

**TUGAS AKHIR**

**STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM  
*LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP BEBAN  
LATERAL SIKLIK**



**MUHAMMAD RIZQI**

**03011181722021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**MUHAMMAD RIZQI  
03011181722021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**MUHAMMAD RIZQI**

**03011181722021**

Palembang, Desember 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.  
NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari banyak pihak. Karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Keluarga tercinta, terkhusus kepada kedua orang tua penulis, Bapak Agus Mulyawan, S.E. dan Ibu Dr. Yunisvita, S.E., M.Si. serta kakak penulis, Yusuf Abdurrachman, S.T. yang selalu memberikan dukungan doa, nasihat, motivasi dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini
5. Ibu Dr. Ir. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik penulis yang selalu memberikan bimbingan dan nasihat dalam urusan akademik selama penulis menjalani studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dr. K. M. Aminuddin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji pada Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir penulis yang telah memberikan masukan dan saran dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang sudah mendidik dan mengajarkan banyak hal selama penulis menempuh

perkuliahan yang mana akan sangat membantu penulis dalam menjalani karir setelah menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

9. Seluruh Staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang sudah banyak membantu penulis dalam segala urusan administrasi kampus.
10. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2017 yang sudah saling membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan studi. Tetap sehat, tetap semangat dan semoga sukses untuk kita semua.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian kedepannya dapat menjadi lebih baik. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat dalam ilmu teknik sipil secara umum dan bidang struktur secara khusus.

Palembang, Desember 2021



Muhammad Rizqi

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
HALAMAN RINGKASAN.....	xi
HALAMAN <i>SUMMARY</i> .....	xii
HALAMAN ABSTRAK.....	xiii
HALAMAN <i>ABSTRACT</i> .....	xiv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xvi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xvii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Beton .....	5
2.1.1. Kuat Tekan Beton .....	6
2.1.2. Kuat Tarik Beton.....	8
2.1.3. Modulus Elastisitas .....	11
2.2. Material Beton Bertulang.....	12
2.3. Material Tulangan Baja.....	15
2.4. Beton Ringan ( <i>Lightweight Concrete</i> ) .....	20

2.5. Struktur Kolom Beton Bertulang .....	23
2.6. Beban Siklik .....	27
2.7. Kurva Histeresis .....	28
2.8. Penelitian Terdahulu .....	29
2.9. <i>Finite Element Analysis</i> (FEA) .....	34
2.10. Pengaplikasian <i>Finite Elementl Analysis</i> (FEA) .....	35
2.11. Program ANSYS .....	37
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	 39
3.1. Umum.....	39
3.2. Studi Literatur .....	39
3.3. Pengumpulan Data Sekunder .....	39
3.4. Model Struktur .....	40
3.5. Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS .....	40
3.6. <i>Input Data</i> .....	41
3.7. <i>Meshing</i> .....	41
3.8. <i>Solving</i> .....	41
3.9. Analisis <i>Output</i> dan Pembahasan.....	42
3.10. Alur Penelitian .....	42
 BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	 43
4.1. Model Struktur Kolom Beton Bertulang.....	43
4.2. Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS .....	43
4.3. Data <i>Input</i> .....	45
4.3.1. <i>Material Properties</i> .....	45
4.3.2. Pembebanan .....	46
4.4. <i>Meshing</i> .....	47
4.5. Analisis Output Program ANSYS.....	48
4.5.1. <i>Loading History</i> Program ANSYS .....	48
4.5.2. Analisis Output Program ANSYS dengan Material Beton Normal .....	48
4.5.3. Analisis Output Program ANSYS dengan Material <i>Lightweight Concrete</i> .....	52

4.6. Kekakuan dan Kekuatan .....	55
4.6.1. Kekakuan dan Kekuatan dengan Material Beton Normal .....	55
4.6.2. Kekakuan dan Kekuatan dengan Material <i>Lightweight</i> <i>Concrete</i> .....	58
BAB 5 PENUTUP .....	62
5.1. Kesimpulan .....	62
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Hubungan antara tegangan dan regangan tekan beton.....	8
2.2. Hubungan tegangan dan regangan tarik beton .....	10
2.3. Baja tulangan polos .....	17
2.4. Baja tulangan ulir/sirip .....	18
2.5. Hubungan tegangan dan regangan baja.....	19
2.6. Hubungan tegangan dan regangan untuk material beton normal dan beton ringan, $f_c'=3000$ psi dan 5000 psi.....	21
2.7. Jenis bentuk penampang kolom .....	24
2.8. Jenis-jenis kolom.....	25
2.9. Penampang kolom dengan jenis pembebanan yang berbeda .....	26
2.10. Kolom pada bangunan bertingkat .....	26
2.11. Hubungan tegangan dan regangan beton akibat beban siklik .....	27
2.12. Hubungan tegangan dan regangan baja akibat beban siklik .....	28
2.13. Pola pembebanan lateral .....	28
2.14. Kurva histeresis hubungan beban lateral dan perpindahan spesimen CS12 .....	29
2.15. Detail struktur kolom spesimen CS12.....	30
2.16. Model struktur kolom.....	30
2.17. Kurva histeresis hubungan beban lateral dan perpindahan spesimen NCCC-1 .....	31
2.18. Benda uji kolom .....	31
2.19. Kurva histeresis hubungan beban lateral dan perpindahan kolom.....	32
2.20. Detail struktur kolom CM-1 .....	32
2.21. Kurva histeresis hubungan beban lateral dan perpindahan kolom CM-1 .....	33
2.22. Detail struktur kolom .....	33
2.23. Kurva histeresis hubungan beban lateral dan perpindahan kolom RSP .....	34
2.24. Model elemen beton di program ANSYS .....	38
2.25. Model elemen baja tulangan di program ANSYS.....	38

3.1.	Kurva tegangan dan regangan <i>lightweight concrete</i> .....	40
3.2.	Ilustrasi model struktur kolom beton bertulang .....	40
3.3.	Diagram alir dari metodologi penelitian .....	42
4.1.	Detail struktur kolom beton bertulang .....	43
4.2.	Model struktur kolom untuk elemen beton .....	44
4.3.	Model struktur kolom untuk elemen baja .....	45
4.4.	Kurva tegangan-regangan beton normal .....	46
4.5.	Siklus pembebanan lateral siklik menurut ACI 374.1 (2005).....	47
4.6.	Meshing pada struktur kolom .....	47
4.7.	Siklus pembebanan lateral siklik.....	48
4.8.	Kurva histeresis hasil analisis program ANSYS untuk model struktur kolom dengan beton normal .....	49
4.9.	Perbandingan kurva histeresis pengujian eksperimental dan analisis program ANSYS struktur kolom beton bertulang (beton normal) .....	50
4.10.	Tegangan yang terjadi pada struktur kolom (beton normal).....	51
4.11.	Kurva histeresis hasil analisis program ANSYS untuk model struktur kolom <i>lightweight concrete</i> .....	52
4.12.	Perbandingan kurva histeresis hasil analisis ANSYS untuk kolom dengan beton normal dan <i>lightweight concrete</i> .....	53
4.13.	Tegangan yang terjadi pada struktur kolom ( <i>lightweight concrete</i> ) ...	55
4.14.	Hubungan kekakuan dan lateral drift pembebanan tarik model kolom (beton normal).....	56
4.15.	Hubungan kekakuan dan lateral drift pembebanan dorong model kolom (beton normal).....	56
4.16.	Kurva <i>backbone</i> model struktur kolom dengan beton normal .....	58
4.17.	Hubungan kekakuan dan lateral drift pembebanan tarik model kolom ( <i>lightweight concrete</i> ) .....	58
4.18.	Hubungan kekakuan dan lateral drift pembebanan dorong model kolom ( <i>lightweight concrete</i> ) .....	59
4.19.	Kurva <i>backbone</i> model struktur kolom <i>lightweight concrete</i> .....	60
4.20.	Perbandingan kurva <i>backbone</i> kolom dengan beton normal dan <i>lightweight concrete</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Ukuran tulangan sirip/ulir .....	18
2.2. Mutu baja tulangan beton.....	19
4.1. Selisih beban lateral maksimum.....	51
4.2. Beban lateral maksimum.....	54
4.3. <i>Lateral drift</i> ketika mencapai beban lateral maksimum.....	54
4.4. <i>Lateral drift</i> maksimum yang dicapai .....	54
4.5. Persentase penurunan kekakuan kolom (beton normal).....	57
4.6. Persentase penurunan kekakuan kolom ( <i>lightweight concrete</i> ).....	59

## RINGKASAN

### STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 17 Desember 2021

Muhammad Rizqi; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T. M.T. dan Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 67 halaman, 48 gambar, 8 tabel

Pada beberapa tahun terakhir, telah banyak terjadi bencana gempa bumi di Indonesia yang mengakibatkan banyak rumah masyarakat yang rusak, gedung-gedung perkantoran dan fasilitas umum lainnya mengalami kerusakan yang parah. Salah satu elemen struktur yang memiliki peranan penting dalam suatu sistem struktur adalah kolom. Kolom menahan beban vertikal dari pelat lantai atau atap dan mendistribusikan beban tersebut ke struktur di bawahnya. Oleh karena itu, kolom memiliki peranan penting dalam sistem struktur bangunan, karena apabila terjadi kegagalan pada struktur kolom akan mengakibatkan runtuhnya komponen struktur lain. Pada penelitian ini dilakukan studi numerik menggunakan program ANSYS dengan basis *finite element analysis* untuk melihat kinerja kolom terhadap beban lateral siklik dengan menggunakan material beton normal bertulang dan material *lightweight concrete*. Hasil analisis program dengan menggunakan material beton normal divalidasi dengan hasil penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, dkk. (2015) dengan selisih output harus kurang dari 10%. Dari analisis program diperoleh *output* berupa kurva histeresis hubungan *displacement* dan beban lateral, kekakuan dan kekuatan struktur. Beban lateral maksimum yang diperoleh dari program ANSYS dan hasil penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, dkk. (2015) memiliki selisih 1,71% untuk beban tarik dan 2,45% untuk beban tekan. Kolom dengan material *lightweight concrete* mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan beton normal karena *lightweight concrete* memiliki kuat tekan yang lebih besar 59,86% dibandingkan beton normal, yaitu sebesar 27,9 MPa.

**Kata kunci:** beban lateral siklik, *finite element analysis*, kolom beton bertulang, *lightweight concrete*

## SUMMARY

### NUMERICAL STUDY OF BEHAVIOR OF LIGHTWEIGHT CONCRETE COLUMN ON CYCLIC LATERAL LOAD

Scientific papers in the form of Final Projects, December 17<sup>th</sup>, 2021

Muhammad Rizqi; Guided by Dr. Ir. Saloma, S.T. M.T. and Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 67 pages, 48 images, 8 tables

In the last few years, there have been many earthquakes in Indonesia which caused damage to many people's houses, office buildings and other public facilities. One of the structural elements that have an important role in a structural system is the column. Columns support vertical loads from floor or roof slabs and distribute these loads to the structure below. Therefore, the column has an important role in the structural system of the building, because if there is a failure in the column structure it will result in the collapse of other structural components. In this research, a numerical study was conducted using the ANSYS program with a finite element analysis basis to see the performance of the column against cyclic lateral loads using normal reinforced concrete and lightweight concrete materials. The results of the program analysis using normal concrete materials were validated with the results of experimental research by Pudjisuryadi, et al. (2015) with the difference in output must be less than 10%. From the program analysis, the output in the form of a hysteresis curve is the relationship between displacement and lateral loads, stiffness and structural strength. The maximum lateral load obtained from the ANSYS program and the results of experimental research by Pudjisuryadi, et al. (2015) has a difference of 1.71% for tensile loads, 2.45% for compressive loads. Columns with lightweight concrete material are able to withstand a greater load than normal concrete because lightweight concrete has a higher compressive strength than normal concrete, which is 27.9 MPa.

**Keywords:** finite element analysis, lateral cyclic load, lightweight concrete, reinforced concrete column

# STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

Muhammad Rizqi<sup>1)</sup>, Saloma<sup>1)</sup>, Siti Aisyah Nurjannah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Prabumulih- Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumsel

## Abstrak

Pada beberapa tahun terakhir, telah banyak terjadi bencana gempa bumi di Indonesia yang mengakibatkan banyak rumah masyarakat yang rusak, gedung-gedung perkantoran dan fasilitas umum lainnya mengalami kerusakan yang parah. Salah satu elemen struktur yang memiliki peranan penting dalam suatu sistem struktur adalah kolom. Kolom menahan beban vertikal dari pelat lantai atau atap dan mendistribusikan beban tersebut ke struktur di bawahnya. Oleh karena itu, kolom memiliki peranan penting dalam sistem struktur bangunan, karena apabila terjadi kegagalan pada struktur kolom akan mengakibatkan runtuhnya komponen struktur lain. Pada penelitian ini dilakukan studi numerik menggunakan program ANSYS dengan basis *finite element analysis* untuk melihat kinerja kolom terhadap beban lateral siklik dengan menggunakan material beton normal bertulang dan material *lightweight concrete*. Hasil analisis program dengan menggunakan material beton normal divalidasi dengan hasil penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, dkk. (2015) dengan selisih output harus kurang dari 10%. Dari analisis program diperoleh *output* berupa kurva histeresis hubungan *displacement* dan beban lateral, kekakuan dan kekuatan struktur. Beban lateral maksimum yang diperoleh dari program ANSYS dan hasil penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, dkk. (2015) memiliki selisih 1,71% untuk beban tarik dan 2,45% untuk beban tekan. Kolom dengan material *lightweight concrete* mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan beton normal karena *lightweight concrete* memiliki kuat tekan yang lebih besar 59,86% dibandingkan beton normal, yaitu sebesar 27,9 MPa.

**Kata kunci:** *beban lateral siklik, finite element analysis, kolom beton bertulang, lightweight concrete*

Palembang, Desember 2021

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.  
NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

# NUMERICAL STUDY OF BEHAVIOR OF LIGHTWEIGHT CONCRETE COLUMN ON CYCLIC LATERAL LOAD

Muhammad Rizqi<sup>1)</sup>, Saloma<sup>1)</sup>, Siti Aisyah Nurjannah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Civil Engineering and Planning Faculty of Engineering Sriwijaya University, Jl. Raya Prabumulih- Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumsel

## Abstract

In the last few years, there have been many earthquakes in Indonesia which caused damage to many people's houses, office buildings and other public facilities. One of the structural elements that have an important role in a structural system is the column. Columns support vertical loads from floor or roof slabs and distribute these loads to the structure below. Therefore, the column has an important role in the structural system of the building, because if there is a failure in the column structure it will result in the collapse of other structural components. In this research, a numerical study was conducted using the ANSYS program with a finite element analysis basis to see the performance of the column against cyclic lateral loads using normal reinforced concrete and lightweight concrete materials. The results of the program analysis using normal concrete materials were validated with the results of experimental research by Pudjisuryadi, et al. (2015) with the difference in output must be less than 10%. From the program analysis, the output in the form of a hysteresis curve is the relationship between displacement and lateral loads, stiffness and structural strength. The maximum lateral load obtained from the ANSYS program and the results of experimental research by Pudjisuryadi, et al. (2015) has a difference of 1.71% for tensile loads, 2.45% for compressive loads. Columns with lightweight concrete material are able to withstand a greater load than normal concrete because lightweight concrete has a higher compressive strength than normal concrete, which is 27.9 MPa.

*Keywords: finite element analysis, lateral cyclic load, lightweight concrete, rerinforced concrete column*

Palembang, Desember 2021

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.  
NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizqi

NIM : 03011181722021

Judul : Studi Numerik Perilaku Kolom *Lightweight Concrete* Terhadap Beban Lateral Siklik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



**Palembang, Desember 2021**



**Muhammad Rizqi**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Numerik Perilaku Kolom *Lightweight Concrete* Terhadap Beban Lateral Siklik” yang disusun oleh Muhammad Rizqi, NIM. 03011181722021 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Desember 2021.

Palembang, Desember 2021  
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir,

Ketua :

1. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

(  )

2. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.  
NIP. 197705172008012039

(  )

Anggota :


3. Dr. K. M. Aminuddin, S.T., M.T.  
NIP. 197203141999031006

(  )

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik**

  
Prof. Dr.Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T.  
NIP. 196706151995121002

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
dan Perencanaan**

  
Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizqi

NIM : 03011181722021

Judul : Studi Numerik Perilaku Kolom *Lightweight Concrete* Terhadap Beban Lateral Siklik

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Palembang, Desember 2021**



**Muhammad Rizqi**  
**NIM. 03011181722021**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Rizqi  
Tempat, tanggal lahir : Palembang, 19 Agustus 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
E-mail : [mhdrizqi1908@gmail.com](mailto:mhdrizqi1908@gmail.com)

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Masa</b>
SD YSP Pusri Palembang	-	-	SD	2006 – 2012
SMP YSP Pusri Palembang	-	-	SMP	2012 – 2014
SMA Negeri 5 Palembang	-	MIPA	SMA	2014 – 2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil dan Perencanaan	S-1	2017 – 2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



Muhammad Rizqi

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada beberapa tahun terakhir, telah banyak terjadi bencana gempa bumi di Indonesia yang mengakibatkan banyak rumah masyarakat yang rusak, gedung-gedung perkantoran dan fasilitas umum lainnya mengalami kerusakan yang parah. Hal ini dapat disebabkan oleh struktur bangunan tersebut yang tidak dirancang untuk menahan beban gempa, serta dapat juga disebabkan oleh kelelahan struktur atau *fatigue* akibat beban berulang yang diterima oleh sistem struktur.

Salah satu elemen struktur yang memiliki peranan penting dalam suatu sistem struktur adalah kolom. Kolom menahan beban vertikal dari pelat lantai atau atap dan mendistribusikan beban tersebut ke struktur di bawahnya. Oleh karena itu, kolom memiliki peranan penting dalam sistem struktur bangunan, karena apabila terjadi kegagalan pada struktur kolom akan mengakibatkan runtuhnya komponen struktur lain. Kegagalan struktur kolom ini salah satunya dapat disebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi.

Dalam merencanakan suatu struktur yang tahan terhadap beban gempa, perlu dilakukan analisis kinerja dan perilaku dari suatu struktur terhadap beban berulang atau beban siklik yang dapat didefinisikan sebagai beban gempa. Untuk melakukan analisis kinerja dan perilaku struktur terhadap beban siklik dapat dengan melakukan pengujian di laboratorium atau dengan melakukan pendekatan-pendekatan untuk memprediksi bagaimana kinerja dan perilaku dari suatu struktur menggunakan bantuan program atau perangkat lunak (*software*) komputer.

Seiring dengan terus berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) khususnya dalam bidang konstruksi, perkembangan IPTEK sangat berpengaruh dalam tahap perencanaan yang semakin terbantu dengan adanya program atau perangkat lunak (*software*) komputer yang terus dikembangkan sampai saat ini. Program-program komputer ini memiliki peran besar dalam membantu proses perhitungan dan pemodelan struktur. Begitu pula dalam teknologi material, khususnya material beton yang terus mengalami perkembangan dengan

banyaknya penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan inovasi-inovasi baru dalam teknologi beton, salah satunya material *lightweight concrete* (beton ringan).

Pada awal pengembangannya, material beton ringan banyak digunakan pada elemen non struktur seperti pada dinding bangunan. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi material beton dan banyak inovasi baru dalam memodifikasi untuk menghasilkan beton ringan dengan karakteristik yang baik sehingga saat ini sudah mulai banyak digunakan pada elemen struktur seperti balok dan kolom. Penggunaan material beton ringan dalam suatu struktur dapat mengurangi beban mati struktur karena beton ringan memiliki berat jenis yang lebih kecil dari beton normal. Selain itu, beton ringan memiliki kinerja termal yang baik sehingga dapat meningkatkan efisiensi struktur.

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah melakukan perbandingan perilaku struktur kolom beton bertulang terhadap beban lateral siklik dari hasil penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, Tavio, dan Suprobo (2015) dengan hasil analisa numerik menggunakan program ANSYS dengan menggunakan material *lightweight concrete* (beton ringan).

Data-data yang digunakan pada penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, Tavio, dan Suprobo (2015) akan digunakan sebagai data untuk pemodelan dan perhitungan struktur kolom dengan pembebebanan lateral siklik menggunakan program ANSYS, dan data material beton ringan (*lightweight concrete*) dari penelitian oleh Ramadhanty (2019) akan digunakan sebagai data *input* material pada program ANSYS. Dari hasil keluaran (*output*) perhitungan menggunakan program ANSYS, maka dapat dilihat bagaimana perilaku struktur kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil penelitian eksperimental.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian perilaku struktur kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana metode analisis struktur kolom beton bertulang dengan menggunakan beton normal dan *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik?

2. Bagaimana hasil analisis perilaku struktur kolom beton bertulang dengan menggunakan beton normal berdasarkan penelitian oleh Pudjisuryadi, Tavo dan Suprobo (2015) dan kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik menggunakan program ANSYS?
3. Bagaimana perbandingan perilaku struktur kolom beton bertulang dengan menggunakan beton normal dan *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian perilaku struktur kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui dan memahami metode analisis struktur kolom beton bertulang dengan menggunakan beton normal dan kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik.
2. Membandingkan dan menganalisis perilaku struktur kolom beton bertulang terhadap beban lateral siklik dari penelitian eksperimental oleh Pudjisuryadi, Tavo dan Suprobo (2015) dengan hasil analisis program ANSYS.
3. Membandingkan dan menganalisis perilaku struktur kolom beton bertulang dengan menggunakan beton normal dan *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik berdasarkan hasil analisis program ANSYS.

### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian perilaku struktur kolom *lightweight concrete* terhadap beban lateral siklik dibatasi pada:

1. Model kolom tiga dimensi dengan *footing* sebagai pengaku di bagian bawah kolom.
2. Peraturan yang digunakan dalam perencanaan kolom dan tulangan mengacu pada Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung SNI 2847:2013, serta untuk peraturan pembebanan siklik mengacu pada ACI 374.1-05.
3. Model yang digunakan dalam analisis adalah model solid. Setelah dimodelkan, lalu dilakukan analisis dengan program ANSYS dengan basis *finite element method* (metode elemen hingga).

4. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Pudjisuryadi, Tavio, dan Suprobo (2015) mengenai kinerja kolom beton bertulang terhadap beban lateral, dan data material beton ringan (*lightweight concrete*) yang digunakan bersumber dari penelitian yang dilakukan oleh Ramadhanty (2019)

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang yang menjadi alasan dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian serta ruang lingkup penelitian.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori yang berkaitan dengan topik penelitian. Teori-teori yang terdapat dalam tinjauan pustaka ini diperoleh dari buku, jurnal, prosiding dan sumber literatur lainnya.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian dan dilengkapi dengan diagram alir penelitian.

#### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi penjelasan detail pelaksanaan penelitian, data hasil penelitian yang kemudian dilakukan pembahasan lebih mendalam mengenai data hasil tersebut.

#### **BAB 5 PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan berupa temuan hasil penelitian, serta menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisi semua rujukan atau referensi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI-374.1. 2005. Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary. American Concrete Institute: Farmington Hills.
- ANSYS. 2013. ANSYS 14.0 Help Mechanical APDL. ANSYS Inc: United States of America.
- Asroni, Ali. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- ASTM C39 / C39M-12a. 2012. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM International: West Conshohocken.
- ASTM C469 / C469M-10. 2010. Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. ASTM International: West Conshohocken.
- ASTM C496 / C496M - 17. 2017. Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM International: West Conshohocken.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI-2052. Baja tulangan beton. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-2847. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badriah, R. M. S., dan Imran, I. 2014. Kinerja Struktur Portal Terbuka Beton Bertulang Terhadap Beban Lateral. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 10. Hal. 92-119.
- Badshah, M., Badshah, S., dan Jan, S. 2019. Comparison of Computational Fluid Dynamics and Fluid Structure Interaction Models for The Performance Prediction of Tidal Current Turbines. *Journal of Ocean Engineering and Science*.



- Bi, Zhuming. 2018. Overview of Finite Element Analysis. *Finite Element Analysis Applications*. Vol. 1. Hal. 1–29.
- Bremner, T. W. 2008. Lightweight Concrete. *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete*. Vol. 8. Hal. 167-186.
- Budiono, B., Nurjannah, S.A., Imran, I. 2019. Non-linear Numerical Modeling of Partially Pre-stressed Beam-column Sub-assemblages Made of Reactive Powder Concrete, *Journal of Engineering and Technological Science*, Vol. 51, No.1, pp. 28-47.
- Huang, H., Hao, R., Zhang, W., dan Huang, M. 2019. Experimental study on seismic performance of square RC columns subjected to combined loadings. *Engineering Structures*. Vol. 184. Hal. 194-204.
- Imran, I. dan Zulkifli, E. 2014. Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang. ITB Press: Bandung.
- Iyer, Nagesh R. 2020. An overview of cementitious construction materials. *New Materials in Civil Engineering*. Hal. 1-64.
- Kheyroddin, A., Mohammadkhah, A., Dabiri, H., dan Kaviani, A. 2020. Experimental investigation of using mechanical splices on the cyclic performance of RC columns. *Structures*. Vol. 24. Hal. 717-727.
- Li, Zongjin. 2011. Advanced Concrete Technology. John Wiley & Sons, Inc: New Jersey.
- Marpaung, R., Suhirkam, D., dan Tiliq, L. F. 2014. Perilaku Struktur Beton Bertulang Akibat Pembebanan Siklik. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 10. Hal. 189-193.
- Mehta, P.K., 2001. Reducing the environmental impact of concrete. *Concrete International*. Hal. 61-66.
- Mohurd. 2011. Code for design of concrete structures GB 50010-2010. China Architecture and Building Press: China.

- Niknamfar, A.H., Eesapoor, S. 2017. Generating a Structural Lightweight Concrete. *3<sup>rd</sup> International Conference of Science & Engineering In The Technology Era*. Copenhagen: 30 November 2017.
- Nilson, A. H., Darwin, D., Dolan, C. W. 2009. Design of Concrete Structures 14<sup>th</sup> Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc: New York.
- Nurjannah, S. A. 2016. Perilaku Histeretik *Sub-assemblage* Balok-Kolom Reactive Powder Concrete Pra-tegang Parsial, *Disertasi Program Doktor*, Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.
- Parmo. 2014. Kekuatan dan Daktilitas Perpindahan Kolom Pendek Beton Bertulang Persegi di Bawah Pengaruh Pembebanan Siklik. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik-Sistem*. Vol.15 No. 2. Hal. 42-54.
- Peng, Z., Shao-Bin, D., Yong-Lin, P., Dongxu, L., Yi-Chao, Z., dan Jun, H. 2018. Seismic behaviour of innovative ring-bar reinforced connections composed of T-shaped CFST columns and RC beams with slabs. *Thin-Walled Structures*. Vol. 127. Hal. 1-16.
- Pinem, M. Daud. 2010. Analisis Struktur Dengan Metode Elemen Hingga. Rekayasa Sains: Bandung.
- Pranata, Y. A. dan Simanta, D. 2006. Studi Analisis Beban Dorong untuk Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 2. Hal. 25-44.
- Pudjisuryadi, P., Tavo dan Suprobo, P. 2015. Performance of square reinforced concrete columns externally confined by steel angle collars under combined axial and lateral load. *Proceedings of The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5)*. Surabaya: 15-18 September 2015. Hal. 1043-1049.
- Ramadhanty, C. V. 2019. Durabilitas Lightweight Geopolymer Concrete terhadap Larutan HCl 5% dengan Konsentrasi NaOH 14 M. Tugas Akhir. Universitas Sriwijaya: Palembang.

- Setiawan, Agus. 2016. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Erlangga: Jakarta.
- Shafigh, P., Chai, L. J., Mahmud, H. B., & Nomeli, M. A. 2018. A comparison study of the fresh and hardened properties of normal weight and lightweight aggregate concretes. *Journal of Building Engineering*, 15, 252–260.
- Subramanian, N. 2013. *Design of Reinforced Concrete Structure*. Oxford University Press: New Delhi.
- Suzaeni. 2013. Analysis Comparison of Lightweight Concrete Wall with M-System Wall (Case Study Providentia Dei Dormitory Project). *Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*. Vol. 06 No. 01. Hal 8-17.
- Wang, F., Yu, Y., Zhao, X., Xu, J., Xie, T., dan Deresa, S. T. 2019. Performance Evaluation of Reinforced Recycled Aggregate Concrete Columns under Cyclic Loadings. *Journal of Applied Sciences*, 9:1460.
- Wight, James K., MacGregor, James G. 2016. *Reinforced Concrete: Mechanics and Design* 7<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc: New Jersey.