

TUGAS AKHIR
PENGARUH PERSENTASE *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI
SEMEN MORTAR YANG TERPAPAR SUHU TINGGI

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

Disusun Oleh:
Irene Etna Sicilia
NIM. 2210811320036

Pembimbing:
Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.
NIP. 196901061995022001



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

2026

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irene Etna Sicilia
NIM : 2210811320036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh persentase *silica fume* sebagai pengganti semen mortar yang terpapar suhu tinggi.
Pembimbing : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

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 mempertanggung jawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

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

Banjarbaru, 2026

Penulis



Irene Etna Sicilia

NIM. 221081132006

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
Pengaruh Persentase *Silica Fume* Sebagai Pengganti Semen Mortar Yang
Terpapar Suhu Tinggi

Oleh:
Irene Etna Sicilia (2210811320036)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 7 Januari 2026 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :
Ketua : Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.
NIP. 19851026 200812 1 001
Anggota 1 : Ir. Fauzi Rahman, M.T.
NIP. 19660520 199103 1 005
Anggota 2 : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc.,
Ph.D.
NIP. 19900306 202203 2 010
Pembimbing : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T.,
Utama M.Eng.Sc.
NIP. 19690106 199502 2 001


.....

.....

.....

.....

Banjarbaru, 07 JAN 2026

Diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM



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

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil









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





LEMBAR ASISTENSI





 <p style="text-align: center;">UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU</p>			<p style="text-align: center;">LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR</p>									
No.	Nama	NIM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Irene Etna Sicilia	2210811320036										






KEGIATAN ASISTENSI




No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Rabu, 23 Juli 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan literasi mengenai pengaruh penambahan SF terhadap kinerja mortar • Untuk bab 3 gunakan kadar 0%, 5%, 10%, 15% • Pelajari sifat beton pasca kebakaran • Pelajari proses rehidrasi pada beton pasca dibakar • Pelajari sifat beton dipanaskan • Rencanakan mix design untuk ukuran 5x5x5 	
2.	Senin, 28 Juli 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan mortar kontrol (tanpa silica fume dan tanpa dibakar) • Pelajari pengujian kuat tekan, apakah langsung uji tekan, atau di diamkan sampai suhu ruang terlebih dahulu • Buat mix design untuk mutu 21 MPa • Kebakaran artificial mortar dilakukan pada umur 28 hari 	
3.	Kami, 31 Juli 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Bahas variabel (suhu, lama pembakaran, perilaku pembakaran, kejadian) • Bahas durabilitas beton saat kebakaran • Buat draft mix design 	

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
4.	Senin, 4 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki penulisan sub-judul • Perhatikan penulisan seperti jenis huruf, bahasa asing • Semua warna tabel disamakan dari akhir sampai selesai (konsisten) • Perbaiki penulisan sitasi di mendeley • Tambahkan jurnal yang membahas uji fisik <i>silica fume</i>, dan kandungan kimianya (XRF) • Mix design bisa pakai JMF, buang agregat kasarnya • Jelaskan di bab 3 tentang dimana lokasi pembakaran, suhu pembakaran, foto alat <i>furnace</i>, proses pembakaran 	
5.	Kamis, 7 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan uji waktu pengikatan dan gambar alat vicat • Cari spek <i>silica fume</i> di ASTM • Cari jurnal tentang suhu dan lama pembakaran benda uji • Suhu ruang biasanya didiamkan berapa jam • Perbaiki daftar pustaka • Setelah selesai <i>curing</i> apakah langsung di uji atau tidak 	
6.	Selasa, 12 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Cari jurnal tentang pengaruh <i>silica fume</i> terhadap waktu pengikatan semen • Penelitian <i>silica fume</i> tentang <i>setting time</i> • Jelaskan komposisi di dapatkan dari ASTM terlebih dahulu, baru dilampirkan mixdesignnya • Setiap tabel dan gambar harus di narasikan dan dirujuk sebelum atau sesudahnya 	

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
7.	Selasa, 19 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan cross reference • Sebutkan Tabel 3.1, 3.2, dkk • Tambahkan pemeriksaan <i>setting time</i> di flowchart • Jika tabel terpotong, pakai repeat-heading • Tambahkan pengujian fineness di bab 2, bab 3 dan <i>flowchart</i> • Perbaiki penjelasan rancangan pengujian • Tambahkan penelitian terdahulu di bab 2 • Tambahkan data hasil pengujian terdahulu di masing-masing variabel pada bab 2 	
8.	Senin, 25 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan kembali pembahasan untuk bab 2 • Rapikan <i>flowchart</i> 	
9.	Kamis, 28 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Cari jurnal tentang XRF untuk <i>silica fume</i> • Cari jurnal tentang SEM untuk <i>silica fume</i> • Tambahkan beberapa dokumentasi bahan dan pengujian • Bisa buat draft PPT 	
10.	Kamis, 4 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan pembahasan kandungan dan partikel <i>silica fume</i> dari pengujian XRF dan SEM pada bab 2 • Tambahkan pengujian XRF dan SEM pada bab 3 • Semua penjelasan prosedur penelitian yang tidak dilakukan sendirian, jelaskan secara singkat saja • Bedakan dokumentasi material dan alat pada proposal • Bedakan kutipan sitasi, jangan terlalu banyak sama dalam mengutipnya • Buat Rangkuman <i>mix design</i> pada bab 3 	

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
		<ul style="list-style-type: none"> • Update daftar isi, gambar, tabel dan daftar pustaka • Tambahkan lagi jurnal-jurnal tentang penelitian terdahulu • Cek kembali penulisan proposal 	
11.	Kamis, 17 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • ACC proposal, silahkan daftar seminar proposal 	
12.	Senin, 13 Oktober 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Setiap pengerjaan pembuatan sampel di dokumentasikan dengan alat pelindung diri lengkap sesuaikan pengerjaan dengan SOP yang ada 	
13.	Jumat, 17 Oktober 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Ulang pengecoran sampel mortar 5% dan 10% dikarenakan beberapa sampel terlalu berongga • Sampel dipadatkan kembali dengan penumbukan dan penggetaran menggunakan palu karet • Timbang sampel sebelum masuk ke bak curing • Catat dan dokumentasikan semua sampel baik yang berhasil dan yang gagal • Simpan sampel yang gagal untuk backup data dan perbandingan 	
14.	Senin, 20 Oktober 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Rapikan sampel setelah dimasukkan ke bekisting • Timbang sampel setelah set • Sebelum pengecoran, silica fume digabung dan dicampur secara rata terlebih dahulu dengan semen dalam keadaan kering • Saat pengecoran, masukkan pasir terlebih dahulu, campuran semen-silica fume lalu aduk sampai rata baru masukkan air 	

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
		<ul style="list-style-type: none"> • Jika masih belum rata, aduk manual terlebih dahulu, lalu aduk kembali dengan mixer sebelum dimasukkan ke dalam bekisting <p>Catat kode sampel dengan baik, jangan tertukar</p>	
15.	Rabu, 22 Oktober 2025	Evaluasi dan catat semua hasil yang ada, baik pada saat pembukaan sampel dan pembakaran	
16.	Rabu, 29 Oktober 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan semua dokumentasi pengecoran dan pengujian material pada penulisan bab 3 • Ceritakan semua langkah pengerjaan lebih detail sesuai pengerjaan yang dilakukan <p>Hapus sub-bab waktu & tempat pengujian pada bab 3</p>	
17.	Rabu, 12 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuaikan kembali langkah pengujian pembakaran dengan furnace dengan SOP pemakaian alat di Lab Terpadu • Perbaiki dan jelaskan kembali prosedur pembakaran pada bab 3 sesuai dengan pengerjaan SOP yang ada di Lab Terpadu 	
18.	Kamis, 13 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Lihat juga pada sampel berikutnya apakah juga pecah saat dipanaskan pada suhu tersebut 	
19.	Jumat, 14 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan narasi pada pembahasan bahwa benda uji pecah saat proses pembakaran • Dokumentasikan benda uji saat keluar dari furnace pada setiap sisi sampel • Dokumentasikan penurunan berat sampel pasca kebakaran • Buat dokum masing-masing tanpa label benda uji 	

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
20.	Rabu, 26 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Lihat kembali foto sebelum terbakar dan sesudah terbakar, tandai bagian-bagian yang rewang-rewang (terkelupas) atau pecah pada sampel dengan keterangan berupa panah 	
21.	Selasa, 2 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan penjelasan pengujian pembakaran dan tanpa pembakaran bab 3 lebih detail dengan dokumentasi • Tambahkan dokumentasi furnace dan termogun pada bagian alat dan bahan • Pada bab pembahasan hanya ditampilkan hasil pengujian saja, untuk perhitungan tambahkan pada lampiran • Tambahkan sub-judul pengamatan visual, perubahan suhu, dan hubungan antara hasil pada sub-bab sebelumnya • Tambahkan kesimpulan dan saran pada bab 5 	
22.		Silahkan Sidang Hasil	

Banjarbaru, 2025

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

NIP. 196901061995022001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT karena limpahan nikmat, karunia dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh persentase *silica fume* sebagai pengganti semen mortar yang terpapar suhu tinggi”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i 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 dukungan, untuk itu pula penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan akhir Tugas Akhir:

1. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
2. Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Rekan-rekan Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat dan mahasiswa magang yang telah banyak membantu saya dalam pembuatan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar Tugas Akhir ini lebih baik lagi. Saya berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, 2026

Penulis



Irene Etna Sicilia

NIM. 2210811320036

PENGARUH PERSENTASE *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN MORTAR YANG TERPAPAR SUHU TINGGI

Irene Etna Sicilia¹, Ratni Nurwidayati²

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

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

E-mail: ireneetnasicilia042101@gmail.com

ABSTRAK

Kebakaran berpotensi menurunkan kinerja material konstruksi, khususnya mortar. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh persentase silica fume sebagai pengganti sebagian semen serta efek suhu tinggi terhadap kuat tekan mortar. Variasi persentase silica fume yang dipakai yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari massa semen. Ukuran mortar berbentuk kubus yang berukuran 50 x 50 x 50 mm dipanaskan menggunakan furnace pada suhu 200°C, 300°C, 400°C dan 500°C selama 1 jam kemudian dibandingkan dengan spesimen tanpa pembakaran. Uji kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari setelah spesimen didiamkan selama 24 jam. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penambahan silica fume mampu meningkatkan kuat tekan mortar sebelum dan sesudah pembakaran dibandingkan mortar kontrol. Namun, adanya peningkatan suhu pembakaran menyebabkan penurunan kuat tekan pada variasi campuran. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan silica fume sebesar 10% mampu menjaga kuat tekan mortar setelah terpapar suhu 300°C.

Kata kunci: Mortar, Silica Fume, Suhu Tinggi, Kebakaran, Kuat Tekan.

ABSTRACT

Fire exposure poses a potential threat to the structural integrity of construction materials, particularly mortar. This study aims to evaluate the effect of silica fume percentage as a partial replacement for cement and the impact of elevated temperatures on the compressive strength of mortar. The variations of silica fume used were 0%, 5%, 10% and 15% by weight of cement. Cubic mortar specimens measuring 50 x 50 x 50 mm were heated in a furnace at temperatures of 200°C, 300°C, 400°C and 500°C for a duration of 1 hour and compared with unburned specimens. The results indicate that the incorporation of silica fume enhanced the compressive strength of the mortar both before and after thermal exposure compared to the control mortar. However, increasing exposure temperatures resulted in a decline in compressive strength across the mixture variations. The findings demonstrate that the utilization of 10% silica fume was effective in retaining the compressive strength of the mortar after exposure to 300°C.

Keywords: Mortar, Silica fume, High temperature, Fire exposure, Compressive strength.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR ASISTENSI	iv
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Beton dan Mortar	6
2.2 Bahan Material Pembentuk Mortar	7
2.3 Kualitas Mortar dan Upaya Peningkatannya.....	8
2.4 <i>Silica Fume</i>	8
2.5 Efek Kebakaran Terhadap Beton dan Mortar.....	11
2.5.1 Efek Dari Suhu Pembakaran	11
2.5.2 Efek Lama Waktu Pembakaran	12
2.6 Waktu Pengikatan.....	15
2.7 Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>).....	15
2.8 Pengujian Kuat Tekan	16
2.9 Pengujian XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>) dan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	18

2.10	Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	21
2.10.1	Penelitian Terdahulu Pengaruh <i>Silica Fume</i> Terhadap Beton	21
2.10.2	Penelitian Terdahulu Efek Kebakaran Terhadap Beton dan Mortar.....	30
BAB III METODE PENELITIAN		43
3.1	Bagan Alir Penelitian	43
3.2	Waktu dan Tempat.....	44
3.3	Alat dan Bahan.....	44
3.3.1	Alat.....	44
3.3.2	Bahan	45
3.4	Persiapan dan Pengujian Bahan Dasar.....	45
3.4.1	<i>Silica Fume</i>	45
3.4.2	Agregat Halus.....	46
3.4.3	Air	46
3.4.4	Semen <i>Portland</i>	46
3.4.5	Pemeriksaan Bahan Dasar.....	47
3.5	Waktu Pengikatan.....	49
3.6	Rancangan Penelitian	51
3.7	Perhitungan <i>Mix Design</i>	53
3.8	Pembuatan Benda Uji.....	55
3.9	Perawatan (<i>Curing</i>) Benda Uji.....	58
3.10	Pengujian Benda Uji	58
3.11	Penarikan Kesimpulan	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		67
4.1	Pemeriksaan Bahan	67
4.1.1	Pemeriksaan Semen	67
4.1.2	Pemeriksaan <i>Silica Fume</i>	70
4.1.3	Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Barito).....	70
4.1.4	Pengujian Uji SEM dan XRF <i>Silica Fume</i>	72

4.2	Pengamatan Suhu Sebelum dan Sesudah Pembakaran	76
4.2.1	Suhu Pembakaran 200°C	76
4.2.2	Suhu Pembakaran 300°C	80
4.2.3	Suhu Pembakaran 400°C	84
4.2.4	Suhu Pembakaran 500°C	88
4.3	Pengamatan Visual Sebelum dan Sesudah Pembakaran	92
4.3.1	Pengaruh Persentase <i>Silica Fume</i>	92
4.3.2	Pengaruh Suhu Pembakaran.....	100
4.4	Perubahan Berat Sebelum dan Sesudah Pembakaran	107
4.4.1	Suhu 0°C (Tanpa Pembakaran)	107
4.4.2	Suhu Pembakaran 200°C.....	109
4.4.3	Suhu Pembakaran 300°C.....	112
4.4.4	Suhu Pembakaran 400°C.....	115
4.4.5	Suhu Pembakaran 500°C.....	117
4.4.6	Rekapitulasi Berat Benda Uji Sebelum dan Sesudah Pembakaran 120	
4.5	Kuat Tekan	123
4.5.1	Pengaruh Persentase <i>Silica Fume</i> Terhadap Kuat Tekan	123
4.5.2	Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Kuat Tekan	149
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		159
5.1	Kesimpulan	159
5.2	Saran.....	160
DAFTAR PUSTAKA.....		161
LAMPIRAN.....		166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Silica fume dilihat secara mikroskopik	9
Gambar 2.2 Hasil kuat tekan mortar dengan persentase silica fume umur 28 hari	10
Gambar 2.3 Kurva Waktu-Temperatur Beton T= 400 °C.....	14
Gambar 2.4 Kurva Waktu-Temperatur beton T = 600°C	14
Gambar 2.5 Kurva Waktu-Temperatur beton T = 800°C	14
Gambar 2.6 Mesin Kuat Tekan	17
Gambar 2.7 Permodelan Pembebanan Kuat Tekan Mortar.	17
Gambar 2.8 Cetakan Benda Uji Kubus.	18
Gambar 2.9 Skema Cara Kerja Alat.	18
Gambar 2.10 Hasil Pengujian SEM sebagai kontrol setelah 28 hari	19
Gambar 2.11 Hasil Pengujian SEM campuran silica fume 5% setelah 28 hari (Sumber: Uzbaz, 2020).	20
Gambar 2.12 Hasil Pengujian SEM campuran silica fume 10% setelah 28 hari ..	20
Gambar 2.13 Hasil Pengujian SEM campuran silica fume 15% setelah 28 hari ..	20
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	44
Gambar 3.2 Silica fume	46
Gambar 3.3 Agregat halus.....	46
Gambar 3.4 Semen Portland	47
Gambar 3.5 Menimbang silica fume	47
Gambar 3.6 Mencuci silica fume	48
Gambar 3.7 Mengoven silica fume	48
Gambar 3.8 Menimbang silica fume setelah di oven.....	48
Gambar 3.9 Alat vicat	49
Gambar 3.10 Semen Portland,silica fume, dan air.....	49
Gambar 3.11 Menimbang berat semen	49
Gambar 3.12 Menimbang berat silica fume.....	50
Gambar 3.13 Pengadukan mortar.....	50
Gambar 3.14 Mencetak pasta ke dalam cincin konus	50
Gambar 3.15 Memasukkan benda uji ke dalam termostatik	51
Gambar 3.16 Pengujian waktu pengikatan.....	51

Gambar 3.17 Menimbang agregat halus	55
Gambar 3.18 Menimbang semen Portland.....	55
Gambar 3.19 Menimbang silica fume	56
Gambar 3.20 Bekisting yang telah diolesi oli	56
Gambar 3.21 Mencampurkan semen dengan silica fume	56
Gambar 3.22 Melakukan pencampuran adonan mortar	57
Gambar 3.23 Mortar telah dicetak pada bekisting	57
Gambar 3.24 Mortar yang telah dikeluarkan dari bekisting	57
Gambar 3.25 Curing benda uji	58
Gambar 3.26 Menimbang benda uji.....	58
Gambar 3.27 Meletakkan benda uji pada mesin kuat tekan.....	59
Gambar 3.28 Pengujian kuat tekan	59
Gambar 3.29 Hasil kuat tekan benda uji tanpa pembakaran.....	59
Gambar 3.30 Menimbang benda uji.....	60
Gambar 3.31 Mengukur suhu mortar sebelum pengujian dilaksanakan.....	60
Gambar 3.32 Mengukur suhu alat furnace saat belum dinyalakan	60
Gambar 3.33 Waktu capai furnace untuk suhu 200°C	61
Gambar 3.34 Suhu furnace yang telah mencapai 200°C.....	61
Gambar 3.35 Waktu capai furnace untuk suhu 300°C	62
Gambar 3.36 Suhu furnace yang telah mencapai 300°C.....	62
Gambar 3.37 Waktu capai furnace untuk suhu 400°C	63
Gambar 3.38 Suhu furnace yang telah mencapai 400°C.....	63
Gambar 3.39 Waktu capai furnace untuk suhu 500°C	64
Gambar 3.40 Suhu furnace yang telah mencapai 500°C.....	64
Gambar 3.41 Mengukur suhu mortar setelah keluar dari furnace.....	64
Gambar 3.42 Mengukur suhu mortar setelah didiamkan selama 24 jam.....	65
Gambar 3.43 Menimbang mortar sebelum melakukan pengujian kuat tekan.....	65
Gambar 3.44 Pengujian kuat tekan	66
Gambar 4.1 Perbandingan waktu pengikatan campuran silica fume	69
Gambar 4.2 Hasil analisis saringan pasir barito.....	71
Gambar 4.3 Perbandingan berat volume agregat dalam kondisi lepas, goyang....	72
Gambar 4.4 Hasil pengujian SEM (100x).....	73

Gambar 4.5 Hasil pengujian SEM (500x).....	73
Gambar 4.6 Hasil pengujian SEM (800x).....	74
Gambar 4.7 Hasil pengujian EDX silica fume.....	74
Gambar 4.8 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sebelum uji Grubb's mortar tanpa pembakaran.....	128
Gambar 4.9 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sesudah uji Grubb's mortar tanpa pembakaran.....	128
Gambar 4.10 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sebelum uji Grubb's mortar 200°C.....	133
Gambar 4.11 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sesudah uji Grubb's mortar 200°C.....	134
Gambar 4.12 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sebelum uji Grubb's mortar 300°C.....	138
Gambar 4.13 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sesudah uji Grubb's mortar 300°C.....	139
Gambar 4.14 Rekapitulasi sebelum uji Grubb's mortar dengan suhu pembakaran.....	143
Gambar 4.15 Rekapitulasi sesudah uji Grubb's mortar dengan suhu pembakaran.....	143
Gambar 4.16 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sebelum uji Grubb's mortar 500°C.....	147
Gambar 4.17 Pengaruh persentase silica fume terhadap kuat tekan sesudah uji Grubb's mortar 500°C.....	148
Gambar 4.18 Pengaruh suhu pembakaran sebelum uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 0%.....	150
Gambar 4.19 Pengaruh suhu pembakaran sesudah uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 0%.....	150
Gambar 4.20 Pengaruh suhu pembakaran sebelum uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 5%.....	152
Gambar 4.21 Pengaruh suhu pembakaran sesudah uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 5%.....	153

Gambar 4.22 Pengaruh suhu pembakaran sebelum uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 10%.....	154
Gambar 4.23 Pengaruh suhu pembakaran sesudah uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 10%.....	155
Gambar 4.24 Pengaruh suhu pembakaran sebelum uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 15%.....	156
Gambar 4.25 Pengaruh suhu pembakaran sesudah uji Grubb's uji kuat tekan mortar silica fume 15%.....	157

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian XRF untuk silica fume	19
Tabel 3.1 Nomenkatur benda uji mortar silica fume.....	53
Tabel 3.2 Mix design mortar untuk 6 sampel berdasarkan ASTM C-109	53
Tabel 3.3 Mix design campuran mortar dengan pengganti parsial semen dengan silica fume sebanyak 0%.....	54
Tabel 3.4 Mix design campuran mortar dengan pengganti parsial semen dengan silica fume sebanyak 5%.....	54
Tabel 3.5 Mixdesign campuran mortar dengan pengganti parsial semen dengan silica fume sebanyak 10%.....	54
Tabel 3.6 Mixdesign campuran mortar dengan pengganti parsial semen dengan silica fume sebanyak 15%.....	54
Tabel 3.7 Rekapitulasi mix design	55
Tabel 4.1 Hasil pengujian waktu pengikatan sampel 1 (silica fume 5%)	67
Tabel 4.2 Hasil pengujian waktu pengikatan sampel 2 (silica fume 10%)	68
Tabel 4.3 Hasil pengujian waktu pengikatan sampel 3 (silica fume 15%)	68
Tabel 4.4 Hasil pengujian waktu pengikatan sampel 4 (silica fume 0%)	68
Tabel 4.5 Hasil pemeriksaan silica fume.....	70
Tabel 4.6 Hasil pemeriksaan agregat halus	71
Tabel 4.7 Hasil unsur pengujian SEM dan EDX silica fume	74
Tabel 4.8 Hasil pengujian XRF silica fume (elements)	75
Tabel 4.9 Hasil pengujian XRF silica fume (oxide).....	76
Tabel 4.10 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 0% pada suhu 200 °C	77
Tabel 4.11 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 5% pada suhu 200 °C	78
Tabel 4.12 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 10% pada suhu 200°C	79
Tabel 4.13 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 15% pada suhu 200°C	80
Tabel 4.14 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 0% pada suhu 300°C.	81
Tabel 4.15 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 5% pada suhu 300°C.	82
Tabel 4.16 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 10% pada suhu 300°C	83
Tabel 4.17 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 15% pada suhu 300°C	84
Tabel 4.18 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 0% pada suhu 400°C.	85
Tabel 4.19 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 5% pada suhu 400°C.	86

Tabel 4.20 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 0% pada suhu 400°C.	87
Tabel 4.21 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 15% pada suhu 400°C	88
Tabel 4.22 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 0% pada suhu 500°C.	89
Tabel 4.23 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 5% pada suhu 500°C.	90
Tabel 4.24 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 10% pada suhu 500°C	91
Tabel 4.25 Hasil perubahan suhu pembakaran silica fume 15% pada suhu 500°C	92
Tabel 4.26 Hasil pengamatan visual suhu pembakaran 0°C (tanpa pembakaran).	93
Tabel 4.27 Hasil pengamatan visual suhu pembakaran 200°C	94
Tabel 4.28 Hasil pengamatan visual suhu pembakaran 300°C	95
Tabel 4.29 Hasil pengamatan visual suhu pembakaran 400°C	97
Tabel 4.30 Hasil pengamatan visual suhu pembakaran 500°C	98
Tabel 4.31 Hasil pengamatan visual pengaruh suhu pembakaran silica fume 0%	100
Tabel 4.32 Hasil pengamatan visual pengaruh suhu pembakaran silica fume 5%	102
Tabel 4.33 Hasil pengamatan visual pengaruh suhu pembakaran silica fume 10%	104
Tabel 4.34 Hasil pengamatan visual pengaruh suhu pembakaran silica fume 15%	106
Tabel 4.36 Perbandingan Perubahan benda uji SFM-5-NB	108
Tabel 4.37 Perbandingan perubahan benda uji SFM-10-NB	108
Tabel 4.38 Perbandingan perubahan benda uji SFM-15-NB	109
Tabel 4.39 Perbandingan Perubahan benda uji SFM-0-200.....	109
Tabel 4.40 Perbandingan perubahan benda uji SFM-5-200.....	110
Tabel 4.41 Perbandingan perubahan benda uji SFM-10-200.....	111
Tabel 4.42 Perbandingan perubahan benda uji SFM-15-200.....	111
Tabel 4.43 Perbandingan perubahan benda uji SFM-0-300.....	112
Tabel 4.44 Perbandingan perubahan benda uji SFM-5-300.....	113
Tabel 4.45 Perbandingan Perubahan benda uji SFM-10-300.....	113
Tabel 4.46 Perbandingan perubahan benda uji SFM-15-300.....	114
Tabel 4.47 Perbandingan perubahan benda uji SFM-0-400.....	115
Tabel 4.48 Perbandingan perubahan benda uji SFM-5-400.....	115

Tabel 4.49 Perbandingan perubahan benda uji SFM-10-400.....	116
Tabel 4.50 Perbandingan perubahan benda uji SFM-15-400.....	117
Tabel 4.51 Perbandingan perubahan benda uji SFM-0-500.....	117
Tabel 4.52 Perbandingan perubahan benda uji SFM-5-500.....	118
Tabel 4.53 Perbandingan perubahan benda uji SFM-10-500.....	119
Tabel 4.54 Perbandingan perubahan benda uji SFM-15-500.....	119
Tabel 4.55 Rekapitulasi pengaruh berat pada benda uji pada berbagai suhu pembakaran dengan beberapa variasi persentase silica fume	120
Tabel 4.56 Hasil pengujian kuat tekan SFM-0-NB.....	123
Tabel 4.57 Hasil pengujian kuat tekan SFM-5-NB.....	124
Tabel 4.58 Hasil pengujian kuat tekan SFM-10-NB.....	124
Tabel 4.59 Hasil pengujian kuat tekan SFM-15-NB.....	124
Tabel 4.60 Uji Grubb's sampel SFM-0-NB	125
Tabel 4.61 uji Grubb's sampel SFM-5-NB	126
Tabel 4.62 Uji Grubb's Sampel SFM-10-NB.....	126
Tabel 4.63 Uji Grubb's Sampel SFM-15-NB.....	126
Tabel 4.64 Rekapitulasi setelah uji Grubb's uji tekan mortar suhu 0°C (tanpa pembakaran).....	127
Tabel 4.65 Hasil pengujian kuat tekan SFM-0-200°C	130
Tabel 4.66 Hasil pengujian kuat tekan SFM-5-200°C	130
Tabel 4.67 Hasil pengujian kuat tekan SFM-10-200°C	130
Tabel 4.68 Hasil pengujian kuat tekan SFM-15-200°C	131
Tabel 4.69 Uji Grubb's sampel SFM-0-200°C.....	131
Tabel 4.70 Uji Grubb's sampel SFM-5-200°C.....	131
Tabel 4.71 Uji Grubb's sampel SFM-5-200°C.....	132
Tabel 4.72 Rekapitulasi setelah uji Grubb's uji tekan mortar suhu 200°C.....	132
Tabel 4.73 Hasil pengujian kuat tekan SFM-0-300°C	135
Tabel 4.74 Hasil pengujian kuat tekan SFM-5-300°C	135
Tabel 4.75 Hasil pengujian kuat tekan SFM-10-300°C	136
Tabel 4.76 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-15-300°C	136
Tabel 4.77 Uji Grubb's Sampel SFM-0-300°C	136
Tabel 4.78 Uji Grubb's sampel SFM-10-300°C.....	137

Tabel 4.79 Uji Grubb's sampel SFM-15-300°C	137
Tabel 4.80 Rekapitulasi setelah uji Grubb's uji tekan mortar suhu 300°C.....	138
Tabel 4.81 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-0-400°C	140
Tabel 4.82 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-5-400°C	140
Tabel 4.83 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-10-400°C	141
Tabel 4.84 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-15-400°C	141
Tabel 4.85 Uji Grubb's Sampel SFM-10-400°C	141
Tabel 4.86 Uji Grubb's Sampel SFM-15-400°C	142
Tabel 4.87 Rekapitulasi setelah uji Grubb's uji tekan mortar suhu 400°C.....	142
Tabel 4.88 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-0-500°C	145
Tabel 4.89 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-5-500°C	145
Tabel 4.90 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-10-500°C	145
Tabel 4.91 Hasil Pengujian Kuat Tekan SFM-15-500°C	146
Tabel 4.92 Uji Grubb's Sampel SFM-15-500°C	146
Tabel 4.93 Rekapitulasi setelah uji Grubb's uji tekan mortar suhu 500°C.....	147
Tabel 4.94 Rekapitulasi uji Grubb's uji tekan mortar silica fume 0%	149
Tabel 4.95 Rekapitulasi uji Grubb's uji tekan mortar silica fume 5%	152
Tabel 4.96 Rekapitulasi uji Grubb's uji tekan mortar silica fume 10%	154
Tabel 4.97 Rekapitulasi kuat tekan setelah uji Grubb's silica fume 15%	156