

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMEN PERBANDINGAN FREKUENSI ALAMI  
BALOK BETON BERTULANG KANTILEVER DENGAN  
VARIASI CAMPURAN SERBUK KARET 40%**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Refi Cindi Meilani**

**20170110206**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Refi Cindi Meilani  
NIM : 20170110206  
Judul : Studi Eksperimen Perbandingan Frekuensi Alami Balok  
Beton Bertulang Kantilever Dengan Variasi Campuran  
Serbuk Karet 40%

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 22 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Refi Cindi Meilani

## HALAMAN PERNYATAAN

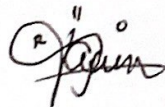
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Refi Cindi Meilani  
NIM : 20170110206  
Judul : Studi Eksperimen Perbandingan Frekuensi Alami Balok Beton Bertulang Kantilever Dengan Variasi Campuran Serbuk Karet 40%

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Studi Eksperimen Perbandingan Frekuensi Alami Balok Beton Bertulang Kantilever Dengan Variasi Campuran Serbuk Karet 40% dan didanai melalui skema hibah Penelitian Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2020/2021 oleh Kepala Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 dengan nomor hibah 034/PEN-LP3M/1/2020.

Yogyakarta, 22 Juli 2021

Penulis,



Refi Cindi Meilani

Dosen Peneliti,



Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur terhadap Allah SWT saya dapat menyelesaikan skripsi ini dan saya persembahkan kepada orang-orang yang sangat membantu dalam segala situasi dan kondisi.

### **Ibu dan bapak tercinta**

**(Suparmi & Suroto)**

Terimakasih atas dukungan secara finansial dan moral dan tidak pernah lelah mendidik maupun menasehati. Terimakasih selalu sabar mendukung dalam segala pencapaian yang harus diraih dan segala cinta hingga sekarang ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan kebahagiaan yang melimpah dan umur yang panjang kepada kalian. Aamiin.

### **Kedua kakakku**

**(Frisca Damayanti & Arif Yulianto)**

Terimakasih selalu mendukung dan mendengarkan segala keluh kesah selama pengerjaan tugas akhir ini. Terimakasih selalu menasehati yang benar dan yang salah. Semoga keberkahan selalu sampai kepada kalian. Aamiin.

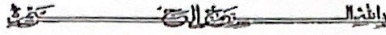
### **Teman seperjuangan**

**(Teknik Sipil UMY 2017, Kelas E)**

Terimakasih selalu membantu selama perkuliahan hingga akhir. Semoga kita semua menjadi orang yang sukses dalam kehidupan masing-masing dan selalu diberikan kelancaran dalam segala urusan. Tetap menjadi orang-orang yang rendah hati dan peduli sesama dan raih cita-cita setinggi langit. Sampai bertemu dilain waktu dalam keadaan sehat.

Tidak ada kata terlambat untuk segala hal. Mimpi dan tujuan hidup seseorang mempunyai jalan dan rintangan yang berbeda. Terimakasih untuk diriku yang mampu berjuang hingga sekarang. Perjalanan masih sangat panjang, semoga selalu diberikan kelancaran.

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk perbandingan frekuensi alami balok beton bertulang kantilever dengan variasi penggunaan beton dengan campuran serbuk karet 40%.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Dr. Ir. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng . Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir,
3. Ir. As'at Pujianto, M.T., IPM selaku dosen penguji,
4. Bapak Sumadi selaku laboran Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi,
5. Kedua orang tua yang telah memberi dukungan serta doanya,
6. Teman-teman kelas E 2017 yang telah memberi semangat dan dukungan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 22 Juli 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.1.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang.....	10
2.2 Dasar Teori .....	13
2.2.1 Beton .....	13
2.2.2 Karakteristik Beton .....	16
BAB III. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Bahan atau Materi.....	19
3.2 Alat .....	21
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.4 Tahapan Penelitian.....	28
3.4.1 Perencanaan Benda Uji ( <i>Mix Design</i> ).....	28

3.4.2	Pembuatan Benda Uji.....	29
3.4.3	Pengujian <i>Slump</i> (SNI 1972:2008).....	29
3.4.4	Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ).....	29
3.4.5	Pengujian Benda Uji .....	30
3.5	Diagram Alir.....	31
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Hasil Pengujian Benda Uji .....	33
4.2.1	Uji <i>Slump</i> .....	33
4.2.2	Uji Kuat Tekan Beton .....	34
4.2.3	Uji Frekuensi Alami Beton .....	35
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran .....	38
DAFTAR PUSTAKA .....		xl
LAMPIRAN.....		40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil perbandingan presentasi eror secara teori dan pengujian pada frekuensi alami (Sawant dkk., 2017).....	4
Tabel 2.2 Perbandingan nilai frekuensi alami pada pengujian dan analisis <i>finite model element</i> (Gan dkk., 2019) .....	8
Tabel 2.3 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang .....	10
Tabel 2.3 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang (lanjutan).....	11
Tabel 2.3 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang (lanjutan).....	12
Tabel 2.3 Perbedaan penelitian sebelumnya dan sekarang (lanjutan).....	13
Tabel 2.4 Analisis gradasi agregat halus (ASTM C33/C33M-08).....	15
Tabel 2.5 Nilai <i>slump</i> yang dianjurkan pada pekerjaan konstruksi (SNI 7657:2012) .....	18
Tabel 3.1 Hasil perhitungan <i>mix design</i> .....	28
Tabel 4.2 Nilai uji slump.....	33
Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan beton.....	34
Tabel 4.4 Hasil pengujian frekuensi alami.....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Hasil perbandingan kuat desak antara beton normal dengan beton campuran limbah karet 1% dengan temperatur yang sama (b) Hasil perbandingan kuat tekan antara beton normal dengan beton campuran limbah karet 1% dengan temperatur yang sama (Wicaksono dan Jamal, 2017).....	6
Gambar 2.2 Perbandingan nilai frekuensi alami pada pengujian dan analisis <i>finite model element</i> (Gan dkk., 2019) .....	8
Gambar 3.1 Semen .....	19
Gambar 3.2 Limbah serbuk karet.....	19
Gambar 3.3 Pasir .....	20
Gambar 3.4. Kerikil.....	20
Gambar 3.5 Air.....	21
Gambar 3.6 Saringan.....	21
Gambar 3.7 Timbangan.....	22
Gambar 3.8 Oven .....	22
Gambar 3.9 Gelas ukur .....	22
Gambar 3.10 <i>Mixer</i> .....	23
Gambar 3.11 Kerucut <i>abrams</i> .....	23
Gambar 3.12 Alas.....	24
Gambar 3.13 Batang penusuk .....	24
Gambar 3.14 Sekop.....	25
Gambar 3.15 Penggaris .....	25
Gambar 3.16 Cetakan.....	25
Gambar 3.17 Bak peredaman.....	26
Gambar 3.18 Alat uji kuat tekan .....	26
Gambar 3.19 (a) Wadah sensor (b) <i>Hammer</i> baja (c) <i>National instrument</i> (d) Kabel (e) Sensor.....	28
Gambar 3.20 Uji kuat tekan beton .....	30
Gambar 3.21 <i>Setting</i> uji frekuensi alami.....	31
Gambar 3.22 Bagan alir penelitian.....	32
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara volume serbuk karet dengan nilai <i>slump</i> ....	33
Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi kadar serbuk karet dengan kuat tekan beton .....	34
Gambar 4.4 Perbandingan nilai frekuensi alami pengujian dan <i>Stokey theory</i> pada Mode 1 .....	35
Gambar 4.5 Perbandingan nilai frekuensi alami pengujian dan <i>Stokey theory</i> pada Mode 2 .....	36
Gambar 4.6 Perbandingan nilai frekuensi alami pengujian dan <i>Stokey theory</i> pada Mode 3 .....	36
Gambar 4.7 Frekuensi alami pada variasi campuran serbuk karet 0% .....	36
Gambar 4.8 Frekuensi alami pada variasi campuran serbuk karet 40% .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan analisis gradasi halus.....	40
Lampiran 2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	43
Lampiran 3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus .....	45
Lampiran 4. Pemeriksaan berat jenis Agregat kasar .....	46
Lampiran 5. Pemeriksaan keausan Agregat kasar.....	48
Lampiran 6. Pemeriksaan berat jenis bahan tambah agregat halus.....	49
Lampiran 8. Pemeriksaan berat kering agregat kasar .....	51
Lampiran 9. <i>Mix design</i> SNI 7656-2012.....	52
Lampiran 10. Grafik uji kuat tekan pada benda uji silinder.....	58
Lampiran 11. Gambar frekuensi alami pada <i>software</i> WinSASW 4.1 .....	59

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
P	$[ML^2T^{-2}]$	Gaya aksial
$f^c$	$[ML^{-1}T^{-2}]$	Kuat tekan
A	$[L^2]$	Luas permukaan beton
$f_n$	$[T^{-1}]$	frekuensi alami
Kn	[-]	Parameter ujung tumpuan
E	$[ML^{-1}T^{-1}]$	modulus young
I	$[M^4]$	momen inersia
g	$[M^{-1}L^3T^{-2}]$	gaya gravitasi
$\gamma$	$[ML^{-3}]$	massa jenis beton
s	$[L^2]$	Luas permukaan beton

## DAFTAR SINGKATAN

SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: American Standard Testing and Material
ACI	: American Concrete Institute
MBH	: Modulus Butir Halus
UMY	: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

## DAFTAR ISTILAH

1. Balok kantilever  
Sisi balok yang ditompang oleh suatu kolom.
2. Campuran beton segar  
Adukan bahan pembuat beton yang bersifat plastis dan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen, dan air yang diberi atau tanpa bahan tambah atau pengisi.
3. Gaya aksial  
Beban yang tegak lurus terhadap penampang atau sejajar dengan sumbu aksial yang ditinjau.
4. Mix design  
Perancangan atau pemilihan material pembuatan beton dan komposisinya yang disesuaikan dengan mutu beton yang sudah direncanakan.
5. Curing  
Metode perawatan beton agar menghindari terjadinya penguapan air pada beton yang belum mengeras.
6. Kuat tekan beton  
Besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton mengalami heancuran atau keretakan dengan gaya tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.
7. Nilai slump  
Hasil penurunan ketinggian pada pusat permukaan beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat.
8. Workability  
Kemudahan dalam pengerjaan beton segar yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.
9. Frekuensi alami beton  
Getaran beton secara alami pada saat beton diberi pengaruh atau gangguan.