

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN KARET REMAH (*CRUMB RUBBER*) YANG MENGALAMI PERLAKUAN PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

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



MUHAMMAD ABDUR RAZZAQ

03011381823123

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN KARET REMAH (CRUMB
RUBBER) YANG MENGALAMI PERLAKUAN PEMANASAN
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

MUHAMMAD ABDUR RAZZAQ

03011381823123

Palembang, 22 Desember 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Rosidawani S.T., M.T.

NIP. 197605092000122001

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penelitian Tugas Akhir ini berjudul Pengaruh Penambahan Karet Remah (Crumb Rubber) yang Mengalami Perlakuan Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Beton. Pada proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Karena itu penulis menyampaikan terimakasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr.Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan selaku dosen pembimbing akademik.
4. Rosidawani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
5. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Orang tua dan adik saya yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.
7. Audri Selly, yang telah memberikan bantuan selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Desember 2022



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii
SUMMARY	xiii
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN	xv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvii
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. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Dasar Teori	7
2.3. Material Penyusun Beton.....	7
2.3.1. Agregat.....	8
2.3.2. Air	9
2.3.3. Semen.....	10
2.3.4. Hancuran Karet (<i>Crumb Rubber</i>)	11
2.4. Pengujian Beton.....	12

2.4.1. Kuat Tekan.....	12
2.4.2. Modulus Elastisitas.....	13
2.4.3. Pengujian <i>Slump Test</i>	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Lokasi Penelitian	16
3.2. Persiapan Penelitian.....	16
3.3. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	18
3.4. Kebutuhan Benda Uji	19
3.5. Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton.....	20
3.6. Pemanasan Karet	23
3.7. Penerimaan Slump Beton Segar	23
3.8. Pembuatan Benda Uji	24
3.9. Perawatan Benda Uji	25
3.10. Pengujian Benda Uji.....	26
3.11. Analisa Data.....	26
3.12. Bagan Alir Penelitian.....	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Pengujian Beton Segar.....	29
4.2. Perilaku Hasil Uji Kuat Tekan Beton	30
4.3. Pengujian Sifat Mekanik Beton	30
4.3.1 Kuat Tekan Silinder Beton	31
4.4. Densitas.....	30
4.5. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Karet.....	33
4.5.1 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Karet.....	33
4.5.1 Perbandingan Kuat Tekan Beton Karet dari Penelitian Sebelumnya .	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Hancuran karet (<i>Crumb Rubber</i>)	12
2.2. Benda uji	13
2.3. Kurva tegangan-regangan Beton	14
2.4. Nilai slump pada setiap penambahan biji karet	15
3.1. Gradasi Agregat Halus	21
3.2. Gradasi Agregat Kasar	22
3.3. Grafik Analisis Saringan Karet	12
3.4. Grafik Analisis Saringan Karet 5%	13
3.5. Grafik Analisis Saringan Karet 10%	14
3.6. Grafik Analisis Saringan Karet 15%	15
3.7. Karet Remah Sebelum Dipanaskan	21
3.8. Karet Remah Sesudah Dipanaskan	21
3.9. Benda uji silinder	21
3.10. Sketsa pengujian kuat tekan	22
4.1. Gradasi agregat halus	27
4.2. Gradasi agregat kasar	28
4.3. Pengujian kuat tekan silinder beton	31
4.4. Grafik batang beton normal silinder	31
4.5. Grafik batang beton karet 7 hari	32
4.6. Grafik batang beton karet 14 hari	33
4.7. Grafik batang beton karet 28 hari	34
4.8. Grafik beton normal dan beton karet 5%	35
4.9. Grafik beton normal dan beton karet 10%	35
4.10. Grafik beton normal dan beton karet 15%	36
4.11. Grafik perbandingan beton karet	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Daerah gradasi pasir.....	8
2.2. Gradasi standar agregat kasar alam berdasarkan ASTM C-3378.....	9
3.1. Kebutuhan karet dalam 1 m ³ beton.....	18
3.2. Proporsi campuran beton dalam 1 m ³	18
3.3. Kelompok benda uji.....	19
4.1. Hasil pemeriksaan bahan penyusun beton	26
4.2. Hasil uji slump.....	30
4.3. Beton normal silinder.....	32
4.4. Beton karet 7 hari	32
4.5. Beton karet 14 hari.....	33
4.6. Beton karet 28 hari.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Foto Penelitian	53
Lampiran 2. Lembar Asistensi	56
Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....	58
Lampiran 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	60
Lampiran 5. Berita Acara	63

RINGKASAN

PENGARUH PENAMBAHAN KARET REMAH (*CRUMB RUBBER*) YANG MENGALAMI PERLAKUAN PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 8 Desember 2022

Muhammad Abdur Razzaq; Dibimbing oleh Dr. Rosidawani, S.T., M.T.,

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xiii + 51 halaman, 25 gambar, 11 tabel, 5 lampiran

Beton karet adalah material baru yang menjanjikan di dunia konstruksi. Jenis inovasi beton ini dibuat dengan menggantikan pasir dengan partikel karet. Material ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan tertentu serta memiliki sifat istimewa dibandingkan beton biasa. Namun demikian, sifat fisik dan mekaniknya masih terus dieksplorasi. Ada banyak modifikasi yang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya untuk mendapatkan sifat mekanik yang tinggi contohnya seperti mencampurkan dengan bahan NaOH, merendamkan karet dengan air, dengan pemanasan dan lain-lain. Dari sejumlah modifikasi tersebut masih perlu dilanjutkan agar sifat istimewa yang dimiliki oleh beton karet itu dapat dioptimalkan. Bahan karet yang digunakan dalam campuran beton ini merupakan bahan dari limbah karet yang diolah kembali menjadi karet remah (*crumb rubber*) yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Karet remah yang digunakan dalam penelitian ini diaplikasikan dalam beton. Berkaitan dengan eksplorasi sifat mekanik beton karet yang masih terus dilakukan, salah satunya diupayakan dengan memberikan perlakuan (*treatment*) dulu pada bahan karet sebelum digunakan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai kuat tekan dan sifat fisik berupa densitas dari beton campuran karet yang sudah mendapatkan *treatment* pemanasan terlebih dahulu. Atas dasar tersebut penelitian menggunakan *treatment* karet dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 150°C. Karet dipanaskan selama 1 jam. Tujuan dari pemanasan tersebut untuk menghilangkan bahan atau zat yang menempel pada karet yang diharapkan mempengaruhi pengaruh karet terhadap sifat mekanik beton karet. Metode yang digunakan ialah membuat benda uji dengan komposisi 5%, 10%, 15%, yang selanjutnya dilakukan uji kuat tekan. Hasil dari eksperimen yang dilakukan didapatkan kuat tekan pada campuran karet 5% sebesar 27,8 Mpa memiliki nilai yang lebih tinggi daripada campuran karet lainnya dengan persentase yang lebih tinggi. Nilai capaian kuat tekan beton campuran karet yang sebesar 92% dari beton normal memang tidak memberikan kontribusi lebih tinggi dari beton normal. Namun, capaian kekuatan beton karet yang telah mengalami *treatment* pemanasan sudah cukup tinggi dibandingkan capaian dari penelitian lain sebelumnya. Selain itu juga densitas beton karet yang lebih rendah dibandingkan beton normal juga tercapai.

Kata kunci: beton karet, *crumb rubber concrete*, beton karet menggunakan pemanasan, kuat tekan beton

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD ABDUR RAZZAQ

NIM : 03011381823123

Judul : PENGARUH PENAMBAHAN KARET REMAH (*CRUMB RUBBER*)
YANG MENGALAMI PERLAKUAN PEMANASAN TERHADAP
KUAT TEKAN BETON

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, Januari 2023



Muhammad Abdur Razzaq

NIM. 03011381823123

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul "PENGARUH PENAMBAHAN KARET REMAH (CRUMB RUBBER) YANG MENGALAMI PERLAKUAN PEMANASAN TERHADAP KUAT TUKAN BETON" yang disusun Muhammad Abdur Razzaq, NIM. 03011381823123 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Desember 2022.

Palembang, 22 September 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

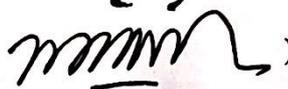
Dosen Pembimbing:

1. Dr. Rosidawani S.T., M.T
NIP.197605092000122001

()

Dosen Penguji:

2. Dr. Ir. Maulid M Iqbal M.S
NIP. 196009091988111001

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik




Prof. Dr. Eng. Ir. H. 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 bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Abdur Razzaq

NIM : 03011381823123

Judul : Pengaruh Penambahan Karet Remah (*Crum Rubber*) yang Mengalami
Perlakuan Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Beton

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 utama atau sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, Desember 2022



Muhammad Abdur Razzaq

NIM. 03011381823123

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Abdur Razzaq
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 29 Mei 1999
Jenis Kelamin : Laki Laki
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 081367712473
E-mail : mabdurrazzaq7@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 24 Palembang			SD	2005-2011
SMP Negeri 3 Palembang			SMP	2011-2014
SMA Negeri 10 Palembang		MIPA	SMA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Muhammad Abdur Razzaq
NIM. 03011381823123

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton karet merupakan salah satu dari sekian jenis material baru yang menjanjikan di dunia konstruksi. Beton karet dibuat dengan menggantikan pasir dengan partikel karet saat mencampur beton, material ini menjanjikan untuk secara signifikan mengurangi dampak lingkungan tertentu, namun sifat fisik dan mekaniknya masih relatif belum dieksplorasi. Beton karet sendiri memiliki sifat istimewa di dibandingkan beton biasa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Guo Yang; Xudong Chen; Shengshan Guo; Weihong Xuan, (2019) telah ditemukan bahwa beton karet memiliki sifat yang baik, seperti ketangguhan, penyerapan suara, insulasi panas, kelelahan resistensi, ketahanan susut, ketahanan penetrasi, dan lain-lain oleh karena itu dalam proses pendaur-ulangan limbah jenis ban bekas semakin diperhatikan. Namun dari penelitian yang sudah dilakukan oleh Sherif Araby Gouda (2019) dan M Irpan (2017), sifat mekaniknya masih relatif lebih rendah dibandingkan beton normal. Atas dasar ini penelitian beton karet ini tidak pernah terhenti.

Ada banyak modifikasi yang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya untuk mendapatkan sifat mekanik yang tinggi contohnya seperti mencampurkan dengan bahan NaOH, merendamkan karet dengan air, dengan pemanasan dan lain-lain. Dari sekian modifikasi tersebut masih perlu dilanjutkan untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat mekaniknya agar sifat-sifat istimewa yang dimiliki oleh beton karet tersebut dapat dioptimalkan.

Bahan karet yang menjadi limbah, diolah kembali menjadi karet remah (*crumb rubber*) yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Karet remah didapatkan dari bahan limbah yang dalam penelitian ini diaplikasikan dalam beton. Banyak dari penelitian tentang beton karet ini dicapai dengan menggunakan bahan karet remah sebagai bahan limbah yang digunakan secara parsial penggantian agregat halus untuk menghasilkan beton karet (Parveen; Sachin Dass; Ankit Sharma, 2013)

Istilah dalam campuran beton dapat didefinisikan sebagai proses yang cocok untuk bahan konstruksi beton dan untuk menentukan jumlah relatif bertujuan agar menciptakan campuran beton yang dapat memenuhi persyaratan, baik dari aspek kekuatan, kemampuan kerja, hingga pada daya tahan sebagai secara ekonomis. Jika beton dalam keadaan plastis tidak bisa dikerjakan menjadi sulit untuk ditempatkan dengan benar dan kompak. Oleh karena itu sifat *workability* menjadi sangat penting. Pekerjaan saat ini adalah berdasarkan pengaruh penambahan karet remah pada beton karet tersebut. (Mohammed Islamuddin Faraz; Utkars Jain; Ketan Jain; Shailendra Singh,2015).

Dalam banyak penelitian sebelumnya yang menggunakan karet remah (*crumb rubber*) sebagai campuran, hasil sifat mekanis yang diperoleh masih belum optimal dan terus diupayakan agar dapat memenuhi kriteria sifat mekanik sebagai bahan beton. Ada banyak perlakuan (*treatment*) yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat mekanis dan fisik beton *crumb rubber*, diantaranya dengan pemasanan, perendaman dalam air dan serta penggunaan cairan NaOH.

Atas dasar tersebut penelitian ini menggunakan perlakuan pemanasan (*heating treatment*) pada karet sebelum digunakan pada campuran beton, pemanasan pada karet dilakukan dengan cara memasukkan karet remah pada oven yang bersuhu 150⁰ selama 1 jam setelah itu karet dapat digunakan dalam pencampuran beton sebanyak persentase karet yang digunakan dalam mengganti pasir. Karet yang digunakan dalam pencampuran pada beton sesuai persentase berat yang di kurangi di pasir dalam pencampuran pembuatan beton. Dalam pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan sifat kuat tekannya serta bagaimana pengaruh penggunaan bahan karet tersebut terhadap nilai densitasnya.

1.2. Rumusan Masalah

Setelah menguraikan latar belakang tersebut, maka didapat rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *crumb rubber* yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton.

2. Bagaimana perbandingan capaian nilai kuat tekan beton karet remah yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) terhadap beton normal.
3. Bagaimana perbandingan nilai densitas beton karet remah yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) terhadap beton normal

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian , sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pengaruh penambahan crumb rubber yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk menghasilkan perbandingan capaian nilai kuat tekan beton karet remah yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) terhadap beton normal.
3. Untuk mendapatkan perbandingan nilai densitas beton karet remah yang mengalami perlakuan pemanasan (*heating treatment*) terhadap beton normal.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Persentase karet remah (*crumb rubber*) yang digunakan adalah 0%, 5% 10% 15%
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir, dan sebagian akan disubstitusi dengan karet remah (*crumb rubber*).
3. Benda uji berbentuk silinder berukuran 15 cm x 30 cm.
4. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, 28 hari.
5. Pengujian densitas dilakukan pada umur 7, 14, 28 hari.
6. Pengujian material mengacu pada SNI

1.5. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Penelitian ini menggunakan data primer, data didapat melalui hasil dari data percobaan, data dari pengujian serta pengamatan secara langsung dilaboratorium .

2. Data sekunder

Data sekunder dari penelitian ini berasal dari berbagai referensi yang relevan dan data yang diperoleh dari data penelitian yang sudah ada. Data sekunder dalam penelitian ini menggunakan studi pustaka.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan ini mengenai pengaruh persentase crumb rubber melalui variasi karet dengan persentase 5% 10% 15% pasir untuk mengetahui kuat tekan yang di dapatkan dengan campuran karet tersebut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjabarkan latar belakang, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka mengkaji atas penggunaan teori dari pustaka dan literatur yang berkaitan dengan pembahasan yang didapat dari penelitian terdahulu sebagai referensi mengenai pengertian beton, material penyusun beton karet, karakteristik beton karet, komposisi campuran, dan pengujian beton karet.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi menjelaskan mengenai variasi dari bahan material dan penggunaan dari alat uji, pengujian material, serta pembuatan benda uji sebagai bagian dari pengujian dalam pelaksanaan penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahas akan menjabarkan mengenai proses pembahasan dan hasil dari pengolahan data slump flow, berat jenis, dan kuat tekan.

BAB 5 PENUTUP

Bab penutup berisi mengenai pembahasan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian serta pemberian saran sebagai bahan acuan untuk penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 374, ACI 374.1-05. 2005. Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary. *American Concrete Institute, Farmington Hills: MI.*
- Ali, Moaz H. 2018. Finite Element Analysis is a Powerful Approach to Predictive Manufacturing Parameters. *Journal of University of Babylon.* 26(3).
- ANSYS Inc. 2013. ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials. *United States of America.*
- Ashtiani, dkk. 2014. Seismic Performance of High-Strength Self-Compacting Concrete in Reinforced Concrete Beam-Column Joints. *Journal of Structural Engineering, 140.*
- Badshah, dkk. 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, 5(2), 164-172.*
- Budiono, B. 1995. Hysteretic Behavior of Partially-Prestressed Concrete Beam-Column Connections. Disertasi. *Australia : University of New South Wales.*
- Budiono, dkk. 2019. Non-linear Numerical Modeling of Partially Pre-stressed Beam-column Sub-assemblages Made of Reactive Powder Concrete. *Journal of Engineering and Technological Sciences, 51(1), 28-47.*
- China Building Industry Press. 2010. Code for Design of Concrete Structures. GB50010-2010. *Beijing: China Building Industry Press.*
- Choiron, dkk. 2014. Metode Elemen Hingga. *Malang: Universitas Brawijaya.*
- Cook, dkk. 2001. Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4th Edition. *United States of America: Wiley.*
- Dang, C. T., dan Dinh, N. H. 2017. Experimental Study on the Structural Performance of Beam-Column Joints in Old Buildings without Designed Shear Reinforcement under Earthquake. *Materials Science Forum, 902, 33–40.*
- EFNARC. 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete

- Specification, Production and Use. *European: The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- FEMA 356. 2000. Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings. *Washington DC: Federal Emergency Management Agency*.
- Feng, dkk. 2020. Seismic Behavior of RC Beam Column Joints with 600 MPa High Strength Steel Bars. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1–13).
- Foster, S.J., dan Gilbert, R.I. 1991. A Discrete Bond-Slip Element for Use in Modelling Reinforced Concrete Structures. *The Sixth International Conference in Australia on Finite Element Methods*, 167-172.
- Ganesan, dkk. 2015. SFRHPC Interior Beam-Column-Slab Joints Under Reverse Cyclic Loading. *Advances in Concrete Construction*, 3(3), 237–250.
- Hu, B., dan Kundu, T. 2019. Seismic Performance of Interior and Exterior Beam–Column Joints in Recycled Aggregate Concrete Frames. *Journal of Structural Engineering*, 145(3).
- Isler, O. 2008. S Seismic Performances and Typical Damages of Beam-Column Joints in the RC Buildings. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*.
- Kurniawan, Ferdi. 2017. Simulasi dan Analisa Tegangan Impak pada RIM VELG Truk dengan Metode Elemen Hingga. Tugas Akhir. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Lee, dkk. 2018. Seismic Behaviour of Interior Reinforced-Concrete Beam-Column Sub-Assemblages with Engineered Cementitious Composites. *Magazine of Concrete Research*, 70(24), 1280–1296.
- Lu, dkk. 2012. Seismic Behavior of Interior RC Beam-Column Joints with Additional Bars Under Cyclic Loading. *Earthquake and Structures*, 3(1), 37–57.
- Mobin, dkk. 2016. Cyclic Behaviour of Interior Reinforced Concrete Beam-Column Connection with Self-Consolidating Concrete. *Structural Concrete*, 1–44.
- Nilson, A.H. 1971. Bond Stress-Slip Relations in Reinforced Concrete.

Department of Structural Engineering Cornell University, 40.

- Nurjannah, S.A. 2016. Perilaku Histeretik Sub-assemblage Balok-Kolom Reactive Powder Concrete Prategang Parsial. Disertasi. *Bandung : Institut Teknologi Bandung.*
- Patrisia, Y. 2014. Self Compacting Concrete Using Fly Ash and Dust Stone As Filler Material. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 2(January-July), 70–80.
- Saloma, dkk. 2017. The Behavior of Self-Compacting Concrete (SCC) with Bagasse Ash. *AIP Conference Proceedings, 1903.*
- Setiawan, A. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD . *Jakarta: Erlangga.*
- Shen, dkk. 2020. Seismic Performance of Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joints with Novel Reinforcement Detail. *Engineering Structures*, 227(October 2020), 1–13.
- SNI 2052-2017. Baja Tulangan Beton. *Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2017.*
- SNI 2847-2019. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, 2019.*
- Szabo, B., dan Babuska, I. 2021. Finite Element Analysis Method, Verification, and Validation. *United State of America: Wiley.*
- Tamara, M. 2011. Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Besar. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Victor. 2017. Pengaruh Nilai W/C terhadap Mikrostruktur Self Compacting Concrete (SCC) dengan Abu Sekam Padi. Tugas Akhir. *Indralaya: Universitas Sriwijaya.*
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 1 : The Basis. *Oxford: Butterworth-Heinemann.*
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 2 : Solid Mechanics. *Oxford: Butterworth-Heinemann.*

M Irpan. 2017. Pengaruh Penambahan Hancuran Karet Remah (*Crumb Rubber*) pada Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanik Beton. Tugas Akhir. *Mataram: Universitas Mataram*