



**PENGARUH PENGGUNAAN ABU BOILER CANGKANG
KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA
BETON DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SURYA SAKTI SIREGAR
41119010113

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023



**PENGARUH PENGGUNAAN ABU BOILER CANGKANG
KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA
BETON DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : **Muhammad Surya Sakti Siregar**

NIM : **41119010113**

Pembimbing : **Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Surya Sakti Siregar

NIM : 41119010113

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 22 Agustus 2023

UNIVERSITAS Yang memberikan pernyataan
MERCU BUANA



Muhammad Surya Sakti Siregar


LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Surya Sakti Siregar
NIM : 41119010113
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Dengan Penambahan *Silica Fume*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T. ()
NIDN : 0321038105
Penguji 1 : Suci Putri Elza, S.T., M.T. ()
NIDN : 0330108902
Penguji 2 : Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T. ()
NIDN : 0325038801

Jakarta, 19 Agustus 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Dengan Penambahan *Silica Fume*”**. Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat yang ditetapkan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir Andi Ardiansyah, M.T., Selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Sylvia Indriany, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana
4. Erlangga Rizky Fitriansyah, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama penulis berkuliah di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dalam memberikan arahan, bimbingan, saran dan petunjuk kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Suci Putri Elza, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
7. Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
8. Ponimin S.E., Selaku laboran Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
9. Seluruh Dosen di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

10. Pegawai Fakultas Teknik yang telah banyak membantu setiap proses pengurusan administrasi selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
11. Terkhusus untuk kedua orang tua penulis yang tercinta, Abdullah Ependi Hasan Siregar dan Mimi Suryana Kesuma, yang telah memberikan segala kasih sayang, dukungan, doa, dan nasihat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman dekat penulis, Siti Atikah Nadia Miraza dan Azzra Ramadhan Pratama yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dukungan, dan doa bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman seperjuangan, M. Afif Rahadian, Trisna Dewangga, dan Andini putri Lestari yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dukungan, dan doa bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyajian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak dalam rangka menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap bahwa skripsi ini akan memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta 19 Agustus 2023

Muhammad Surya Sakti Siregar

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Surya Sakti Siregar

NIM : 41119010113

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Laporan Skripsi : Pengaruh Penggunaan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Semen Pada Beton dengan penambahan *silica fume*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalih^Pmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Laporan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Surya Sakti Siregar

ABSTRAK

Nama : Muhammad Surya Sakti Siregar
NIM : 41119010113
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Semen Pada Beton dengan penambahan *silica fume*
Dosen Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.

Seiring perkembangan zaman di era globalisasi dan kemajuan teknologi mengakibatkan timbulnya benda-benda tak habis pakai (limbah) kemudian sering dimanfaatkan untuk keperluan tertentu, seperti bidang rekayasa bahan bangunan, yang mana limbah-limbah tersebut sudah diteliti sebelumnya. Salah satu limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai campuran beton yaitu abu boiler kelapa sawit dan *Silica fume*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu boiler cangkang kelapa sawit sebagai substitusi semen pada beton dengan penambahan *Silica fume*. Variasi pengganti semen yaitu masing-masing 0%, 1,5%, 3%, 4,5% dan 6%. Dari hasil penelitian didapat bahwa pengujian workability variasi persentase 6% yaitu 65 mm tidak memenuhi slump rencana. Kuat tekan optimum pada pergantian sebagian semen dengan abu boiler dan penambahan *silica fume* terdapat pada variasi persentasi 3% yaitu 29,57 MPa, 32,49 MPa, dan 36,64 MPa pada 7,14 dan 28 hari. nilai terendah terdapat pada variasi 0 % yaitu 22,42 MPa, 27,19 MPa, 30,63 MPa pada umur 7,14 dan 28 hari. Perbandingan hasil kuat dari setiap variasi bahwa pada variasi 3% mengalami perubahan dari variasi 1,5% yaitu 20,1%, 16,5% ,15,29% pada 7,14 dan 28 hari. kemudian mengalami penurunan pada variasi 4,5% yaitu -9,5%, -3%, -2,18% pada umur 7,14 dan 28 hari.

Kata Kunci: Beton, abu boiler, *silica fume*, workability, kuat tekan

ABSTRACT

Name : Muhammad Surya Sakti Siregar
NIM : 41119010113
Study Program : Civil Engineer
Title Thesis : Pengaruh Penggunaan Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Semen Pada Beton dengan penambahan *silica fume*
Counsellor : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.

long with the times in the era of globalization and technological advances, the emergence of inexhaustible objects (waste) is then often used for certain purposes, such as the field of building materials engineering, where these wastes have been studied before. One of the wastes that can be used as a concrete mixture is palm oil boiler ash and Silica fume. The purpose of this study was to determine the effect of using palm kernel shell boiler ash as a substitute for cement in concrete with the addition of Silica fume. The variations of cement replacement are 0%, 1.5%, 3%, 4.5% and 6% respectively. From the research results, it was found that the workability test of the 6% percentage variation of 65 mm did not meet the slump plan. The optimum compressive strength at partial replacement of cement with boiler ash and the addition of silica fume is found in the 3% percentage variation, namely 29.57 MPa, 32.49 MPa, and 36.64 MPa at 7,14 and 28 days. The lowest value is found in the 0% variation, namely 22.42 MPa, 27.19 MPa, 30.63 MPa at 7,14 and 28 days. Comparison of the strength results of each variation that the 3% variation experienced a change from the 1.5% variation, namely 20.1%, 16.5%, 15.29% at 7.14 and 28 days. then experienced a decrease in the 4.5% variation, namely -9.5%, -3%, -2.18% at the age of 7.14 and 28 days.

Keywords: Concrete, boiler ash, silica fume, workability, compressive strength

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton	5
2.2 Material Pembentuk Campuran Beton.	7
2.2.1 Semen Portland	7
2.2.2 Air	10
2.2.3 Agregat	11
2.2.4 Abu Boiler Cangkang Kelapa Sawit	14
2.2.5 <i>Silica fume</i>	15

2.3	<i>Slump Test</i>	18
2.4	Perawatan Beton (curing)	18
2.5	Kuat Tekan Beton	18
2.6	Penelitian Terdahulu	19
2.7	Research Gap	25
2.8	Kerangka Berfikir	27
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Diagram Alir	28
3.2	Metodologi Penelitian	29
3.3	Proses Penelitian	30
3.4	Tahap persiapan alat dan bahan	30
3.4.1	Bahan pembuat campuran	30
3.4.2	Alat pembuat campuran	31
3.5	Tahap pengujian bahan	31
3.5.1	Analisa saringan agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) .	31
3.5.2	Pemeriksaan kadar air agregat	32
3.5.3	Berat jenis dan penyerapan agregat	33
3.5.4	Pengujian berat isi agregat	38
3.5.5	Pengujian berat jenis semen	39
3.5.6	Abu boiler cangkang kelapa sawit	40
3.5.7	Silica fume	40
3.6	Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	40
3.7	Pembuatan benda uji	41
3.8	Slump Test	42
3.9	Perawatan beton (Curing)	43
3.10	Pengujian Kuat Tekan	43
3.11	Analisa Beton	44
3.12	Tahap Kesimpulan	44
3.13	Tempat dan Waktu Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		45

4.1	Hasil dan Analisis Penelitian.....	45
4.2	Pengujian Agregat Halus.....	45
4.2.1	Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus.....	45
4.2.2	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	47
4.2.3	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	47
4.2.4	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	48
4.2.5	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	48
4.3	Pengujian Agregat Kasar.....	49
4.3.1	Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar.....	49
4.3.2	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....	50
4.3.3	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat.....	50
4.3.4	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	50
4.4	Pengujian Semen.....	51
4.4.1	Pengujian Berat Jenis Semen Portland.....	51
4.5	Pembuatan Rencana Campuran (<i>Mix Design</i>).....	51
4.6	Pengujian Beton.....	58
4.6.1	Hasil pengujian <i>Slump</i>	58
4.6.2	Hasil Kuat Tekan Beton.....	59
4.6.3	Perbandingan kuat tekan rata-rata beton.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur beton	5
Tabel 2.2 Susunan oxida semen Portland	8
Tabel 2.3 Empat senyawa dari semen Portland	8
Tabel 2.4 Jenis Semen Portland	9
Tabel 2.5 Batas gradasi agregat halus	12
Tabel 2.6 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat.....	13
Tabel 2.7 Komposisi kimia abu kerak boiler cangkang kelapa sawit	15
Tabel 2.8 Sifat fisik <i>silica fume</i>	16
Tabel 2.9 Komposisi Kimia <i>Silica Fume</i>	17
Tabel 2.10 Penelitian terdahulu.....	19
Tabel 2.11 Research Gap	25
Tabel 3.1 Perencanaan Campuran mix design	41
Tabe 3.2 jadwal penelitian	44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	47
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	48
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	48
Tabel 4.5 Hasil Pengujain Saringan Agregat Kasar.....	49
Tabel 4.6 Hasil Pengujain Kadar Air Agregat Kasar.....	50
Tabel 4.7 Hasil Pengujain Berat Isi Agregat Kasar	50
Tabel 4.8 Hasil Pengujain berat jenis dan penyerapan air agregat Kasar	51
Tabel 4.9 Hasil Pengujain berat jenis Semen Portland	51
Tabel 4.10 Deviasi standar	52

Tabel 4.11 Nilai slump yang dianjurkan	53
Tabel 4.12 Perkiraan kebutuhan air pencampur	54
Tabel 4.13 Rasio air semen (Fas)	54
Tabel 4.14 Volume agregat kasar per satuan volume beton	55
Tabel 4.15 Perkiraan awal berat beton segar	56
Tabel 4.16 Rekapitulasi campuran <i>mix design</i>	56
Tabel 4.17 Proporsi Campuran Beton/m ³ (Atas Dasar Massa)	57
Tabel 4.18 Koreksi trial batch	57
Tabel 4.19 Proporsi campuran beton variasi	58
Tabel 4.20 Hasil nilai <i>slump</i>	59
Tabel 4.21 Hasil uji kuat tekan umur 7 hari	61
Tabel 4.22 Hasil uji kuat tekan umur 14 hari	62
Tabel 4.23 Hasil uji kuat tekan umur 28 hari	63
Tabel 4.24 Rekapitulasi Hasil kuat tekan rata-rata beton dihari 7, 14 dan 28	64
Tabel 4.25 Perbandingan kuat tekan rata-rata beton dari beton normal	65
Tabel 4.26 Perbandingan kuat tekan beton rata-rata dari setiap variasi	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik Analisa saringan agregat halus	46
Gambar 4.2 Grafik zona pasir	46
Gambar 4.3 Grafik <i>slump test</i>	59
Gambar 4.4 Grafik kuat tekan 7 hari.....	61
Gambar 4.5 Grafik kuat tekan 14 hari.....	62
Gambar 4.6 Grafik kuat tekan 28 hari.....	63
Gambar 4.6 Grafik kuat tekan maksimum rata-rata 7, 14 ,28 hari.....	64



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran bahan uji	70
Gambar L.1 Abu boiler cangkang kelapa sawit	70
Gambar L.2 Silica fume	70
Gambar L.3 Pasir bangka	70
Gambar L.4 Batu pecah rumpin	70
Gambar L.6 Air PDAM.....	71
Gambar L.5 Semen 3 roda.....	71
Gambar L.7 Pencampuran bahan	71
Lampiran pengujian	72
Gambar L.9 <i>Curing</i>	72
Gambar L.8 <i>slump test</i>	72
Gambar L.12 Pembacaan Dial.....	72
Gambar L.11 Kuat tekan beton	72
Gambar L.10 Berat isi beton	72
Gambar L.13 Pola peretakan	72
KARTU ASISTENSI	73