



LAPORAN TUGAS AKHIR

**INOVASI PEMANFAATAN SERBUK LIMBAH KERAMIK SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN PADA PLAFON GRC**

Oleh :

Putri Kameila Setya Umindra	40030522650033
Muhammad Henri Jahtanto	40030522650083

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
TAHUN 2026**

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

INOVASI PEMANFAATAN SERBUK LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA PLAFON GRC

Oleh :

Putri Kameila Setya Umindra 40030522650033

Muhammad Henri Jahtanto 40030522650083

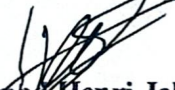
Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi
saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 20 Juli 2026

Semarang, 23 Juli 2026

Mahasiswa I

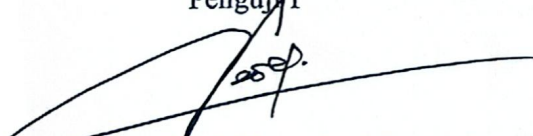

Putri Kameila Setya Umindra
NIM. 40030522650033

Mahasiswa II

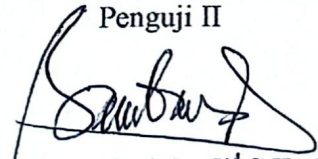

Muhammad Henri Jahtanto
NIM. 40030522650083

Menyetujui,

Penguji I


Nery Risna Dyah Kumala, S.T., M.Sc.
NIP. 199611062024062001

Penguji II


Bambang Setiabudi, S.T., M.T.
NIP. 196109021987031002

Penguji III


Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.
NIP. 198512092012122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur


Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.
NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan pembangunan gedung dan perumahan berdampak pada meningkatnya kebutuhan material konstruksi, khususnya plafon. Kondisi tersebut memicu tingginya konsumsi semen yang dalam proses produksinya menghasilkan emisi CO_2 ditambah dengan harga semen yang tiap tahun kian meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi pemanfaatan serbuk limbah keramik sebagai substitusi sebagian semen pada pembuatan plafon GRC sebagai solusi material yang berkualitas, ekonomis dan ramah lingkungan. Melalui pendekatan eksperimental, variasi substitusi yang diuji adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan pengujian pada umur 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran optimal dicapai pada variasi substitusi 10% yang menghasilkan densitas sebesar $1,986 \text{ gr/cm}^3$, penyerapan air terendah 7,284% dan kuat lentur maksimal $33,696 \text{ N/mm}^2$ (lebih tinggi daripada plafon GRC standar). Analisis biaya menunjukkan pengurangan biaya produksi yang signifikan, dimana komposisi paling hemat terdapat pada substitusi 20% dengan mereduksi biaya sebesar 5,85% dibandingkan plafon GRC konvensional. Studi ini menyoroti potensi pemanfaatan bahan limbah untuk meningkatkan sifat mekanis plafon sekaligus mengurangi dampak lingkungan dan biaya produksinya sebagai inovasi material bangunan berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci : GRC, plafon, limbah keramik, serbuk, CWP, kuat lentur, material

ABSTRACT

The rapid growth in building and housing construction has led to an increased demand for construction materials, particularly ceiling panels. This situation has driven high cement consumption—a process that generates CO₂ emissions—compounded by cement prices that continue to rise each year. This study aims to investigate the potential use of ceramic waste powder as a partial substitute for cement in the manufacture of GRC ceiling panels as a high-quality, economical, and environmentally friendly material solution. Through an experimental approach, the substitution levels tested were 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%, with testing conducted at 14 days of curing. The results show that the optimal mixture was achieved at a 10% substitution level, yielding a density of 1.986 g/cm³, the lowest water absorption of 7.284%, and a maximum flexural strength of 33.696 N/mm² (higher than that of standard GRC ceilings). Cost analysis revealed a significant reduction in production costs, with the most cost-effective composition found at a 20% substitution rate, reducing costs by 5.85% compared to conventional GRC ceilings. This study highlights the potential for utilizing waste materials to improve the mechanical properties of ceilings while reducing environmental impact and production costs, serving as an innovation in sustainable building materials in Indonesia.

Keywords: GRC, ceiling, ceramic waste, powder, CWP, flexural strength, material

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Inovasi Pemanfaatan Serbuk Limbah Keramik Sebagai Substitusi Semen Pada Plafon GRC. Dimana laporan ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan di Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan laporan ini banyak hal yang terjadi dengan beberapa hambatan yang diperbaiki dengan kritik, saran, serta dorongan baik fisik maupun nonfisik dari berbagai pihak. Tentunya laporan ini belum sempurna namun penulis menyelesaikan laporan tugas akhir dengan versi terbaik yang telah dilakukan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Ibu Dr. Asri Nurdiana, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan di dalam penelitian serta penyusunan laporan.
2. Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membimbing, memberikan masukan dan saran di dalam penelitian serta penyusunan laporan.
3. Para dosen, tenaga pendidik, dan asisten laboratorium Prodi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur atas bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Keluarga penulis yang tiada hentinya memberikan dukungan moral dan doa-doa. Terimakasih telah menjadi salah satu penyemangat dalam setiap proses yang penulis lalui.
5. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan atas kebersamaan, bantuan, diskusi selama sela-sela bimbingan dan pengerjaan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna meningkatkan kualitas laporan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang berarti bagi kita semua.

Semarang, 8 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR DIAGRAM	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penulisan.....	6
1.5. Batasan Masalah	6
1.6. Ruang Lingkup.....	6
1.7. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Plafon	8
2.1.1. Definisi dan Fungsi Plafon.....	8
2.1.2. Klasifikasi Plafon	9
2.1.2.1. Plafon Gypsum	9
2.1.2.2. Plafon Kayu	10
2.1.2.3. Plafon PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	11
2.1.2.4. Plafon GRC (<i>Glassfiber Reinforced Concrete</i>)	12
2.2. <i>Glassfiber Reinforced Concrete</i> (GRC)	13

2.3.	Material Penyusun Plafon GRC.....	15
2.3.1.	Semen.....	15
2.3.2.	Agregat Halus.....	16
2.3.3.	Air	17
2.3.4.	Serat Kaca (<i>Fiberglass</i>).....	17
2.4.	Substitusi Semen.....	18
2.5.	Limbah Keramik Sebagai Pengganti Semen.....	19
2.6.	Standar Papan Serat Sesuai SNI 01-4449-2006.....	21
2.6.1.	Klasifikasi Kerapatan Papan	22
2.6.2.	Standar Toleransi Dimensi	23
2.6.2.1.	Toleransi Panjang dan Lebar.....	23
2.6.2.2.	Toleransi Tebal.....	23
2.6.3.	Standar Sifat Mekanis (Kuat Lentur)	23
2.6.4.	Standar Sifat Fisik (Daya Serap Air).....	24
2.6.5.	Standar Ukuran Benda Uji Papan Serat	25
2.7.	Pengujian Benda Uji	25
2.7.1.	Uji Kerapatan	25
2.7.2.	Uji Kuat Lentur	26
2.7.3.	Uji Penyerapan Air.....	27
2.8.	Penelitian Terdahulu	28
2.9.	<i>Research Gap</i>	33
2.10.	Kerangka Pemikiran.....	34
2.11.	Hipotesis Penelitian	35
BAB III	METODE PENELITIAN	36
3.1.	Metode Penelitian	36
3.2.	Tahapan Penelitian	37
3.3.	Tempat Penelitian.....	38
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian.....	39
3.4.1.	Alat.....	39
3.4.2.	Bahan.....	48
3.5.	Prosedur Penelitian	50

3.5.1.	Pengolahan Bahan Substitusi Serbuk Keramik.....	50
3.5.2.	<i>Mix Design</i>	51
3.6.	Metode Pengujian Material.....	52
3.6.1.	Pengujian Agregat Halus.....	53
3.6.1.1.	Grain Size Analysis.....	53
3.6.1.2.	Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi.....	54
3.6.1.3.	Pengujian Kadar Lumpur.....	57
3.6.2.	Pengujian Semen.....	59
3.6.2.1.	Pengujian Waktu Ikat (Setting Time).....	59
3.6.3.	Pengujian Serbuk Keramik	64
3.6.3.1.	Pengujian Berat Jenis.....	64
3.7.	Metode Pembuatan Benda Uji	64
3.8.	Metode Pengujian Benda Uji.....	67
3.8.1.	Pengujian Kerapatan.....	67
3.8.2.	Pengujian Kuat Lentur.....	68
3.8.3.	Pengujian Penyerapan Air	69
3.9.	Output Penelitian	71
3.9.1.	Prototipe Benda Uji.....	71
3.9.2.	Publikasi Jurnal	72
BAB IV	PEMBAHASAN.....	73
4.1.	Data Hasil Pengujian Material	73
4.1.1.	Pengujian Agregat Halus.....	73
4.1.1.1.	Grain Size Analysis.....	73
4.1.1.2.	Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi.....	75
4.1.1.3.	Pengujian Kadar Lumpur.....	76
4.1.2.	Pengujian Semen.....	77
4.1.2.1.	Pengujian Waktu Ikat (Setting Time).....	77
4.1.2.1.1.	Pengujian Waktu Ikat Variasi 0%	77
4.1.2.1.2.	Pengujian Waktu Ikat Variasi 5%	81
4.1.2.1.3.	Pengujian Waktu Ikat Variasi 10%	83
4.1.2.1.4.	Pengujian Waktu Ikat Variasi 15%	87

4.1.2.1.5. Pengujian Waktu Ikut Variasi 20%	90
4.1.2.1.6. Pengujian Waktu Ikut Variasi 25%	94
4.1.3. Pengujian Serbuk Keramik	97
4.1.3.1. Pengujian Berat Jenis.....	97
4.2. Kebutuhan Material <i>Job Mix Design</i>	98
4.3. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian	104
4.3.1. Pengukuran Dimensi	104
4.3.2. Pengujian Kerapatan	107
4.3.3. Pengujian Kuat Lentur	109
4.3.4. Pengujian Penyerapan Air	113
4.3.5. Rekapitulasi Hasil Pengujian	116
4.4. Hubungan Sifat Fisik Terhadap Sifat Mekanis Inovasi Plafon GRC	118
4.4.1. Analisis Kepadatan Struktur (Densitas) dan Penyerapan Air	118
4.4.2. Pengaruh Kepadatan Terhadap Capaian Hasil Kuat Lentur	120
4.4.3. Analisis Mekanisme Kegagalan Kuat Lentur	122
4.5. Analisis Rancangan Anggaran Biaya (RAB) Inovasi Plafon GRC	123
4.5.1. Plafon Konvensional (V0).....	124
4.5.2. Plafon Inovasi Substitusi 5% (V1).....	125
4.5.3. Plafon Inovasi Substitusi 10% (V2).....	127
4.5.4. Plafon Inovasi Substitusi 15% (V3).....	128
4.5.5. Plafon Inovasi Substitusi 20% (V4).....	130
4.5.6. Plafon Inovasi Substitusi 25% (V5).....	131
4.5.7. Rekapitulasi Biaya Produksi	133
4.5.8. Simulasi Biaya Produksi Plafon GRC ukuran 122 x 244 x 0,4 cm	134
4.6. Rekapitulasi Hasil Pengujian dan Perbandingan Harga.....	137
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	139
5.1. Kesimpulan	139
5.2. Saran	140
DAFTAR PUSTAKA.....	xx

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Plafon Gypsum.....	10
Gambar 2.2. Plafon Kayu.....	11
Gambar 2.3. Plafon PVC.....	12
Gambar 2.4. Plafon GRC	13
Gambar 2.5. Uji Kerapatan	26
Gambar 2.6. Uji Kuat Lentur	27
Gambar 3.1. Oven	39
Gambar 3.2. Saringan (Ayakan).....	40
Gambar 3.3. Gelas Ukur.....	40
Gambar 3.4. Neraca Digital	41
Gambar 3.5. Ember	41
Gambar 3.6. Penggaris	42
Gambar 3.7. Cetok	42
Gambar 3.8. Cetakan.....	43
Gambar 3.9. <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	43
Gambar 3.10. Alat Penumbuk.....	44
Gambar 3.11. Jangka Sorong	44
Gambar 3.12. Spatula.....	44
Gambar 3.13. <i>Sieve Shaker</i>	45
Gambar 3.14. Cawan.....	45
Gambar 3.15. Kuas.....	46
Gambar 3.16. Piknometer	46
Gambar 3.17. <i>Metal Sand Cone Mold</i>	47
Gambar 3.18. Corong.....	47
Gambar 3.19. Semen Portland	48
Gambar 3.20. Agregat Halus.....	48
Gambar 3.21. <i>Fiberglass</i>	49
Gambar 3.22. Serbuk Keramik.....	49
Gambar 3. 23. Air.....	50

Gambar 3.24. Limbah keramik	50
Gambar 3.25. Serpihan keramik	51
Gambar 3.26. Serbuk limbah keramik	51
Gambar 3.27. Saringan Digetarkan Pada Mesin <i>Sieve Shaker</i>	53
Gambar 3.28. Agregat Direndam Selama 24 Jam.....	55
Gambar 3.29. Agregat Kering SSD.....	55
Gambar 3.30. Piknometer Diisi Air	56
Gambar 3.31. Sampel Pasir dalam Piknometer.....	56
Gambar 3.32. Agregat Dimasukkan Dalam Gelas Ukur.....	57
Gambar 3.33. Campuran Dikocok	58
Gambar 3.34. Setelah Didiamkan Selama 24 Jam	58
Gambar 3.35. Timbang 300 Gram Semen	59
Gambar 3.36. Timbang Air Sesuai Persentase.....	59
Gambar 3.37. Semen Dicampurkan dan Dibentuk Bola	60
Gambar 3.38. Pasta Semen Diratakan.....	60
Gambar 3.39. Batang Peluncur Dilepaskan Selama 30 Detik.....	61
Gambar 3.40. Timbang 300 Gram Semen	62
Gambar 3.41. Timbang Air Untuk Campuran	62
Gambar 3.42. Semen Dibentuk Bola.....	62
Gambar 3.43. Pasta Semen Diratakan.....	63
Gambar 3.44. Jarum Peluncur Dilepaskan Setiap 15 Menit	63
Gambar 3.45. Persiapan Bahan Sesuai Perhitungan	65
Gambar 3.46. Pencampuran Bahan Benda Uji.....	65
Gambar 3.47. Cetakan Benda Uji	65
Gambar 3.48. Mencetak Benda Uji.....	66
Gambar 3.49. Perataan Adukan Dalam Cetakan.....	66
Gambar 3.50. Benda Uji Dilepas Setelah 24 Jam	66
Gambar 3.51. Benda Uji Didiamkan Selama 14 Hari.....	67
Gambar 3.52. Pengukuran Lebar Benda Uji	67
Gambar 3.53. Pengukuran Tebal Benda Uji	68
Gambar 3.54. Penimbangan Benda Uji.....	68

Gambar 3.55. Pengujian Di Mesin UTM	69
Gambar 3.56. Menimbang Massa Awal Benda Uji	70
Gambar 3.57. Perendaman Benda Uji Selama 24 Jam.....	70
Gambar 3.58. Tiap Sisi Letakkan Pemberat 3kg Selama 30 Detik.....	71
Gambar 3.59. Menimbang Massa Benda Uji Setelah 24 Jam.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan Kimia Serbuk Limbah Keramik	20
Tabel 2.2. Klasifikasi Papan Serat Berdasarkan Kerapatan	22
Tabel 2.3. Toleransi Tebal Papan Serat	23
Tabel 2.4. Klasifikasi PSKT Berdasarkan Keteguhan Lentur dan Modulus Patah	24
Tabel 2.5. Standar Maksimum Penyerapan Air	24
Tabel 2.6. Contoh Uji Laboratoris	25
Tabel 2.7. Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3.1. Komposisi <i>Mix Design</i> Benda Uji	52
Tabel 3.2. Batas Gradasi Agregat Halus	54
Tabel 3.3. Ukuran Benda Uji Penelitian	72
Tabel 4.1. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus	73
Tabel 4.2. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 0%	77
Tabel 4.3. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 0%	79
Tabel 4.4. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 5%	81
Tabel 4.5. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 5%	82
Tabel 4.6. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 10%	83
Tabel 4.7. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 10%	85
Tabel 4.8. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 15%	87
Tabel 4.9. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 15%	88
Tabel 4.10. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 20%	90
Tabel 4.11. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 20%	92
Tabel 4.12. Penetapan Konsistensi Normal Variasi 25%	94
Tabel 4.13. Penentuan Waktu Ikat Awal Variasi 25%	95
Tabel 4.14. <i>Job Mix</i> Penelitian	98
Tabel 4.15. Kebutuhan Material Setiap Variasi	99
Tabel 4.16. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 0%	99
Tabel 4.17. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 5%	100
Tabel 4.18. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 10%	101
Tabel 4.19. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 15%	102

Tabel 4.20. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 20%.....	103
Tabel 4.21. Perhitungan <i>Mix Design</i> Variasi 25%.....	103
Tabel 4.22. Data Pengukuran Dimensi Benda Uji $10 \times 10 \times 0,4$ cm.....	105
Tabel 4.23. Data Pengukuran Dimensi Benda Uji $5 \times 20 \times 0,4$ cm.....	106
Tabel 4.24. Data Perhitungan Uji Kerapatan	107
Tabel 4.25. Data Perhitungan Uji Kuat Lentur	110
Tabel 4.26. Data Perhitungan Uji Penyerapan Air.....	113
Tabel 4.27. Rekapitulasi Hasil Pengujian	116
Tabel 4.28. Harga Material Pembuatan Plafon	124
Tabel 4.29. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V0.....	125
Tabel 4.30. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V1.....	126
Tabel 4.31. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V2.....	128
Tabel 4.32. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V3.....	129
Tabel 4.33. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V4.....	130
Tabel 4.34. Rincian Harga Pembuatan Plafon Variasi V5.....	132
Tabel 4.35. Rekapitulasi Biaya Produksi Benda Uji.....	133
Tabel 4.36. Kebutuhan Material Plafon GRC ($122 \times 244 \times 0,4$ cm)	135
Tabel 4.37. Estimasi Biaya Produksi Plafon GRC ($122 \times 244 \times 0,4$ cm)	136
Tabel 4.38. Rekapitulasi Hasil Seluruh Sampel Uji.....	137

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Zona Kekasaran Agregat Halus	74
Grafik 4.2. Konsistensi Normal V0	78
Grafik 4.3. Waktu Ikat Awal V0	80
Grafik 4.4. Konsistensi Normal V1	81
Grafik 4.5. Waktu Ikat Awal V1	82
Grafik 4.6. Konsistensi Normal V2	84
Grafik 4.7. Waktu Ikat Awal V2	86
Grafik 4.8. Konsistensi Normal V3	87
Grafik 4.9. Waktu Ikat Awal V3	89
Grafik 4.10. Konsistensi Normal V4	91
Grafik 4.11. Waktu Ikat Awal V4	93
Grafik 4.12. Konsistensi Normal V5	94
Grafik 4.13. Waktu Ikat Awal V5	96
Grafik 4.14. Pengujian Kerapatan (Densitas)	108
Grafik 4.15. Pengujian Kuat Lentur	111
Grafik 4.16. Pengujian Penyerapan Air	114
Grafik 4.17. Hubungan Sifat Fisik Plafon GRC	119
Grafik 4.18. Hubungan Densitas dan Kuat Lentur	121

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.1. Bagan Alir Penelitian	38
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Asistensi

Lampiran 2. Log Book Penelitian Laboratorium

Lampiran 3. Hasil Pengujian Material

Lampiran 4. Hasil Pengujian Benda Uji