



LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PLAFON GRC DENGAN CAMPURAN SERBUK KACA DAN SERAT BAMBU TERHADAP KUAT LENTUR DAN KETAHANAN API

Disusun Oleh:

Anantyo Rifky Hudana (40030522650120)

Muhammad Naufal Nararya (40030522650155)

Diajukan sebagai

Salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan

Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL DAN

PERANCANGAN ARSITEKTUR

SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR OPTIMALISASI PLAFON GRC DENGAN CAMPURAN SERBUK KACA DAN SERAT BAMBU TERHADAP KUAT LENTUR DAN KETAHANAN API

Oleh :

Anantyo Rifky Hudana

40030522650120

Muhammad Naufal Nararya

40030522650155

Laporan Tugas Akhir ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan saran saat pelaksanaan ujian Tugas Akhir pada tanggal 24 Juli 2026

Semarang, 24 Juli 2026

Mahasiswa I

Anantyo Rifky Hudana

NIM. 40030522650120

Mahasiswa II

Muhammad Naufal Nararya

NIM. 40030522650155

Penguji I

Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.

NIP. 198512092012122001

Menyetujui,

Penguji II

Moh. Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 199301012018031001

Penguji III

Bambang Setiabudi, S.T., M.T.

NIP. 196109021987031002

Mengetahui,
Ketua Program Studi S.Tr Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.

NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Glassfiber Reinforced Cement (GRC) merupakan material yang banyak digunakan pada bangunan karena memiliki bobot ringan dan ketahanan yang baik, namun masih memiliki keterbatasan pada aspek kuat lentur, daya serap air, serta penggunaan fiberglass yang kurang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menentukan komposisi optimum serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dan serat bambu sebagai substitusi parsial fiberglass, serta menganalisis pengaruhnya terhadap kuat lentur, ketahanan api, densitas, daya serap air, dan visualisasi pembebanan menggunakan perangkat lunak ANSYS. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan empat variasi campuran (V0, V1, V2, dan V3). Pengujian meliputi kuat lentur, ketahanan api, densitas, daya serap air, serta simulasi numerik menggunakan ANSYS Workbench 2020 R2 melalui parameter *Total Deformation*, *Normal Stress*, dan *Maximum Principal Stress*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi V1 dengan komposisi 5% serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dan 30% serat bambu sebagai substitusi parsial fiberglass memberikan performa terbaik berdasarkan kombinasi sifat mekanik, sifat fisik, dan isolasi termal. Variasi tersebut menghasilkan kuat lentur tertinggi sebesar 30,167 kgf/cm², meningkat 31,48% dibandingkan variasi kontrol, densitas tertinggi sebesar 2,06 g/cm³, daya serap air terendah sebesar 7,83%, serta suhu akhir pengujian ketahanan api terendah sebesar 339,6°C. Sementara itu, variasi V3 menghasilkan stabilitas ketahanan api terbaik dengan total panjang retakan terendah sebesar 4,4 cm. Hasil simulasi ANSYS menunjukkan pola distribusi deformasi dan tegangan yang sejalan dengan mekanisme pembebanan lentur, dengan konsentrasi tegangan tarik maksimum berada pada permukaan bawah di sekitar tengah bentang yang berpotensi menjadi lokasi awal terjadinya retak.

Kata kunci: plafon GRC, serbuk kaca, serat bambu, kuat lentur, ketahanan api, ANSYS.

ABSTRACT

Glass Fiber Reinforced Cement (GRC) ceiling panels are widely used in building construction due to their lightweight characteristics and good durability. However, conventional GRC ceilings still have limitations in terms of flexural strength, water absorption, and the use of fiberglass, which is less environmentally friendly. This study aimed to determine the optimum composition of glass powder as a partial cement substitute and bamboo fiber as a partial fiberglass substitute, as well as to analyze their effects on flexural strength, fire resistance, density, water absorption, and loading visualization using ANSYS software. The research employed an experimental method with four mixture variations (V0, V1, V2, and V3). The tests included flexural strength, fire resistance, density, water absorption, and numerical simulation using ANSYS Workbench 2020 R2 through the Total Deformation, Normal Stress, and Maximum Principal Stress parameters. The results showed that variation V1, consisting of 5% glass powder as a partial cement substitute and 30% bamboo fiber as a partial fiberglass substitute, exhibited the best overall performance in terms of mechanical properties, physical properties, and thermal insulation. This variation achieved the highest flexural strength of 30.167 kgf/cm², representing a 31.48% increase compared to the control specimen, the highest density of 2.06 g/cm³, the lowest water absorption of 7.83%, and the lowest final temperature in the fire resistance test of 339.6°C. Meanwhile, variation V3 demonstrated the best fire resistance stability, with the shortest total crack length of 4.4 cm. The ANSYS simulation results revealed deformation and stress distribution patterns consistent with the flexural loading mechanism, with the maximum tensile stress concentrated at the bottom surface near the mid-span, indicating the most critical location for crack initiation.

KEYWORDS: ANSYS, bamboo fiber, fire resistance, flexural strength, glass powder, GRC ceiling.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang syafaatnya senantiasa diharapkan di hari akhir kelak. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Moh. Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D., dan Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T selaku pembimbing dari Tugas Akhir yang memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan laporan ini.
2. Seluruh dosen dan staff di Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan di masa perkuliahan.
3. Orang tua, keluarga, pasangan kedua penulis, dan rekan sahabat yang memberikan dukungan berupa doa, serta semangat dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Seluruh rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan hingga kebersamaan selama proses penyusunan Proposal Tugas Akhir.

Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil.

Semarang, Juni 2026

Penulis

Anantyo Rifky Hudana
Muhammad Naufal Nararya

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	12
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	13
1.4. Manfaat Penelitian.....	13
1.5. Batasan Masalah.....	14
1.6. Ruang Lingkup Penelitian	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	16
2.1. Plafon	16
2.2. Klasifikasi Plafon	20
2.3. Semen	24
2.4. Pasir	25
2.5. <i>Fiberglass</i>	26
2.6. Serbuk Kaca	27
2.7. Serat Bambu	28
2.8. Air.....	29
2.9. Analisis Kuat Lentur Menggunakan Software ANSYS	30
2.10. Penelitian Terdahulu	32
BAB III METDOLOGI PENELITIAN	40

3.1. Tahapan Penelitian	40
3.2. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	43
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	43
3.3.1. Alat.....	43
3.3.2. Bahan.....	59
3.4. Prosedur Pembuatan Serat Bambu	62
3.5. Prosedur Penumbukan Limbah Kaca	66
3.6. Pengujian Material	69
3.6.1. Berat Jenis	69
3.6.2. Agregat Halus.....	73
3.6.3. Semen.....	74
3.6.4. Air.....	77
3.7. <i>Job Mix Design</i>	77
3.8. Prosedur Pembuatan Plafon	79
3.9. Pengujian Sampel.....	81
3.9.1. Uji Kuat Lentur	81
3.9.2. Uji Ketahanan Api.....	83
3.9.3. Uji Densitas	84
3.9.4. Uji Daya Serap Air	85
3.9.5. Visualisasi Pembebanan Kuat Lentur dengan ANSYS	87
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	95
4.1. Pengujian Material	95
4.1.1. Pengujian Berat Jenis	95
4.1.2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	100
4.1.3. Pengujian Karakteristik Semen	101
4.1.4. Pemeriksaan Fisik Air	105
4.2. Hasil Uji Material.....	105
4.2.1. Analisis Pengujian Berat Jenis	106

4.3. Hasil Pengujian Benda Uji	108
4.3.1. Uji Kuat Lentur	108
4.3.2. Uji Ketahanan Api.....	112
4.3.2.1.Uji Isolasi Ketahanan Api (suhu)	113
4.3.2.2.Uji Stabilitas Ketahanan Api (bentuk fisik/retakan)	116
4.3.3. Densitas (Uji Kerapatan	119
4.3.4. Uji Daya Serap Air.....	123
4.3.5. Hubungan Densitas dengan Kuat Lentur	126
4.3.6. Hubungan Densitas dengan Daya Serap Air	128
4.4. Perbandingan Harga	130
4.5. Visualisasi Pembebanan Kuat Lentur dengan ANSYS.....	137
4.5.1. Visualisasi Total Deformation	138
4.5.2. Visualisasi <i>Normal Stress</i>	139
4.5.3. Visualisasi <i>Maximum Principal Stress</i>	141
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	144
5.1. Kesimpulan.....	144
5.2. Saran.....	146
DAFTAR PUSTAKA.....	148
LAMPIRAN.....	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Uji Kuat Lentur dan Patah	18
Gambar 2. 2 Plafon Gypsum	20
Gambar 2. 3 Plafon Kayu	21
Gambar 2. 4 Plafon PVC	21
Gambar 2. 5 Plafon GRC.....	22
Gambar 2. 6 Semen	25
Gambar 2. 7 Pasir	26
Gambar 2. 8 Fiberglass	27
Gambar 2. 9 Serbuk Kaca.....	28
Gambar 2. 10 Serat Bambu.....	29
Gambar 2. 11 Air	30
Gambar 2. 12 Simulasi pengujian kuat lentur menggunakan ANSYS	32
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	42
Gambar 3. 2 Sieve Shaker	44
Gambar 3. 3 Saringan	44
Gambar 3. 4 Piring Alumunium / Pan	44
Gambar 3. 5 Oven.....	45
Gambar 3. 6 Gelas Ukur	45
Gambar 3. 7 Corong	45
Gambar 3. 8 Sekop	46
Gambar 3. 9 Plastik	46
Gambar 3. 10 Karet	46
Gambar 3. 11 Timbangan Digital	47
Gambar 3. 12 Gelas Ukur 250 ml.....	47
Gambar 3. 13 Pan Alumunium	47
Gambar 3. 14 Sekop	48
Gambar 3. 15 Vicat.....	48
Gambar 3. 16 Vicat.....	48
Gambar 3. 17 Cicin Vicat	49
Gambar 3. 18 Kaca	49
Gambar 3. 19 Picnometer	49
Gambar 3. 20 Timbangan Digital	50
Gambar 3. 21 Metal Sand Cone Mold.....	50
Gambar 3. 22 Gelas Ukur	50

Gambar 3. 23 Pan Alumunium	51
Gambar 3. 24 Oven.....	51
Gambar 3. 25 Sekop	51
Gambar 3. 26 Tissue	52
Gambar 3. 27 Termometer.....	52
Gambar 3. 28 Minyak Bekisting.....	53
Gambar 3. 29 Pan	53
Gambar 3. 30 Sekop	54
Gambar 3. 31 Jangka Sorong.....	54
Gambar 3. 32 Mortar dan Stamper	54
Gambar 3. 33 Timbangan Digital dan Neraca	55
Gambar 3. 34 Gelas Ukur	55
Gambar 3. 35 Kapi.....	55
Gambar 3. 36 Palu	56
Gambar 3. 37 Kuas	56
Gambar 3. 38 Alat Pelindungan Diri	56
Gambar 3. 39 Jangka Sorong.....	57
Gambar 3. 40 Penggaris.....	57
Gambar 3. 41 Ember.....	57
Gambar 3. 42 Tissue	58
Gambar 3. 43 UTM	58
Gambar 3. 44 Furnace (modifikasi).....	59
Gambar 3. 45 Serat Bambu.....	59
Gambar 3. 46 Serbuk Kaca.....	59
Gambar 3. 47 Fiberglass	60
Gambar 3. 48 Semen Portland.....	60
Gambar 3. 49 Pasir	60
Gambar 3. 50 Air	61
Gambar 3. 51 Flowchart Pembuatan Serat Bambu.....	62
Gambar 3. 52 Potongan bambu kecil.....	63
Gambar 3. 53 Pembutan Serat Bambu.....	63
Gambar 3. 54 Rendam Serat Bambu	64
Gambar 3. 55 Bilas Serat Bambu	64
Gambar 3. 56 Jemur Serat Bambu.....	64
Gambar 3. 57 Serat Bambu siap digunakan	65
Gambar 3. 58 Flowchart Pembuatan Serbuk Kaca.....	66

Gambar 3. 59 Limbah Kaca.....	67
Gambar 3. 60 Keringkan Limbah Kaca.....	67
Gambar 3. 61 Pecahkan limbah kaca.....	68
Gambar 3. 62 Masukkan kedalam Mortar	68
Gambar 3. 63 Haluskan menjadi serbuk.....	68
Gambar 3. 64 Saring menggunakan saringan No. 200	69
Gambar 3. 65 Proses Pengujian Berat Jenis Pasir	71
Gambar 3. 66 Proses Pengujian Berat Jenis Serat Bambu	72
Gambar 3. 67 Proses Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca.....	73
Gambar 3. 68 Proses Pengujian Kadar Lumpur	74
Gambar 3. 69 Proses Uji Konsistensi normal semen dan Uji ikat semen	77
Gambar 3. 70 Proses Pembuatan Plafon.....	81
Gambar 3. 71 Proses Uji Kuat Lentur Plafon.....	82
Gambar 3. 72 Proses Uji Ketahanan Api	84
Gambar 3. 73 Proses Uji Densitas Plafon.....	85
Gambar 3. 74 Proses Uji Daya Serap Air Plafon.....	87
Gambar 3. 75 Tampilan Project Schematic pada ANSYS Workbench 2020 R2.	88
Gambar 3. 76 Pembuatan material pada Engineering Data.....	88
Gambar 3. 77 Tampilan Engineering Data pada ANSYS.....	89
Gambar 3. 78 Pembuatan geometri pada SpaceClaim di ANSYS.	89
Gambar 3. 79 Pembuatan sketsa geometri benda uji pada ANSYS.	90
Gambar 3. 80 Pembuatan model 3D benda uji dengan fitur Pull pada ANSYS..	90
Gambar 3. 81 Pembagian permukaan geometri menggunakan fitur Split Face pada ANSYS.	91
Gambar 3. 82 Tampilan model geometri pada ANSYS Mechanical.	92
Gambar 3. 83 Hasil mesh pada model geometri di ANSYS Mechanical.	92
Gambar 3. 84 Pemberian boundary condition pada model geometri di ANSYS Mechanical.	93
Gambar 3. 85 Pemberian beban pada model geometri di ANSYS Mechanical.	94
Gambar 3. 86 Hasil visualisasi Total Deformation pada ANSYS Mechanical....	94
Gambar 4. 1 Pengujian Berat Jenis Pasir.....	96
Gambar 4. 2 Pengujian Berat Jenis Serat Bambu	97
Gambar 4. 3 Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca	99
Gambar 4. 4 Pengujian Kadar Lumpur Pasir.....	101
Gambar 4. 5 Pengujian Kuat Lentur	110
Gambar 4. 6 Pengujian Ketahanan Api	115

Gambar 4. 7 Pengujian Densitas.....	121
Gambar 4. 8 Pengujian Daya Serap.....	125
Gambar 4. 9 Visualisasi Total Deformation pada ANSYS	138
Gambar 4. 10 Visualisasi Normal Stress pada ANSYS.....	140
Gambar 4. 11 Visualisasi Maximun Principal Stress pada ANSYS	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Papan Serat Berdasarkan Kerapatan.....	16
Tabel 2. 2 Sifat Fisis dan Mekanik	17
Tabel 2. 3 Presentase Campuran.....	22
Tabel 2. 4 <i>Job Mix Design</i>	23
Tabel 2. 5 Jumlah Sample Pengujian.....	23
Tabel 2. 6 <i>Job Mix Design</i>	23
Tabel 2. 7 Komposisi Rencana Campuran.....	24
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	33
Tabel 3. 1 Ukuran Sampel	53
Tabel 3. 2 Presentase Campuran.....	78
Tabel 3. 3 <i>Job Mix Design</i>	78
Tabel 3. 4 Jumlah Sampel Pengujian.....	78
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir.....	96
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Serat Bambu	97
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk Kaca	98
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Jenis Material.....	100
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Pasir	100
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Konsistensi Normal	102
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen.....	102
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen + 5% Serbuk Kaca	103
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen + 10% Serbuk Kaca	103
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen + 15% Serbuk Kaca	104
Tabel 4. 11 Hasil Rekapitulasi Pengujian Waktu Ikut Semen.....	104
Tabel 4. 12 Hasil Pemeriksaan Uji Material.....	105
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Kuat Lentur	109
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Nilai Isolasi	114
Tabel 4. 15 Hasil rata – rata Nilai Isolasi	114
Tabel 4. 16 Hasil Uji Stabilitas.....	117
Tabel 4. 17 Hasil Uji Densitas (Kerapatan)	120
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Daya Serap	124
Tabel 4. 19 Rincian Analisis Harga Satuan Pembuatan Plafon GRC	131
Tabel 4. 20 Analisis Biaya Produksi Plafon GRC Variasi 0	131
Tabel 4. 21 Analisis Biaya Produksi Plafon GRC Variasi 1	132
Tabel 4. 22 Analisis Biaya Produksi Plafon GRC Variasi 2	133

Tabel 4. 23 Analisis Biaya Produksi Plafon GRC Variasi 3	134
Tabel 4. 24 Biaya Produksi Benda Uji	135
Tabel 4. 25 Ukuran Plafon GRC.....	135
Tabel 4. 26 Harga Plafon GRC Inovasi per Lembar (m ²).....	136

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Hasil Kuat Lentur	110
Grafik 4. 2 Hasil Uji Isolasi Ketahanan Api	115
Grafik 4. 3 Hasil Uji Stabilitas Ketahanan Api (keretakan).....	118
Grafik 4. 4 Hasil Densitas (Kerapatan).....	121
Grafik 4. 5 Hasil Uji Daya Serap Air	124
Grafik 4. 6 Hubungan Densitas dengan Kuat Lentur.....	127
Grafik 4. 7 Hubungan Densitas dengan Daya Serap.....	129
Grafik 4. 8 Perbandingan harga	136