beban-Defleksi Balok SG1 antara Hasil Eksperimental dan Numerik	59
5.9	Perbandingan Hubungan Beban-Defleksi Balok SG2 antara Hasil Eksperimental dan Numerik	59
5.10	Perbandingan Hubungan Beban-Defleksi Balok SB, SG1, dan SG2	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
6.1	Kesimpulan.....	62
6.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Geogrid Biaksial	10
Tabel 4. 1 Ketentuan Sampel Benda Uji	18
Tabel 4. 2 <i>Density</i> pada Tulangan Baja.....	31
Tabel 4. 3 <i>Elastic</i> pada Tulangan Baja.....	32
Tabel 4. 4 <i>Density</i> pada Beton	32
Tabel 4. 5 <i>Elastic</i> pada Beton	32
Tabel 4. 6 <i>Concrete Damaged Plasticity: Plasticity</i>.....	32
Tabel 4. 7 <i>Concrete Compression Damage</i>.....	33
Tabel 4. 8 <i>Concrete Compression Damage</i> (lanjutan).....	34
Tabel 4. 9 <i>Concrete Tension Damage</i>	35
Tabel 4. 10 <i>Density</i> pada Beban dan Tumpuan	35
Tabel 4. 11 <i>Elastic</i> pada Beban dan Tumpuan	35
Tabel 4. 12 <i>Density</i> pada Pelat Baja	35
Tabel 4. 13 <i>Elastic</i> pada Pelat Baja.....	36
Tabel 4. 14 <i>Elastic</i> pada Geogrid Biaksial	36
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	46
Tabel 5. 2 Nilai Daktilitas Balok SB, SG1, dan SG2	53
Tabel 5. 3 Perbandingan Beban-Defleksi Balok SB, SG1, dan SG2.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Geogrid Biaksial.....	9
Gambar 3. 2 Idealisasi Hubungan Beban-Lendutan	13
Gambar 3. 3 Kurva Tegangan–Regangan Beton Tidak Terkekang	16
Gambar 4. 1 Prosedur Penelitian	18
Gambar 4. 2 (a) Model Balok SB, (b) Detail Penulangan Balok SB.....	19
Gambar 4. 3 (a) Model Balok SG1, (b) Detail Penulangan Balok SG1.....	20
Gambar 4. 4 (a) Model Balok SG2, (b) Detail Penulangan Balok SG2.....	21
Gambar 4. 5 Perakitan Balok Beton Bertulang	22
Gambar 4. 6 (a) Perakitan Tulangan, (b) Pembuatan Bekisting Balok, (c) Pengecoran Balok, (d) Perawatan (<i>Curing</i>) Balok.....	24
Gambar 4. 7 <i>Set Up Loading Frame</i> Pengujian	25
Gambar 4. 8 <i>Set Up</i> Pengujian di Laboratorium	25
Gambar 4. 9 <i>Part</i> Balok	27
Gambar 4. 10 <i>Part</i> Tulangan Utama	27
Gambar 4. 11 <i>Part</i> Tulangan Senggang	28
Gambar 4. 12 <i>Part</i> Beban	28
Gambar 4. 13 <i>Part</i> Tumpuan	29
Gambar 4. 14 <i>Part</i> Geogrid Biaksial	30
Gambar 4. 15 <i>Part</i> Pelat Baja.....	30
Gambar 4. 16 <i>Assembly</i>	37
Gambar 4. 17 <i>Edit Field Output Request</i>	38
Gambar 4. 18 <i>Interaction Manager</i>	39
Gambar 4. 19 <i>Edit Interaction</i>	40
Gambar 4. 20 <i>Interaction Property Manager</i>	41
Gambar 4. 21 <i>Edit Contact Property: Tangential Behavior</i>	41
Gambar 4. 22 <i>Edit Contact Property: Normal Behavior</i>	42
Gambar 4. 23 <i>Constraint Manager</i>	43
Gambar 4. 24 <i>Boundary Condition Manager</i>	43
Gambar 5. 1 Hubungan Beban-Defleksi (Pengujian Eksperimental).....	49

Gambar 5. 2 Penentuan Daktilitas Balok SB	51
Gambar 5. 3 Penentuan Daktilitas Balok SG1	52
Gambar 5. 4 Penentuan Daktilitas Balok SG2	52
Gambar 5. 5 Daktilitas Balok SB, SG1, dan SG2.....	53
Gambar 5. 6 Pola Retak Balok SB.....	55
Gambar 5. 7 Pola Retak Balok SG1	55
Gambar 5. 8 Pola Retak Balok SG2	56
Gambar 5. 9 Hubungan Beban-Defleksi Balok SB (Numerik vs Eksperimental)	58
Gambar 5. 10 Hubungan Beban-Defleksi Balok SG1 (Numerik vs Eksperimental)	59
Gambar 5. 11 Hubungan Beban-Defleksi Balok SG2 (Numerik vs Eksperimental)	60