

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI RETARDER TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER PADA PERKERASAN KAKU

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat oleh:

Nur Huda Fadila Ervina

NIM. 2110811320013

Pembimbing:

Ir. Utami Sylvia Lestari, S.T M.T.
NIP. 19811209 201404 2 001

Co - Pembimbing

Ir. Fauzi Rahman, M.T.
NIP. 19660520 199103 1 005



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2025**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Huda Fadila Ervina
NIM : 2110811320013
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Retarder Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Pada Perkerasan Kaku
Pembimbing Ir. Utami Sylvia Lestari, S.T M.T.
Co – Pembimbing Ir. Fauzi Rahman, M.T.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2025
Penulis

Nur Huda Fadila Ervina
NIM. 2110811320013

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Pengaruh Variasi Retarder Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kuat Tekan
Beton Geopolimer Pada Perkerasan Kaku

Oleh

Nur Huda Fadila Ervina (2110811320013)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 7 Juli 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Nova Widayanti, M.T.
NIP. 19951101 202203 2 021

Anggota 1 : Badaruddin Mu'min, S.T., M.T.
NIP. 19730507 199802 1 001

Co-Pembimbing : Ir. Fauzi Rahman, M.T.
NIP. 19660520 199103 1 005

Pembimbing : Ir. Utami Sylvia Lestari, S.T., M.T.
NIP. 19811209 201404 2 001

Utama

Banjarbaru, 07 Juli 2025


Diketahui dan disahkan oleh:


Wakil Dekan Bidang Akademik

Koordinator Program Studi

Fakultas Teknik ULM,

S-1 Teknik Sipil,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

**PENGARUH VARIASI RETARDER TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIK DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER PADA
PERKERASAN KAKU**

Nur Huda Fadila Ervina¹, Utami Sylvia Lestari² dan Fauzi Rahman³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jendral Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: fadilaervina24@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan infrastruktur jalan yang berkelanjutan mendorong pemanfaatan material ramah lingkungan seperti beton geopolimer. Beton ini menggunakan fly ash sebagai bahan utama dan sebagian kecil semen portland untuk mengurangi emisi karbon. Namun, beton geopolimer memiliki kelemahan berupa waktu ikat yang terlalu cepat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan retarder terhadap waktu ikat, sifat fisik, dan mekanik beton geopolimer dalam aplikasi perkerasan jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi retarder Grolen DP terhadap karakteristik geopolimer berbasis fly ash dengan tambahan semen. Benda uji berbentuk silinder berukuran $\varnothing 4 \text{ cm} \times 7,6 \text{ cm}$, menggunakan campuran binder 90% fly ash dan 10% semen. Variasi retarder yang digunakan adalah 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,45% dari berat binder. Aktivator alkali yang digunakan terbuat dari Na_2SiO_3 dan NaOH dengan rasio 2,5:1. Pengujian meliputi waktu ikat, sifat fisik (porositas, absorpsi, dan *sorptivity*), serta kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk menilai performa material sebagai alternatif ramah lingkungan dalam perkerasan kaku.

Mortar geopolimer tanpa retarder (GP-0%) menunjukkan kuat tekan stabil di 7, 14, dan 28 hari dengan absorpsi, porositas, dan *sorptivity* terendah, menandakan struktur padat dan tahan air. Variasi dengan retarder 0,45% menghasilkan kuat tekan tertinggi pada 28 hari dan sifat fisik lebih baik dari dosis 0,2% dan 0,3%. Dosis retarder 0,2% dan 0,3% menurunkan kuat tekan serta meningkatkan porositas dan absorpsi karena reaksi hidrasi terganggu, menghasilkan struktur mikro kurang padat. Jadi, GP-0% cocok untuk pengerasan cepat, sedangkan GP-0,45% ideal untuk kekuatan jangka panjang dengan *curing* cukup.

Kata Kunci: Perkerasan Kaku, Geopolimer, Retarder, Absorpsi dan porositas, Sorptivity

THE EFFECT OF RETARDER VARIATION ON THE PHYSICAL CHARACTERISTICS AND COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER CONCRETE IN RIGID PAVEMENTS

Nur Huda Fadila Ervina¹

¹Undergraduate Student of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: fadilaervina24@gmail.com

ABSTRACT

The need for sustainable road infrastructure has driven the use of environmentally friendly materials such as geopolymer concrete. This concrete uses fly ash as its main ingredient and a small amount of Portland cement to reduce carbon emissions. However, geopolymer concrete has the disadvantage of setting too quickly. Therefore, this study was conducted to determine the effect of adding a retarder on the setting time, physical properties, and mechanical properties of geopolymer concrete in road pavement applications.

This study aims to determine the effect of varying Grolen DP retarders on the characteristics of fly ash-based geopolymer with added cement. The test specimens are cylindrical in shape, measuring $\text{Ø } 4 \text{ cm} \times 7.6 \text{ cm}$, using a binder mixture of 90% fly ash and 10% by raw material. The retarder variations used were 0%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, and 0.45% of the cement weight. The alkali activator used was made from Na_2SiO_3 and NaOH in a 2.5:1 ratio. The testing included setting time, physical properties (porosity, absorption, and sorptivity), and compressive strength at 7, 14, and 28 days to evaluate the material's performance as an environmentally friendly alternative in rigid pavements.

Geopolymer concrete without a retarder (GP-0%) showed stable compressive strength at 7, 14, and 28 days with the lowest absorption, porosity, and sorptivity, indicating a dense and water-resistant structure. Variations with a 0.45% retarder produced the highest compressive strength at 28 days and better physical properties than the 0.2% and 0.3% doses. Retarder doses of 0.2% and 0.3% reduced compressive strength and increased porosity and absorption due to disrupted hydration reactions, resulting in a less dense microstructure. Thus, GP-0% is suitable for rapid hardening, while GP-0.45% is ideal for long-term strength with adequate *curing*.

Keywords: Rigid Pavement, Geopolymer, Retarder, Absorption and Porosity, Sorptivity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat, kasih sayang, dan karunia-Nya, saya diberikan kesehatan, kekuatan, serta kelancaran dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Retarder Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Pada Perkerasan Kaku”**. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i di Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah tenang di surga dan saudara tercinta atas kasih sayang, pengorbanan, serta doa yang tiada henti. Doa dan cinta mereka menjadi kekuatan utama saya dalam menghadapi tantangan hingga mampu meraih gelar sarjana. Semua ini saya persembahkan sebagai ungkapan terima kasih atas segala jasa dan pengorbanan mereka yang tak ternilai.
2. Ibu Ir. Utami Sylvia Lestari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama atas bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini. Saya juga berterima kasih kepada Bapak Ir. Fauzi Rahman, M.T. sebagai dosen pembimbing pendamping atas masukan dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, atas dukungan dan fasilitasi selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat atas ilmu dan pengalaman yang berharga selama masa studi. Saya juga berterima kasih kepada instruktur Laboratorium Struktur dan Material yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Aisyah Nurfitri dan seseorang yang tak bisa saya sebutkan namanya, yang selalu setia mendampingi dalam suka dan duka selama perjalanan kuliah dan

kehidupan saya. Dukungan tulus mereka membantu saya melewati masa sulit, menjadi sumber motivasi yang menguatkan semangat untuk terus maju. Kehadiran mereka sangat berarti, dan saya sangat menghargai segala bantuan serta perhatian tanpa pamrih.

6. Teman-Teman Garasi Roboh, *Salted Egg*, Rumah Horor, dan *Partner Princess* yang selalu menjadi pendengar dan sumber dukungan dalam menghadapi tekanan serta tantangan, sekaligus membantu saya mengatasi beban pikiran dan berbagi kebahagiaan sepanjang perjalanan ini.
7. Nur Huda Fadila Ervina atau yang tidak lain adalah saya sendiri mengapresiasi keteguhan, ketabahan, dan semangat pantang menyerah yang saya tunjukkan selama proses ini. Kekuatan mental dan tekad konsisten menjadi modal utama menghadapi berbagai tantangan hingga sampai tahap ini. Semoga saya terus mempertahankan sikap ini dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik.

Sebagai penutup, saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi perbaikan karya ini di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi semua pihak.

Banjarbaru, 2025

Penulis,

Nur Huda Fadila Ervina

NIM. 2110811320013

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Perkerasan Kaku.....	4
2.2 Karakteristik Perkerasan Kaku	5
2.3 Beton.....	5
2.3.1 Beton HVFA (<i>High Volume Fly Ash</i>)	6
2.4 Mortar	7
2.5 Geopolimer	8
2.5.1 Karakteristik Geopolimer.....	9
2.5.2 Peran Geopolimer Dalam Perkerasan Kaku.....	9

2.5.3	Material Pembentuk Geopolimer	10
2.5.4	Bahan Tambahan (Retarder)	17
2.6	Waktu Pengikatan.....	18
2.7	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	18
2.8	Pengujian Terhadap Benda Uji.....	19
2.8.1	Pengujian Absorpsi dan Porositas	19
2.8.2	Pengujian <i>Sorptivity</i>	21
2.8.3	Pengujian Kuat Tekan	22
2.9	Penelitian Geopolimer Dengan Campuran Retarder Terdahulu	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	Diagram Alir.....	30
3.2.	Waktu dan Tempat.....	31
3.3.	Jadwal Penelitian	32
3.4.	Peralatan dan Bahan	32
3.4.1.	Peralatan	32
3.4.2.	Bahan.....	33
3.5.	Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Dasar	33
3.5.1.	Persiapan Bahan Dasar.....	33
3.5.2.	Pemeriksaan Bahan Dasar	40
3.6.	Rancangan Penelitian	40
3.7.	Waktu Pengikatan.....	42
3.8.	Pembuatan Benda Uji	42
3.9.	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	48
3.10.	Pengujian Fisik dan Mekanik Mortar Geopolimer	49
3.10.1.	Pengujian Absorpsi dan Porositas	49
3.10.2.	Pengujian <i>Sorptivity</i>	49

3.10.3.	Pengujian Kuat Tekan	50
3.11.	Penarik Kesimpulan	51
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1.	Pemeriksaan Bahan.....	52
4.1.1.	Pemeriksaan Agregat Halus	52
4.1.2.	Pemeriksaan Semen.....	53
4.1.3.	Pemeriksaan <i>Fly Ash</i>	53
4.1.4.	Pemeriksaan Waktu Pengikatan	55
4.2.	Uji <i>Sorptivity</i>	56
4.3.	Absorpsi dan Porositas	59
4.4.	Kuat Tekan	61
4.4.1.	Uji Kontrol	61
4.4.2.	Uji Kuat Tekan sampel variasi 0,2%	63
4.4.3.	Uji Kuat Tekan sampel variasi 0,3%	64
4.4.4.	Uji Kuat Tekan sempel variasi 0,45%	65
4.4.5.	Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Geopolimer	67
4.5.	Pengaruh Penambahan Retarder Terhadap Kuat Tekan Geopolimer	70
5.5.1	Perbandingan Kuat Tekan Geopolimer Tanpa Retarder Dan Menggunakan Retarder	73
4.6.	Hubungan Uji Fisik Terhadap Uji Tekan Geopolimer	74
BAB V	PENUTUP	76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

LAMPIRAN 1 SURAT-SURAT	80
LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI PENELITIAN	100
LAMPIRAN 3 DATA PENELITIAN.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Perkerasan Kaku.....	5
Gambar 2. 2 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i> (ASTM C1585-13).....	22
Gambar 2. 3 Alat Pengujian Kuat Tekan	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Fly Ash Lolos Saringan No.200	34
Gambar 3. 3 Mengoven Fly Ash	34
Gambar 3. 4 Menyaring Fly Ash.....	35
Gambar 3. 5 Fly Ash Asam-Asam Siap Pakai	35
Gambar 3. 6 Pasir Barito	36
Gambar 3. 7 Portland Composite Cement.....	36
Gambar 3. 8 Grolen DP	37
Gambar 3. 9 NaOH Berbentuk Kristal	37
Gambar 3. 10 NaOH 8M	39
Gambar 3. 11 Natrium Silikat (Na_2SiO_3).....	39
Gambar 3. 12 Set-up Pengujian Tekan Mortar Silinder.....	51
Gambar 4. 1 Analisis Saringan Pasir Barito.....	53
Gambar 4. 2 Pemeriksaan Waktu Pengikatan	55
Gambar 4. 3 Pengujian <i>Sorptivity</i>	56
Gambar 4. 4 Penyerapan Air Kumulatif vs Waktu 1/2 Pada Mortar Geopolimer	57
Gambar 4. 5 Initial Absorption GP-R 0%	57
Gambar 4. 6 Secondary Absorption GP-R 0%	57
Gambar 4. 7 Initial Absorption GP-R 0,2%	57
Gambar 4. 8 Secondary Absorption GP-R 0,2%	57
Gambar 4. 9 Initial Absorption GP-R 0,3%	58
Gambar 4. 10 Secondary Absorption GP-R 0,3%	58
Gambar 4. 11 Initial Absorption GP-R 0,45%	58
Gambar 4. 12 Secondary Absorption GP-R 0,45%	58
Gambar 4. 13 <i>Sorptivity</i> vs Waktu Pada Mortar Geopolimer	59
Gambar 4. 14 Pengujian absorpsi dan porositas	60
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Absorpsi dan Porositas.....	60

Gambar 4. 16 Hasil Uji Tekan sebagai Kontrol	62
Gambar 4. 17 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-0%	62
Gambar 4. 18 Hasil Uji Tekan Variasi 0,2%	63
Gambar 4. 19 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-R 0,2%	64
Gambar 4. 20 Hasil Uji Tekan Variasi 0,3%	64
Gambar 4. 21 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-R 0,3%	65
Gambar 4. 22 Hasil Uji Tekan Variasi 0,45%	66
Gambar 4. 23 Kuat Tekan Sampel Kubus GP-R 0,45%	66
Gambar 4. 24 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 7 Hari.....	67
Gambar 4. 25 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 14 Hari.....	68
Gambar 4. 26 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 28 Hari.....	69
Gambar 4. 27 Perbandingan Kuat Tekan Geopolimer Menggunakan Retarder Terhadap Geopolimer Normal Umur 7 Hari, 14 Hari dan 28 Hari	71
Gambar 4. 28 Keruntuhan Tekan Geopolimer Tanpa Retarder	72
Gambar 4. 29 Keruntuhan Tekan Geopolimer Dengan 0,2% Retarder	72
Gambar 4. 30 Keruntuhan Tekan Geopolimer Dengan 0,3% Retarder	72
Gambar 4. 31 Keruntuhan Tekan Geopolimer Dengan 0,45% Retarder	72
Gambar 4. 32 Persentase kuat tekan.....	73
Gambar 4. 33 Hubungan Uji Fisik terhadap Kuat Tekan.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Kandungan Kimia Fly ash.....	11
Tabel 2. 2 Persyaratan Fisik Fly ash	12
Tabel 2. 3 Hasil Pemeriksaan Fly ash PLTU Asam-Asam Tahun 2022.....	12
Tabel 2. 4 Kandungan Kimia Fly ash PLTU Asam-Asam.....	13
Tabel 2. 5 Gradasi Pasir	16
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan	32
Tabel 3. 2 Komposisi Na_2SiO_3	39
Tabel 3. 3 Variabel dan Nomenklatur Benda Uji Mortar Geopolimer.....	41
Tabel 3. 4 Campuran Benda Uji Silinder Diameter 4 cm dengan Tinggi 7,6 cm Mortar Geopolimer.....	47
Tabel 4. 1 Pemeriksaan Bahan	52
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Semen	53
Tabel 4. 3 Hasil pemeriksaan Fly ash	53
Tabel 4. 4 Pemeriksaan Waktu Pengikatan.....	55
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Initial dan Secondary Rate	58
Tabel 4. 6 Hasil pengujian Absorpsi dan Porositas.....	60
Tabel 4. 7 Hasil Kuat tekan variasi 0% Retarder sebagai Kontrol.....	62
Tabel 4. 8 Hasil Kuat tekan variasi 0,2% Retarder sebagai Kontrol.....	63
Tabel 4. 9 Hasil Kuat tekan variasi 0,3% Retarder sebagai Kontrol.....	65
Tabel 4. 10 Hasil Kuat tekan variasi 0,45% Retarder sebagai Kontrol.....	66
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 7 Hari	67
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 14 Hari	68
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Uji Tekan Geopolimer 28 Hari	69
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Retarder Terhadap Kuat Tekan	70
Tabel 4. 15 Persentase Kuat Tekan Geopolimer Dengan Dan Tanpa Retarder	73
Tabel 4. 16 Hubungan Absorpsi dan Porositas terhadap Kuat Tekan.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 2. 1 Campuran Pasta dan <i>Geopolymer</i>	101
Lampiran 2. 2 Pembuatan Pasta <i>Geopolymer</i>	101
Lampiran 2. 3 Campuran Mortar <i>Geopolymer</i>	102
Lampiran 2. 4 Pembuatan Mortar <i>Geopolyme</i>	102
Lampiran 2. 5 Perawatan Benda Uji	103
Lampiran 2. 6 Pengujian Waktu Pengikatan.....	104
Lampiran 2. 7 Pengujian Kuat Tekan 0%	104
Lampiran 2. 8 Pengujian Kuat Tekan 0,2%	104
Lampiran 2. 9 Pengujian Kuat Tekan 0,3%	105
Lampiran 2. 10 Pengujian Kuat Tekan 0,45%	105
Lampiran 3. 1 Hasil Pengujian Absorpsi dan Porositas.....	107
Lampiran 3. 2 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i>	108