

SKRIPSI
ANALISIS BETON GEOPOLIMER SUBSTITUSI POFA
(PALM OIL FUEL ASH) DENGAN METODE
CURRING DIPANASKAN

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



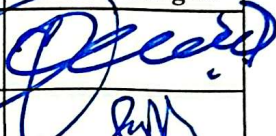
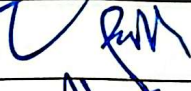
DISUSUN OLEH:
ALHADI SAPUTRA
NIM. 2113020

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
ANALISIS BETON *GEOPOLIMER* SUBSTITUSI POFA
(*PALM OIL FUEL ASH*) DENGAN METODE
***CURRING* DIPANASKAN**

Disusun Oleh:
ALHADI SAPUTRA
NIM. 2113020
Telah Melewati Pemeriksaan Tim Penguji
Pada tanggal: 30 Januari 2025
Susunan Tim Penguji

No	Nama/NIDN	Jabatan	Tanda Tangan
1	Bambang Edison, S. Pd, M.T NIDN. 0002037503	Dosen Pembimbing I	
2	Rismalinda, ST., M. T NIDN. 1014088001	Dosen Pembimbing II	
3	Alfi Rahmi, M. Eng NIDN. 1001018304	Dosen Penguji I	
4	Anton Ariyanto, M. Eng NIDN. 1002108201	Dosen Penguji II	
5	Dr. Pada Lumba, ST., MT NIDN. 1027057201	Dosen Penguji III	

Skripsi ini diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Rismalinda, ST., MT
NIDN. 1014088001

LEMBAR PERNYATAAN PENULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alhadi Saputra

Nomor Induk Mahasiswa : 2113020

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Karya Tulis : Analisis Beton *Geopolimer* Substitusi POFA
(*Palm Oil Fuel Ash*) dengan Metode *Curing*
dipanaskan.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini benar-benar saya kerjakan sendiri. Skripsi ini bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material ataupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan skripsi saya yang orisinil dan otentik. Bila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antar fakta dengan pernyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk 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, 30 Januari 2025

Saya yang menyatakan

A handwritten signature in blue ink is written over a rectangular postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text '20 METEPAI TEMPEL', and a serial number 'BU383AMX148697777'. The stamp is partially obscured by the signature.

Alhadi Saputra
Nim. 2113020

ANALISIS BETON GEOPOLIMER SUBSTITUSI POFA (PALM OIL FUEL ASH) DENGAN METODE CURRING DIPANASKAN

Alhadi Saputra (2113020)⁽¹⁾
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian
Bambang Edison, S.Pd, M.T⁽²⁾
Rismalinda, M.T⁽³⁾
Email: alhadisaputra10@gmail.com

ABSTRAK

Beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan bahan campuran lainnya. Semen merupakan salah satu material yang digunakan untuk membuat beton. Beton yang menggunakan material *pozzolan* disebut beton geopolimer. Kabupaten Rokan hulu banyak memproduksi kelapa sawit yang menghasilkan limbah berupa cangkang, tandan kosong, dan serat.

Pengujian material mengacu pada SNI 03-2834-1993 dan rancangan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000. Dalam proses pembuatan benda uji menggunakan larutan alkali aktivator dengan konsentrasi 8 M dan 16 M. Proses curing bervariasi antara suhu ruang dan suhu 60°C selama 24 jam. Pengujian dilakukan terhadap benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm dengan karakteristik kuat tekan beton f'_c 20 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton geopolimer pada umur 28 hari mengalami sedikit penurunan dibandingkan beton normal. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi penambahan POFA 10% + 8M aktivator dengan curing suhu 60°C, yaitu sebesar 229,23 Kg/cm² (22,67 MPa). Penambahan konsentrasi aktivator hingga 16 M justru menurunkan kuat tekan beton, yang disebabkan nilai Slump nya semakin mengecil dan penurunan workability. Selain itu, proses curing pada suhu 60°C mempercepat reaksi polimerisasi, meningkatkan kuat tekan awal, dan menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap pengaruh panas.

Kata kunci: Beton, Geopolimer, Substitusi, POFA

**ANALISIS BETON GEOPOLIMER SUBTITUSI POFA
(PALM OIL FUEL ASH) DENGAN METODE
CURRING DIPANASKAN**

**Alhadi Saputra (2113020)⁽¹⁾
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian
Bambang Edison, S.Pd, M.T⁽²⁾
Rismalinda, M.T⁽²⁾**

Email: alhadisaputra10@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is a building material made from a mixture of cement, water, fine aggregate, coarse aggregate, and other mixed materials. Cement is one of the materials used to make concrete. Concrete that uses pozzolan material is called geopolymer concrete. Rokan Hulu Regency produces a lot of oil palm which produces waste in the form of shells, empty bunches, and fiber.

The material test refers to SNI 03-2834-1993 and the design of concrete mixtures refers to SNI 03-2834-2000. In the process of manufacturing the test piece, an activator alkaline solution with concentrations of 8 M and 16 M is used. The test was carried out on a cylindrical test specimen measuring 15 cm x 30 cm with a concrete compressive strength characteristic of f'_c 20 MPa.

The results showed that the compressive strength of geopolymer concrete at the age of 28 days decreased slightly compared to normal concrete. The highest compressive strength was obtained in the variation of adding POFA 10% + 8M activator with curing temperature of 60°C, which was 229.23 Kg/cm² (22.67 MPa). The addition of activator concentration up to 16 M actually decreases the compressive strength of the concrete, which is caused by the shrinking Slump value and a decrease in workability. In addition, the curing process at 60°C accelerates the polymerization reaction, increases the initial compressive strength, and shows better resistance to heat influences.

Keywords: Concrete, Geopolymers, Substitutions, POFA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia- Nya, sehingga saya bisa menyelesaikan Skripsi tentang “Analisis Beton *Geopolimer* Substitusi POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) dengan Metode *Curring* dipanaskan” dengan baik dan lancar sampai penyusunan Skripsi ini dibuat.

Saya menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan baik dari materi maupun non materi dari berbagai pihak, sehingga program-program yang telah direncanakan dapat terealisasi dengan baik dan dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karna itu, perkenankanlah saya mengucapkan terimakasih atas bantuan dan bimbingannya kepada :

1. Bapak Dawi dan Ibu Nurjawanis selaku orangtua saya tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, dan nasehat berupa materi maupun moril selama ini.
2. Bapak Dr. Hardianto, S.Pd, M.pd selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
3. Bapak Dr. Purwo Subekti, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
4. Ibu Rismalinda, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
5. Bapak Bambang Edison S.Pd, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan perhatian penuh dan tidak pernah berhenti memberikan dorongan sehingga penulis skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Ibu Rismalinda, MT, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan perhatian penuh dan tidak pernah berhenti memberikan dorongan sehingga Penulis mendapatkan energi yang lebih untuk mengerjakan skripsi ini.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil.
8. Kepada seseorang yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian Skripsi ini.
9. Teman-teman yang selalu memberikan support dan dukungannya selama ini.

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 pembacanya, serta mahasiswa yang lainnya. Apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan di hati para pembaca, penulis meminta maaf.

Pasir Pengaraian, 30 Januari 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alhadi Saputra', with a stylized flourish at the end.

ALHADI SAPUTRA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR RUMUS.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Keaslian penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Beton	9
3.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	10
3.3 Bahan Penyusun Beton.....	10
3.3.1 Semen.....	11
3.3.2 Agregat Kasar	12
3.3.3 Air	14
3.4 Sifat-Sifat Beton	15
3.4.1 <i>Workability</i>	15
3.4.2 Segresi.....	16
3.4.3 <i>Bleeding</i>	16
3.4.4 Umur Beton.....	17
3.4.5 Kuat Tekan Beton	18

3.5 Abu Sawit (POFA).....	19
3.6 Alkali Activator	20
3.6.1 Sodium Hidroksida (NaOH)	20
3.6.2 Sodium Silikat (Na ₂ SiO ₃).....	22
BAB IV METODELOGI PENELITIAN	23
4.1 Jenis Penelitian	23
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
4.3 Alat dan Bahan	23
4.4 Prosedur Penelitian.....	32
4.4.1 Pemeriksaan Agregat Kasar dan Agregat Halus	32
4.4.2 Pemeriksaan Berat Isi	33
4.4.3 Pemeriksaan Kadar Air	34
4.4.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	34
4.4.5 Kadar Lumpur.....	35
4.4.6 Kadar Air.....	36
4.5 Pemeriksaan Pengujian Abu sawit (POFA).....	37
4.6 Larutan Alkali <i>Activator</i>	39
4.6.1 Karakteristik <i>Natrium Silikat</i> (Na ₂ SiO ₃).....	39
4.6.2 Karakteristik Natrium Hidroksida (NaOH)	39
4.7 Perencanaan Campuran Beton.....	40
4.8 Pengujian Slump.....	41
4.10 Pembuatan Benda Uji	41
4.11 Perawatan Beton	42
4.12 Pengujian Kuat Tekan Beton	42
4.13 Analisis Data Hasil Penelitian	43
4.14 Bagan Alir Penelitian.....	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	46
5.1 Umum.....	46
5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus Dan Agregat Kasar	46
5.2.1 Pemeriksaan Agregat Halus	46
5.2.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	47
5.2.3 Analisa Saringan Agregat Halus	48
5.2.4 Analisa Saringan Agregat Kasar	49
5.3 Hasil Pemeriksaan Pengujian Abu Sawit (POFA).....	50

5.4 Hasil Kombinasi Agregat Gabungan	51
5.5 Pemeriksaan Semen.....	50
5.6 Hasil Rancangan Campuran Beton SNI 03-2834-2000.....	51
5.7 Hasil Pengujian Nilai Slump	54
5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	58
6.1 Kesimpulan.....	58
6.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Analisis Saringan.....	32
Gambar 4. 2 Abu Sawit (POFA)	37
Gambar 4. 3 Natrium Silikat	39
Gambar 4. 4 Larutan Hidroksida.....	39
Gambar 4. 5 Masa Perawatan Beton	42
Gambar 4. 6 Bagan Alir	45
Gambar 5. 1 Kurva Gradasi Pasir	48
Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Agregat Kasar BP 1-2	50
Gambar 5. 3 Gradasi Gabungan	51
Gambar 5. 4 Grafik Slump	54
Gambar 5.5 Grafik Kuat Tekan Beton	56
Gambar 5.6 Grafik Berat Jenis Beton	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bahan Utama Pembentuk Semen	11
Tabel 3. 2 Tabel ketentuan gradasi agregat kasar (Kerikil).....	13
Tabel 3. 3 Gradasi agregat halus menurut BS	14
Tabel 3. 4 Rasio Kuat Desak Beton Pada Berbagai Umur	18
Tabel 3. 5 Perbandingan Kandungan Utama Semen Dengan Abu Kelapa Sawit .	20
Tabel 4. 1Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	31
Tabel 4. 2 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/M^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	40
Tabel 4. 3 Persyaratan Batas-Batas Susunan Besar Butir Agregat Kasar (Kerikil Atau Koral).....	40
Tabel 5. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	46
Tabel 5. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah 1-2.....	47
Tabel 5. 3 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	48
Tabel 5. 4 Hasil Analisa Agregat Kasar BP1-2	49
Tabel 5. 5 Gradasi Gabungan	51
Tabel 5. 6 Rancangan Campuran Beton	52
Tabel 5. 7 Pemeriksaan Slump Test	54
Tabel 5. 8 Hasil Uji Kuat Tekan Beton	55

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Nilai Kuat Tekan Beton	18
Rumus 4.1 Hitung Presentase Berat Benda Uji Yang Tertahan	24
Rumus 4.2 Berat Jenis Curah	27
Rumus 4.3 Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	27
Rumus 4.4 Berat Jenis Semu.....	27
Rumus 4.5 Penyerapan Air.....	27
Rumus 4.6 Berat Jenis Curah	29
Rumus 4.7 Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	29
Rumus 4.8 Berat Jenis Semu.....	29
Rumus 4.9 Penyerapan Air.....	29
Rumus 4.10 Kadar Lumpur	36
Rumus 4.11 Kadar Air	37
Rumus 4.12 Berat Jenis	38
Rumus 4.13 Kuat Tekan	43

DAFTAR NOTASI

CI	= Kandungan Klorida
OPC-1	= Jenis Semen Tipe I
f'_c	= Kuat Tekan Beton
P	= bebas tekan (N)
Ao	= Luas Penampang Benda Uji (Mm^2)
SiO_2	= Silikon Oksida
CaO	= Kapur
SiO^2	= Silika
Fe_2O_3	= Oksida Besi
Al^2O^3	= Alumina
NaOH	= Sodium Hidroksida
KOH	= Kalium Hidroksida
Na_2SiO_3	= Sodium Silikat
Na	= Natrium
K	= Kalium
SiO_2	= Pasir
Na_2SiO_3	= Sodium Carbonate
K_2CO_3	= Potassium Carbonate
W1	= Berat Kering Benda Uji + Wadah (gram)
W2	= Berat Wadah (gram)
W3	= Berat Kering Benda Uji Awal (gram)
W4	= Berat Kering Benda Uji Setelah Pencucian + Wadah (gram)
W5	= Berat Kering Benda Uji Setelah Pencucian (gram)
W6	= % Bahan Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)
Bk	= Berat Benda Uji Kering Oven
B	= Berat Picnometer Berisi Air
BT	= Berat Picnometer Berisi Air Dan Benda Uji
500	= Berat Benda Uji Dalam Keadaan Kering Permukaan Jenuh
n	= Jumlah Mol Zat Tersebut
M	= Kemolaran Larutan

V	= Volume Larutan (ml)
h1	= Tinggi Pasir (mm)
h2	= Tinggi Lumpur (mm)
P maks	= Beban Maksimum (N)
A	= Luas Penampang Tekan Benda Uji (mm ²)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.A Foto Dokumentasi.....	61
Lampiran 1.B Rancangan Campuran Beton.....	67
Lampiran 1.C Gradasi Agregat Gabungan	69
Lampiran 1.D Kurva Gradasi	70
Lampiran 1.E Analisa Saringan.....	71
Lampiran 1.F Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	73
Lampiran 1.G Berat Isi Agregat	74
Lampiran 1.H Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	76
Lampiran 1.I Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	77
Lampiran 1.J Pengujian Jumlah Bahan	78
Lampiran 1.K Pemeriksaan Berat Jenis Pofa.....	79
Lampiran 1.L Hasil Uji Kuat Tekan Sampel Silinder Beton f_c 20 Mpa	81