

TUGAS AKHIR

UJI EKSPERIMEN FREKUENSI ALAMI BALOK BETON DENGAN CAMPURAN LIMBAH SERBUK KARET VARIASI 0%, 5%, DAN 15% SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS

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



DZAKY RAHMANSYAH

20190110049

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

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dzaky Rahmansyah
NIM : 20190110049
Judul : Uji Eksperimen Frekuensi Alami Balok Beton dengan
Campuran Limbah Serbuk Karet 0%, 5%, dan 15%.

Menyatakan dengan sebenar benarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan ciptaan saya sendiri. Apabila terdapat ciptaan orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber dengan jelas. Jika dikemudian hari ditemukan kecurangan, saya siap menghadapi hukuman berdasarkan peraturan saat ini. Oleh karena itu, pernyataan ini saya buat tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 2023

Yang membuat pernyataan



Dzaky Rahmansyah

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dzaky Rahmansyah

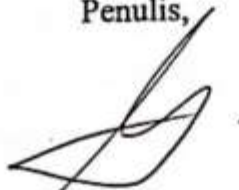
NIM : 20190110049

Judul : Uji Eksperimen Frekuensi Alami Balok Beton dengan Campuran Limbah Serbuk Karet 0%, 5%, dan 15%.

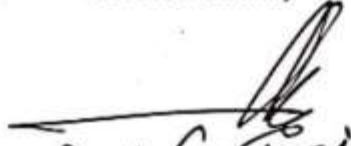
Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian dosen pembimbing yang berjudul Uji Eksperimen Frekuensi Alami Balok Beton dengan Campuran Limbah Serbuk Karet 0%, 5%, dan 15%. dan didanai melalui skema hibah penelitian kolaboratif luar negeri pada tahun 2023 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2023 dengan nomor hibah 554/PEN-LP3M/III/2023.

Yogyakarta, 4 Juni 2023

Penulis,


Dzaky Rahmansyah

Dosen Peneliti,


Dr. Guntur N. MEug

HALAMAN PERSEMBAHAN

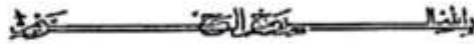
Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Bapak Teguh Wiharjo dan Ibu Irma So'ifah, Adik saya Malda Rizqy Wiharjo, dan semua saudara tercinta. Terimakasih untuk segala bentuk doa dan *support* selama ini baik secara moril maupun materil.

Kepada almamater saya, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebagai tempat penulis berproses. Semoga terus menciptakan lulusan yang berpendidikan dan berintegritas.

Kepada segenap civitas akademisi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah banyak berbagi ilmu selama perkuliahan baik akademik dan non akademik

Kepada teman-teman seperjuangan penelitian Fais, Alvin, Bagas, dan Ridwan yang telah bekerjasama dalam penelitian dan laporan ini sehingga dapat terselesaikan. Untuk teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terutama Angkatan 19. Sampai jumpa di puncak kesuksesan. Semoga penelitian yang saya tulis ini dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negara.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji hanya milik 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. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh serbuk karet terhadap nilai frekuensi alami beton.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak kendala yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan tepat. Pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga terselesaikannya 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. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir
 4. Ir. Bagus Soebandono, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik,
 5. Kedua Orang Tua saya, Bapak Teguh Wiharjo dan Ibu Irma Sho'ifah,
 6. Faiz, Alvin, Bagas, Ridwan, Ikhwan, Tasya, Doy, dan Zada selaku teman satu kelompok laboratorium saya dalam penelitian ini,
 7. Teman-teman Teknik Sipil Kelas B angkatan 2019 dan Kakak-kakak tingkat yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir, dan
- 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, 5 Juni 2023

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.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
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 terdahulu dan Penelitian Sekarang	9
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Beton (<i>Concrete</i>).....	12
2.2.2 Penyusun Beton.....	12
2.2.3 Pengujian Agregat.....	12
2.2.4 <i>Slump</i> Beton	12
2.2.5 Kuat Tekan Beton	19
2.2.6 Mekanika Getaran dan Gelombang.....	19
2.2.7 Frekuensi Alami Beton	21
BAB III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan atau Materi.....	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat.....	22

3.2.2	Bahan.....	28
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.4	Tahapan Penelitian.....	30
3.4.1	Studi Literatur	32
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan	32
3.4.3	Pengujian Bahan.....	32
3.4.4	Perencanaan Benda Uji (<i>Mixed Design</i>)	34
3.4.5	Pengujian <i>Slump</i>	35
3.4.6	Pembuatan Benda Uji.....	35
3.4.7	Perawatan Benda Uji.....	36
3.4.8	Pengujian Kuat Tekan Beton menggunakan <i>Hammer Test</i>	36
3.4.10	Pengujian Frekuensi Alami Beton	36
3.5	Analisis Data.....	37
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Pengujian Pada Material Beton	38
4.2	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	38
4.2.1	Pengujian Gradasi Butiran	38
4.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	39
4.2.3	Pengujian Kadar Lumpur	39
4.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	40
4.3.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	40
4.3.2	Pengujian Keausan (<i>Los Angeles</i>).....	40
4.4	Hasil Pengujian Serbuk Karet Ban Bekas	41
4.5	<i>Mix Design</i>	41
4.6	Hasil Pengujian Beton	42
4.6.1	Pengujian <i>Slump</i>	42
4.6.2	Pengujian <i>Hammer Test</i>	43
4.6.3	Pengujian Frekuensi Alami	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil perhitungan menggunakan metode HDQ (Sharma & Singh, 2021)	4
Tabel 2. 2 Hasil perhitungan kuat tekan (Setiawan dkk, 2021)	6
Tabel 2. 3 Hasil pengujian sifat mekanis beton (Nasution dkk, 2020)	7
Tabel 2. 4 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang	9
Tabel 2. 5 Jenis beton menurut mutu dan kegunaannya (Pd T-07-B 2005).....	12
Tabel 2. 6 Nilai <i>slump</i> dalam beberapa pekerjaan konstruksi.....	19
Tabel 2. 7 Nilai K (Stokey, 1998)	21
Tabel 3. 1 Kebutuhan material per benda uji	35
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	40
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian keausan agregat kasar	41
Tabel 4. 5 Kebutuhan material setiap variasi benda uji	42
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Slump</i> beton	42
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian kuat tekan beton (<i>Hammer Test</i>).....	43
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian frekuensi alami	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Uji Redaman Beton (Nugroho, 2022).....	5
Gambar 2.2 Bentuk hasil uji <i>slump</i>	18
Gambar 2.3 Contoh grafik amplitudo dan frekuensi.....	19
Gambar 3.1 Timbangan digital	22
Gambar 3.2 Oven	23
Gambar 3.3 Kerucut <i>abrams</i>	23
Gambar 3.4 <i>Concrete mixer</i>	24
Gambar 3.5 Besi penumbuk.....	24
Gambar 3.6 Cetakan Balok 10 x 15 x 200 cm	25
Gambar 3.7 Meteran roll	25
Gambar 3.8 Mesin <i>Los Angeles</i>	26
Gambar 3.9 Mesin <i>Sieve Shaker</i>	26
Gambar 3.10 <i>Hammer Test Machine</i>	27
Gambar 3.11 <i>Wadah sensor</i>	27
Gambar 3.12 <i>Hammer baja</i>	27
Gambar 3.13 <i>National instrument</i>	28
Gambar 3.14 Kabel	28
Gambar 3.15 Sensor <i>Accelerometer</i>	28
Gambar 3.16 Semen tipe 1	28
Gambar 3.17 Agregat halus.....	29
Gambar 3.18 Agregat kasar.....	29
Gambar 3.19 Serbuk karet ban bekas.....	30
Gambar 3.20 Air.....	30
Gambar 3.21 Bagan alir	31
Gambar 3.22 <i>Setting</i> pengujian frekuensi alami	37
Gambar 4.1 Grafik hasil Pengujian gradasi butiran agregat halus.....	38
Gambar 4.2 Pengujian <i>Slump</i> beton	42
Gambar 4.3 Grafik hasil Pengujian <i>Slump</i> beton.....	43
Gambar 4.4 Grafik hasil Pengujian Kuat tekan (<i>Hammer Test</i>).....	44
Gambar 4.5 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 0% benda uji 1	45
Gambar 4.6 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 0% benda uji 2	45
Gambar 4.7 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 5% benda uji 1	46

Gambar 4.8 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 5% benda uji 2	46
Gambar 4.9 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 15% benda uji 1	47
Gambar 4.10 Grafik hasil Pengujian Frekuensi Alami variasi 15% benda uji 1 ..	47
Gambar 4.11 Grafik perbandingan frekuensi alami serbuk karet 0%	48
Gambar 4.12 Grafik perbandingan frekuensi alami serbuk karet 5%	48
Gambar 4.13 Grafik perbandingan frekuensi alami serbuk karet 15%	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan analisis gradasi halus	52
Lampiran 2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	55
Lampiran 3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	57
Lampiran 4. Pemeriksaan berat jenis Agregat kasar	58
Lampiran 5. Pemeriksaan keausan Agregat kasar.....	60
Lampiran 6. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air serbuk karet	61
Lampiran 7. Mix desain SNI 7656-2012.....	61
Lampiran 8. Hasil pengujian kuat tekan beton.....	68
Lampiran 9. Hasil pengujian frekuensi alami	68
Lampiran 10. Bahan penelitian	73
Lampiran 11. Alat penelitian.....	74
Lampiran 12. Proses penelitian	77

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
f_c'	$[ML^{-1}T^{-2}]$	Kuat tekan
P	$[ML^2T^{-2}]$	Gaya aksial
f_n	Hz	Frekuensi Alami
E	$[M][L]^{-1} [T]^{-2}$	Modulus Young (N/mm ²)
I	$[M][L]^2$	Inersia (m ⁴)
g	$[M]^{-1}[L]^3[T]^{-2}$	gravitasi (m/s)
γ	$[M][L]^{-3}$	massa jenis (kg/m ³)
S	$[L^3]$	luas penampang (m ²)

DAFTAR SINGKATAN

SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: <i>American Standart Testing and Material</i>
SII	: Standar Industri Indonesia
MPa	: Mega Pascal
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
FAS	: Faktor Air Semen
MHB	: Modulus Halus Butir

DAFTAR ISTILAH

1. **Beton segar**
Campuran beton plastis, yang terdiri dari krikil, pasir, semen, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan atau bahan pengisi.
2. *Slump*
Ketika kerucut abrams diangkat, tingkat permukaan beton turun, dan kemudian nilai jatuhnya diukur.
3. *Workability*
Kemudahan pengerjaan beton segar.
4. *Curing* beton
Perawatan untuk mencegah terjadinya penguapan air pada beton yang belum mengeras.
5. *Accelerometer*
Alat yang digunakan untuk mendeteksi getaran pada suatu objek dengan sensor yang terhubung dengan *software* sebagai pembaca getaran.
6. **Kuat Tekan**
Kuat tekan beton adalah jumlah tegangan per satuan luas yang disebabkan oleh hancurnya benda uji yang dibebani dengan kuat tekan tertentu
7. **Frekuensi Alami**
Frekuensi alami adalah frekuensi yang termasuk dalam struktur dan nilai frekuensi. Frekuensi alami dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu struktur beresonansi atau tidak. Hasil dari uji frekuensi alami ini dapat untuk mengetahui apakah struktur beton dapat bertahan atau tidak akibat adanya pelepasan energi yang berujung pada berkurangnya respon satruktur beton tersebut.