

SKRIPSI

PERBANDINGAN POSISI *TRANSDUSER* TERHADAP NILAI KERAPATAN *MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT* DAN *MORTAR GEOPOLIMER POFA* SEBAGAI PARAMETER KUAT TEKAN

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pasir Pengaraian*



Disusun Oleh:
JULYUS SWITELA
NIM: 2213034

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
KABUPATEN ROKAN HULU
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERBANDINGAN POSISI *TRANSDUSER* TERHADAP NILAI KERAPATAN *MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT* DAN *MORTAR GEOPOLIMER POFA* SEBAGAI PARAMETER KUAT TEKAN

Disusun Oleh:

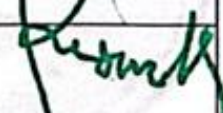
JULYUS SWITELA

NIM: 2213034

Telah Melewati Pemeriksaan Tim Penguji

Pada Tanggal:

Susunan Tim Penguji

NO	NAMA/NIDN	JABATAN	TANDA TANGAN
1.	Ir. Harriad Akbar Syarif, S.T., M.T NIDN. 1001069301	Dosen Pembimbing I	
2.	Bambang Edison, S.Pd., M.T NIDN. 0002037503	Dosen Pembimbing II	
3.	Dr. Pada Lumba, S.T., M.T NIDN. 1027057201	Dosen Penguji I	
4.	Alfi Rahmi, S.T., M.Eng NIDN. 1001018304	Dosen Penguji II	
5.	Rismalinda, S.T., M.T NIDN. 1014048001	Dosen Penguji III	

Skripsi ini diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Rismalinda, S.T., M.T
NIDN. 1014048001

**PERBANDINGAN POSISI *TRANSDUSER* TERHADAP NILAI
KERAPATAN *MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT* DAN
MORTAR GEOPOLIMER POFA SEBAGAI PARAMETER KUAT TEKAN**

Julyus Switela (2213034)⁽¹⁾

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

Pembimbing: Ir. Harriad Akbar Syarif, M. T⁽²⁾, Bambang Edison, S.Pd., M.T⁽²⁾

ABSTRAK

Pemanfaatan material ramah lingkungan dalam bidang konstruksi terus dikembangkan untuk mengurangi penggunaan semen Portland yang berdampak terhadap lingkungan. Salah satu alternatif yang potensial adalah penggunaan abu sawit (*Palm Oil Fuel Ash/POFA*) sebagai bahan dasar *mortar geopolimer*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kerapatan mortar *Portland Composite Cement (PCC)* dan *mortar geopolimer POFA* menggunakan metode *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*, menganalisis pengaruh posisi *transduser* terhadap hasil pengujian, serta mengetahui hubungan nilai kerapatan sebagai parameter kuat tekan mortar.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Bahan yang digunakan meliputi abu sawit (*POFA*), semen *PCC*, agregat halus, larutan aktivator NaOH 14 M dan Na₂SiO₃, serta superplastisizer. Benda uji berbentuk balok berukuran 5 × 5 × 20 cm dengan variasi umur perawatan 28 hari dan 56 hari. Pengujian dilakukan menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* pada tiga posisi *transduser*, yaitu *direct*, *semi-direct*, dan *Indirect*, untuk memperoleh nilai kecepatan gelombang sebagai indikator kerapatan mortar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur perawatan dan posisi *transduser* memengaruhi nilai *UPV* pada mortar *PCC* maupun *mortar geopolimer POFA*. Peningkatan umur perawatan menghasilkan nilai *UPV* yang lebih tinggi, sedangkan posisi *direct* memberikan hasil pengukuran terbaik dibandingkan posisi *semi-direct* dan *Indirect*. Semakin tinggi nilai *UPV*, semakin padat struktur internal mortar sehingga berkorelasi positif terhadap peningkatan kuat tekan. Dengan demikian, metode *UPV* dapat digunakan sebagai metode non-destruktif yang efektif untuk mengevaluasi kualitas mortar berbasis *PCC* maupun geopolimer *POFA*.

Kata Kunci: *Mortar Geopolimer, Abu Sawit (POFA), Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), Posisi Transduser, Kerapatan Mortar, Kuat Tekan.*

**PERBANDINGAN POSISI *TRANSDUSER* TERHADAP NILAI
KERAPATAN *MORTAR PORTLAND COMPOSITE CEMENT* DAN
MORTAR GEOPOLIMER POFA SEBAGAI PARAMETER KUAT TEKAN**

Julyus Switela (2213034)⁽¹⁾

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

Pembimbing: Ir. Harriad Akbar Syarif, M. T.⁽²⁾, Bambang Edison, S.Pd., M.T.⁽²⁾

ABSTRACT

The use of eco-friendly materials in construction continues to be developed to reduce the environmental impact associated with Portland cement consumption. One potential alternative is the use of Palm Oil Fuel Ash (POFA) as a base material for geopolymer mortar. This study aims to compare the density values of Portland Composite Cement (PCC) mortar and POFA geopolymer mortar using the Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) method, analyze the effect of transducer positioning on test results, and determine the relationship between density values and mortar compressive strength.

The research employed a laboratory-based experimental method with a quantitative approach. Materials used included POFA, PCC cement, fine aggregates, activator solutions (14 M NaOH and Na₂SiO₃), and a superplasticizer. Test specimens consisted of 5×5×20 cm beams subjected to curing periods of 28 and 56 days. Testing was conducted using UPV equipment with three transducer configurations—direct, semi-direct, and Indirect—to obtain wave velocity values as indicators of mortar density.

The results indicate that curing age and transducer position influence UPV values in both PCC and POFA geopolymer mortars. Longer curing periods resulted in higher UPV values, while the direct configuration yielded the best measurement results compared to the semi-direct and Indirect positions. Higher UPV values reflect a denser internal mortar structure, which correlates positively with increased compressive strength. Thus, the UPV method serves as an effective non-destructive technique for assessing the quality of both PCC-based and POFA geopolymer mortars.

Keywords: Geopolymer Mortar, Palm Oil Fuel Ash (POFA), Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), Transducer Position, Mortar Density, Compressive Strength.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan diwah ini :

Nama : JULYUS SWITELA

NIM : 2213034

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Karya Tulis : Perbandingan Posisi *Transduser* Terhadap Nilai Kerapatan Mortar *PCC* Dan Mortar *Geopolimer POFA* Sebagai Parameter Kuat Tekan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis Skripsi ini Adalah karya tulis yang saya kerjakan sendiri. Karya tulis ini bukan merupakan plagiarisme, bukan pencurian hasil karya tulis milik orang lain, Bukan hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karna hubungan material maupun non material, Maupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya bukan karya tulis Skripsi saya yang orisinil dan otentik.

Apabila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan pernyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/keserjanaan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak ada tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di institusi ini.

Pasir Pengaraian, 25 Juli 2026



Julyus Switela
Nim: 2213034

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia- Nya, sehingga skripsi saya dapat berjalan dengan baik dan lancar sampai dengan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan baik materi maupun non materi dari berbagai pihak, sehingga program-program yang telah direncanakan dapat terealisasi dengan baik dan dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Oleh karena itu, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingannya kepada:

1. Bapak Dr. Hardianto, M. Pd. selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
2. Bapak Dr. Purwo Subekti, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
3. Ibu Rismalinda, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
4. Bapak Ir. Harriad Akbar Syarif, M.T sebagai dosen pembimbing 1 yang telah memberikan perhatian penuh dan tidak pernah berhenti memberikan dorongan sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Bambang Edison, S.Pd., M.T sebagai dosen pembimbing 2 yang telah memberikan perhatian penuh dan tidak pernah berhenti memberikan dorongan sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Orang Tua tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, dan nasehat berupa materi maupun moral selama ini.
7. Teman seperjuangan angkatan 22 yang selalu mendukung dan kebersamai kegiatan selama proses penulisan skripsi ini.
8. Semua pihak yang sudah berpartisipasi dan memberi dukungan baik materi maupun non materi yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan lepas dari kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam pengembangan dimasa mendatang dan bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pembaca nya.

Pasir Pengaraian, 20 Juli 2026

JULYUS SWITELA

NIM: 2213034

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Keaslian Penelitian	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Mortar.....	11
3.1.1 Jenis Mortar.....	11
3.1.2 Tipe Mortar	12
3.1.3 Komponen Utama Mortar	13
3.2 Mortar <i>PCC (Portland Composite Cement)</i>	16
3.3 Mortar Geopolimer.....	17

3.3.1	Bahan Penyusun Mortar Geopolimer	17
3.4	Waktu Perawatan.....	20
3.5	<i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	21
3.5.1	Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	24
3.5.2	Hubungan <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i> Dengan Kerapatan.....	24
3.5.3	Hubungan <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i> Dengan Kuat Tekan	25
3.5.4	Posisi <i>Transduser</i> Pada Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		28
4.1	Jenis Penelitian.....	28
4.2	Waktu dan Tempat Penelitian	28
4.3	Bahan.....	28
4.4	Peralatan	29
4.4.1	Peralatan Pengujian Karakteristik Agregat Halus	29
4.4.2	Peralatan Pengujian Abu Sawit	29
4.4.3	Peralatan Pembuatan Sampel Penelitian	30
4.4.4	Peralatan Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	30
4.5	Prosedur Penelitian.....	31
4.5.1	Pemeriksaan Agregat Halus	31
4.5.2	Pemeriksaan Abu Sawit (POFA).....	38
4.6	Desain Sampel Penelitian.....	39
4.7	Pembuatan Sampel Uji	39
4.8	Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	41
4.9	Bagan Alir Penelitian	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		44
5.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia Abu Sawit	44
5.2	Hasil Pengujian Sifat Fisik Abu Sawit	44

5.2.1 Pengujian Berat Jenis Abu Sawit	44
5.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus.....	45
5.3.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus	45
5.3.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	45
5.3.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	46
5.3.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	46
5.3.5 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus.....	46
5.3.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	47
5.4 Larutan Alkali Aktivator	48
5.4.1 Karakteristik Natrium Silikat (Na_2SiO_3).....	48
5.4.2 Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH).....	48
5.5 Campuran Mortar <i>PCC</i> dan Mortar Geopolimer	49
5.6 Perawatan Mortar <i>PCC</i> dan Mortar Geopolimer	49
5.7 Hasil Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	50
5.8 Hasil Kerapatan Mortar	55
5.9 Hasil Konversi Nilai Kuat Tekan Mortar Berdasarkan Hasil Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	56
BAB VI PENUTUP	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN 1.....	65
HASIL PENGUJIAN AGREGAT HALUS DAN ABU SAWIT	65
LAMPIRAN 2.....	73
MIX DESIGN MORTAR GEOPOLIMER DAN MORTAR PCC	73
LAMPIRAN 3.....	76

PENGUJIAN <i>ULTRASONIC PULSE VELOCITY (UPV)</i>	76
LAMPIRAN 5.....	80
DOKUMENTASI PENELITIAN	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Batas-Batas Gradasi Untuk Agregat Halus (Pasir)	15
Tabel 3.2 Karakteristik Pengujian Agregat Halus (Pasir).....	15
Tabel 3.3 Komposisi Kimia Dari Abu Sawit	18
Tabel 3.4 Komposisi Kimia dan Fisika <i>Portland Composite Cement</i>	20
Tabel 3.5 Kriteria Penilaian Pengujian Dengan Gelombang	24
Tabel 3.6 Kualitas Beton Berdasarkan Nilai <i>UPV</i>	25
Tabel 4.1 Peralatan Pengujian Karakteristik Agregat Halus.....	29
Tabel 4.2 Peralatan Pengujian Abu Sawit.....	29
Tabel 4.3 Peralatan Pembuatan Sampel	30
Tabel 4.4 Peralatan Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	30
Tabel 4.5 Analisa Saringan	31
Tabel 4.6 Desain Sampel Penelitian.....	39
Tabel 5.1 Komposisi Kimia Abu Sawit	44
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus	45
Tabel 5.3 Analisa Saringan Butiran Agregat Halus	47
Tabel 5.4 Kandungan Kimia Natrium Silikat	48
Tabel 5.5 Komposisi Bahan Pembuatan Sampel Mortar Konvensional dan Mortar Geopolimer	49
Tabel 5.6 Hasil Pengujian <i>UPV</i> Mortar <i>PCC</i>	50
Tabel 5.7 Hasil Pengujian <i>UPV</i> Mortar Geopolimer	52
Tabel 5.8 Hasil Kerapatan Mortar <i>PCC</i> Dan Mortar Geopolimer	55
Tabel 5.9 Konversi Nilai Kuat Tekan Mortar <i>PCC</i> Berdasarkan Nilai <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	56
Tabel 5.10 Konversi Nilai Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berdasarkan Nilai <i>Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)</i>	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alat UPV Tester Type C369N	21
Gambar 3.2 Posisi <i>Direct</i>	26
Gambar 3.3 Posisi <i>Semi-Direct</i>	27
Gambar 3.4 Posisi <i>Indirect</i>	27
Gambar 4.1 Analisa Saringan	32
Gambar 4.2 Berat Volume	33
Gambar 4.3 Berat Jenis Agregat Halus	35
Gambar 4.4 Kadar Lumpur	36
Gambar 4.5 Kadar Air	37
Gambar 4.6 Kadar Air	39
Gambar 5.1 Grafik Distribusi Butiran Agregat Halus	48

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Kecepatan Gelombang Ultrasonik	24
Rumus 4.1 Berat Volume.....	33
Rumus 4.2 <i>Apparent Specific Gravity</i> (Semu).....	35
Rumus 4.3 <i>Bulk Specific Gravity</i> (Kering)	35
Rumus 4.4 <i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	35
Rumus 4.5 Persentase Absorpti.....	35
Rumus 4.6 Kadar Lumpur.....	36
Rumus 4.7 Kadar air	38
Rumus 4.8 Berat Jenis.....	39