

SKRIPSI
PENGARUH SUBSTITUSI PCC PADA PASTA
GEOPOLIMER ABU SAWIT TERHADAP WAKTU
IKAT (*SETTING TIME*)

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



Disusun Oleh :

M.LUTEFI SYAIAN

NIM : 2213004

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

2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH SUBSTITUSI PCC PADA PASTA GEOPOLIMER ABU
SAWIT TERHADAP WAKTU IKAT (*SETTING TIME*)

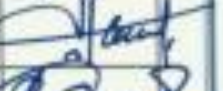
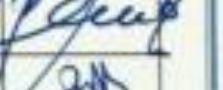
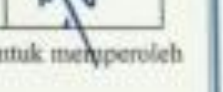
Dipersiapkan dan disusun oleh:

M. LUTFI SYAIAN
NIM. 2213004

Telah diujikan

Pada tanggal: 31 Januari 2026

Tim Penguji

No	Nama/NIDN	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ir. Harriad Akbar Syarif, M.T NIDN. 1001069301	Pembimbing 1	
2	Anton Ariyanto, M.Eng NIDN. 1002108201	Pembimbing 2	
3	Bambang Edison, M.T NIDN. 0002307503	Penguji 1	
4	Rismalinda, M.T NIDN. 1014048001	Penguji 2	
5	Alfi Rahmi, M.Eng NIDN. 1001018304	Penguji 3	

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Rismalinda, M.T
NIDN. 1014048001



SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN

LEMBAR ASISTENSI REVISI SKRIPSI

NAMA : MLUTFI SYAIAN

NIM : 2213004

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	03/02/2026	Acc digital penguji 3	
2	03/02/2026	Acc digital penguji II	
3	03/02/26	Acc digital Penguji I	
4	13/02/2026	Acc jilid Pembimbing I	
5	10/2/2026	Oke Pembimbing 2 Bisa di jilid	

PENGARUH SUBSTITUSI PCC PADA PASTA GEOPOLIMER ABU SAWIT TERHADAP WAKTU IKAT (*SETTING TIME*)

M. Lutfi Syaian (2213004)⁽¹⁾

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

Pembimbing : Ir. Harriad Akbar Syarif, *M.T*⁽²⁾, Anton Ariyanto, *M.Eng*⁽³⁾

ABSTRAK

Penggunaan semen Portland dalam industri konstruksi berkontribusi besar terhadap emisi karbon dioksida (CO_2), sehingga diperlukan material alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu material yang berpotensi dikembangkan adalah geopolimer berbasis abu sawit (Palm Oil Fuel Ash/POFA). Namun, penggunaan POFA sebagai bahan pengikat tunggal menghasilkan waktu ikat yang relatif lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi Portland Composite Cement (PCC) terhadap waktu ikat pasta geopolimer abu sawit serta menentukan persentase substitusi PCC yang paling efektif dalam mempercepat waktu ikat.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Variasi substitusi PCC yang diteliti meliputi 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90% dari total bahan pengikat. Sebagai pembanding digunakan pasta dengan komposisi PCC 100% dan POFA 100%. Larutan alkali yang digunakan terdiri dari NaOH dan Na_2SiO_3 dengan konsentrasi 14 M dan rasio tetap. Pengujian waktu ikat awal dan akhir dilakukan menggunakan alat Vicat sesuai standar SNI.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pasta geopolimer berbasis POFA tanpa substitusi PCC memiliki waktu ikat yang jauh lebih lama dibandingkan PCC 100%, dengan waktu ikat awal pada menit ke-465 dan waktu ikat akhir pada menit ke-540, sehingga proses pengikatan berlangsung sangat lambat. Substitusi PCC terhadap POFA terbukti berpengaruh signifikan dalam mempercepat waktu ikat pasta, di mana peningkatan persentase PCC mampu mempercepat waktu ikat awal maupun akhir. Campuran PCC 50% dan POFA 50% menghasilkan waktu ikat tercepat, yaitu waktu ikat awal pada menit ke-21 dan waktu ikat akhir pada menit ke-75, sehingga dinilai sebagai komposisi paling efektif. Sebaliknya, peningkatan kadar POFA 60%, 70%, 80%, Dan 90% menyebabkan kecenderungan semakin melambatnya waktu ikat pasta. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa substitusi optimal untuk mempercepat waktu ikat pasta geopolimer berbasis POFA adalah 50% PCC dan 50% POFA.

Kata Kunci : Waktu Ikut, Pasta Geopolimer, Abu Sawit, Semen PCC, Substitusi PCC

PENGARUH SUBSTITUSI PCC PADA PASTA GEOPOLIMER ABU SAWIT TERHADAP WAKTU IKAT (*SETTING TIME*)

M. Lutfi Syaian (2213004)⁽¹⁾

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian

Pembimbing : Ir. Harriad Akbar Syarif, *M.T*⁽²⁾, Anton Ariyanto, *M.Eng*⁽³⁾

ABSTRAK

The use of Portland cement in the construction industry significantly contributes to carbon dioxide (CO₂) emissions, creating an urgent need for more environmentally friendly alternative materials. One promising alternative is geopolymer binder made from Palm Oil Fuel Ash (POFA). However, geopolymer paste produced solely from POFA generally exhibits a relatively long setting time. This study aims to evaluate the effect of Portland Composite Cement (PCC) substitution on the setting time of POFA-based geopolymer paste and to determine the most effective PCC substitution percentage for accelerating the setting time.

This study employed a laboratory experimental method with PCC substitution levels of 50%, 60%, 70%, 80%, and 90% of the total binder. Paste mixtures containing 100% PCC and 100% POFA were used as reference samples. The alkaline activator consisted of NaOH and Na₂SiO₃ with a constant concentration of 14 M and a fixed ratio. Initial and final setting times were determined using the Vicat apparatus in accordance with SNI standards.

The results indicate that POFA-based geopolymer paste without PCC substitution has a significantly longer setting time compared to 100% PCC, with an initial setting time of 465 minutes and a final setting time of 540 minutes, indicating a very slow binding process. The substitution of PCC for POFA was proven to significantly accelerate the setting time of the paste, where increasing PCC content shortened both the initial and final setting times. The mixture containing 50% PCC and 50% POFA produced the fastest setting time, with an initial setting time of 21 minutes and a final setting time of 75 minutes, and was therefore considered the most effective composition. Conversely, increasing the POFA content above 50% resulted in a gradual delay in the setting time. Hence, it can be concluded that the optimal substitution to accelerate the setting time of POFA-based geopolymer paste is 50% PCC and 50% POFA.

Kata Kunci : Setting Time, Geopolymer Paste, Palm Oil Fuel Ash (POFA), Portland Composite Cement (PCC), PCC Substitution

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan diwuh ini :

Nama : M. LUTFI SYAIAN
NIM : 2213004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Karya Tulis : Pengaruh Substitusi PCC Pada Pasta Geopolimer Abu Sawit Terhadap Waktu Ikut (*Setting Time*)

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 Pengaratan, 31 Januari 2026


M. LUTFI SYAIAN
NIM : 2213004

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan judul **“Pengaruh Substitusi PCC Pada Pasta Geopolimer Abu Sawit Terhadap Waktu Ikut (*Setting Time*) ”**.

Terwujudnya laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Hardianto, S.Pd, M.Pd selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
2. Bapak Dr. Ir. Purwo Subekti, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian
3. Ibu Rismalinda, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
4. Bapak Ir. Harriad Akbar Syarif, S.T, M.T selaku Dosen pembimbing 1 yang telah membantu saya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan proposal skripsi.
5. Bapak Anton Ariyanto, M.Eng selaku Dosen pembimbing 2 yang telah membantu saya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan proposal skripsi.
6. Orang tua saya yaitu Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, serta nasehat dalam hidup saya.
7. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian Angkatan 2022 yang selalu mendo'akan, mendukung dan memotivasi yang membangun dalam pekerjaan laporan ini.
8. Semua pihak yang telah berpartisipasi dan memberikan dukungan baik materi maupun non materi yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis

harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya ini mendapat imbalan di sisi Allah SWT sebagai amal ibadah, Amin.

Pasir Pengaraian, 31 Januari 2026

M.LUTFI SYAIAN

NIM :2213004

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Keaslian Penelitian.....	12
BAB III LANDASAN TEORI.....	13
3.1 Waktu Ikut (<i>Setting Time</i>)	13
3.2 Pasta	14
3.3 Geopolimer	15
3.4 Semen PCC (<i>Portland Composite Cement</i>).....	15
3.5 Air	16
3.6 POFA (<i>Palm Oil Fuel Ash</i>)	16
3.7 Larutan Alkali NaOH Dan Na ₂ SiO ₃	17

3.8	Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	18
3.9	Pengujian Waktu Ikat (<i>Setting Time</i>).....	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		21
4.1	Jenis Penelitian.....	21
4.2	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	21
4.3	Alat Dan Bahan Penelitian.....	21
4.4	Prosedur Penelitian	25
4.4.1	Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	25
4.4.2	Pengujian Waktu Ikat Semen.....	27
4.5	Bagan Alir Penelitian	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		31
5.1	Hasil Pemeriksaan Material	31
5.1.1	Pemeriksaan Semen PCC	31
5.1.2	Pemeriksaan POFA (Palm Oil Fuel Ash)	31
5.2	Hasil Pengujian Konsistensi Normal	32
5.2.1	Pengujian Konsistensi Normal Semen PCC, POFA, Dan Variasi Substitusi PCC Dengan POFA.....	34
5.3	Hasil Pengujian Waktu Ikat (<i>Setting Time</i>)	35
5.3.1	Pengujian waktu ikat (<i>Setting Time</i>) Semen PCC, POFA, Dan Variasi Substitusi Semen PCC Dengan POFA.....	37
5.4	Grafik Gabungan Dari Setiap Variasi Pengujian Waktu Ikat	49
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alat Vicat dan Cetakan Benda Uji.....	20
Gambar 4. 1 Alat Vicat Test	21
Gambar 4. 2 Timbangan.....	22
Gambar 4. 3 Stopwatch.....	22
Gambar 4. 4 Cup Plastik	22
Gambar 4. 5 Nampan	22
Gambar 4. 6 Sendok Semen.....	23
Gambar 4. 7 Skrap.....	23
Gambar 4. 8 Sendok.....	23
Gambar 4. 9 Teko Plastik	23
Gambar 4. 10 Kantong Plastik	24
Gambar 4. 11 Air.....	24
Gambar 4. 12 Larutan Alkali.....	24
Gambar 4. 13 POFA	25
Gambar 4. 14 Semen PCC	25
Gambar 4. 15 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 5. 1 Grafik waktu ikat PCC 100%.....	38
Gambar 5. 2 Grafik waktu ikat POFA 100%.....	40
Gambar 5. 3 Grafik waktu ikat PCC 50% dan POFA 50%.....	41
Gambar 5. 4 Grafik waktu ikat POFA 60% dan PCC 40%.....	43
Gambar 5. 5 Grafik waktu ikat PCC 30% dan POFA 70%	45
Gambar 5. 6 Grafik waktu ikat PCC 20% dan POFA 80%	46
Gambar 5. 7 Grafik waktu ikat PCC 10% dan POFA 90%	48
Gambar 5. 8 Grafik gabungan dari setiap variasi pengujian waktu ikat	49

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Uji konsistensi normal semen POFA, PCC, Dan Variasi Substitusi PCC Dengan POFA.....	34
Tabel 5. 2 Hasil pengujian waktu ikat PCC 100%	38
Tabel 5. 3 Hasil pengujian waktu ikat POFA 100%	39
Tabel 5. 4 Hasil pengujian waktu ikat PCC 50% dan POFA 50%.....	40
Tabel 5. 5 Hasil pengujian waktu ikat PCC 40% dan POFA 60%.....	42
Tabel 5. 6 Hasil pengujian waktu ikat PCC 30% dan POFA 70%.....	44
Tabel 5. 7 Hasil pengujian waktu ikat PCC 20% dan POFA 80%.....	46
Tabel 5. 8 Hasil pengujian waktu ikat PCC 10% dan POFA 90%.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persiapan Pembuatan Sampel	56
Lampiran 2 Pengujian Konsistensi Normal.....	56
Lampiran 3 Pengujian Waktu Ikat.....	56
Lampiran 4 Sampel Semen PCC Pengujian <i>Setting Time</i>	57
Lampiran 5 Sampel POFA Pengujian <i>Setting Time</i>	57