



**OPTIMASI SERBUK TEMPURUNG KELAPA DAN
MgO–SiO₂ PADA *FLUKS* ELEKTRODA *SHIELD*
METAL ARC WELDING (SMAW) UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS SAMBUNGAN LAS**

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
ZELVIA MONICA
NIM. 55824010006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2026**



**OPTIMASI SERBUK TEMPURUNG KELAPA DAN
MgO–SiO₂ PADA *FLUKS* ELEKTRODA *SHIELD*
METAL ARC WELDING (SMAW) UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS SAMBUNGAN LAS**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

ZELVIA MONICA

NIM. 55824010006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Zelvia Monica
NIM : 55824010006
Jurusan : Magister Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Penelitian berjudul: “Optimasi Serbuk tempurung kelapa dan MgO-SiO_2 pada *fluks* elektroda *Shield Metal Arc Welding (SMAW)* untuk peningkatan kualitas sambungan las” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan universitas mercu buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di universitas mercu buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 6 Juni 2026

A handwritten signature in black ink is written over a 10,000 Rupiah Indonesian banknote. The banknote is yellow and red, with the number '10000' clearly visible. The signature is written in a cursive style.

(Zelvia Monica)

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Nama : Zelvya monica
NIM : 55824010006
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
Praktek Keinsinyuran : OPTIMASI SERBUK TEMPURUNG KELAPA DAN
MgO-SiO₂ PADA FLUKS ELEKTRODA SHIELD
METAL ARC WELDING (SMAW) UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS SAMBUNGAN LAS

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 23 Juli 2026** dengan hasil presentase sebesar **17 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 23 Juli 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Zelvia Monica
NIM : 55824010006
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Optimasi Serbuk tempurung kelapa dan MgO
SiO₂ pada fluks elektroda Shield Metal Arc
Welding (SMAW) untuk peningkatan kualitas
sambungan las.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 8 Juli 2026 di hadapan Dewan
Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk
memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

(Ir. Nurato, S.T., M.T., Ph.D)

NIDN: 0313047302

Jakarta, 20 Juli 2026

Mengetahui,

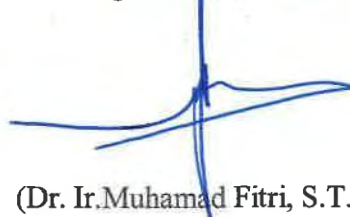
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Dr. Ir. Muhamad Fitri, S.T., M.Si.,)

NIDN: 1013126901

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta ampunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Optimasi Serbuk tempurung kelapa dan MgO–SiO₂ pada fluks elektroda Shield Metal Arc Welding (SMAW) untuk peningkatan kualitas sambungan las”. Adapun maksud dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar magister dalam Program Magister Teknik Mesin, pada Program studi teknik mesin universitas mercu buana. Dalam kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku dekan fakultas teknik universitas mercu buana Jakarta.
3. Dr.Ir. Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku ketua program studi magister teknik mesin universitas mercu buana jakarta
4. Ir. Nurato, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing laporan tesis ini.
5. Seluruh dosen magister teknik mesin universitas mercu buana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Kedua orang tuaku tercinta zaldy anwar dan meilani, meskipun kita bukan keluarga yang terbiasa berbicara dari hati ke hati, penulis tahu bahwa dibalik keheningan itu tersimpan doa yang tak pernah putus untuk penulis. Penulis memahami dan merasakan bahwa doa dan dukungan yang kalian berikan selama ini hadir dalam bentuk yang berbeda, kalian mungkin tidak selalu mengucapkannya tetapi tindakan dan keberadaan kalian adalah bukti kasih sayang yang tak terhingga. Setiap langkah dan pencapaian yang penulis raih, termasuk selesainya tesis ini adalah bagian dari doa dan harapan kalian. Terima kasih atas segala pengorbanan, restu, dan kebahagiaan yang telah kalian berikan.
7. Mirza zalfandy S.Si dan refira maulina bachrie S.Ars selaku adik tercinta yang telah

memberikan dukungan dan doanya dalam menyelesaikan penelitian tesis ini.

8. Seluruh rekan – rekan guru dan tenaga kependidikan SMK Negeri 53 Jakarta yang senantiasa memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
9. Seluruh rekan – rekan magister teknik mesin Angkatan 14 universitas mercu buana.
10. Untuk diriku sendiri, zelvya monica terima kasih karena telah memilih untuk tetap bertahan ketika keadaan terasa begitu berat. Terima kasih telah terus melangkah meskipun berkali-kali merasa lelah, kehilangan semangat, bahkan meragukan kemampuan diri. Tidak semua perjuangan terlihat oleh orang lain, tetapi setiap usaha yang dilakukan dengan tulus selalu memiliki makna. Terima kasih karena tidak menyerah pada rasa takut, tidak berhenti saat menghadapi kegagalan, dan tetap percaya bahwa setiap proses memiliki waktunya sendiri. Perjalanan menyelesaikan tesis ini telah mengajarkan bahwa keberhasilan bukan hanya tentang mencapai garis akhir, tetapi juga tentang keberanian untuk bangkit setiap kali terjatuh.

Jakarta, 6 Juni 2026

Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Zelvya Monica)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik universitas mercu buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zelvya Monica
NIM : 5582401006
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Optimasi Serbuk tempurung kelapa dan
MgO-SiO₂ pada *fluks* elektroda *Shield*
Metal Arc Welding (SMAW) untuk
peningkatan kualitas sambungan las.

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, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 6 Juni 2026

Yang menyatakan,



(Zelvya Monica)

ABSTRAK

Proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri karena memiliki fleksibilitas tinggi, biaya relatif rendah, dan mampu menghasilkan sambungan yang kuat. Kualitas sambungan las sangat dipengaruhi oleh komposisi fluks elektroda yang berfungsi menstabilkan busur listrik, melindungi logam cair dari kontaminasi atmosfer, serta memengaruhi sifat mekanik hasil las. Pemanfaatan serbuk tempurung kelapa sebagai bahan tambahan *fluks* merupakan alternatif ramah lingkungan yang berpotensi meningkatkan kualitas hasil pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi komposisi serbuk tempurung kelapa dan komposit MgO-SiO_2 pada *fluks* elektroda *SMAW* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro sambungan las baja karbon sedang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan tiga variasi komposisi serbuk tempurung kelapa, yaitu 10%, 20%, dan 30% pada *fluks* elektroda berbasis MgO-SiO_2 . Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekerasan Vickers, uji tarik, uji impak Charpy, dan pengamatan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi *fluks* berpengaruh terhadap karakteristik sambungan las. Varian 2 dengan kandungan serbuk tempurung kelapa 20% menghasilkan performa terbaik dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 228,3 HV, kekuatan tarik maksimum sebesar 68,44 kN, dan nilai impak sebesar 117 J. Hasil pengamatan mikrostruktur menunjukkan bahwa Varian 2 memiliki distribusi *ferrite* dan *pearlite* yang lebih halus, rapat, dan homogen dibandingkan varian lainnya, sehingga menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik. Sementara itu, Varian 1 menghasilkan sifat mekanik terendah dengan kekerasan 175,4 HV, kekuatan tarik 11,25 kN, dan impak 14 J, sedangkan Varian 3 menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi sebesar 62,97 kN namun mengalami penurunan ketangguhan impak menjadi 11 J akibat meningkatnya kecenderungan struktur yang lebih getas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi *fluks* berbasis MgO-SiO_2 dengan penambahan 20% serbuk tempurung kelapa merupakan formulasi optimum untuk meningkatkan kualitas sambungan las *SMAW*.

Kata kunci: SMAW, fluks elektroda, serbuk tempurung kelapa, komposit MgO-SiO_2 , sifat mekanik.

ABSTRACT

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) is one of the most widely used metal joining processes in industry due to its high flexibility, relatively low cost, and ability to produce strong welded joints. The quality of welded joints is strongly influenced by the electrode flux composition, which functions to stabilize the welding arc, protect the molten metal from atmospheric contamination, and affect the mechanical properties of the weld metal. The utilization of Coconut Shell Powder as a flux additive offers an environmentally friendly alternative with the potential to improve weld quality. This study aimed to optimize the composition of Coconut Shell Powder and MgO–SiO₂ composite in SMAW electrode fluxes and evaluate their effects on the mechanical properties and microstructure of medium-carbon steel welded joints. An experimental method was employed using three variations of Coconut Shell Powder content, namely 10%, 20%, and 30%, in MgO–SiO₂-based electrode fluxes. The welded specimens were evaluated through Vickers hardness testing, tensile testing, Charpy impact testing, and microstructural observation. The results demonstrated that the flux composition significantly affected the characteristics of the welded joints. Variant 2, containing 20% coconut shell powder, exhibited the best performance with an average hardness of 228.3 HV, a maximum tensile load of 68.44 kN, and an impact energy of 117 J. Microstructural analysis revealed that Variant 2 possessed a finer, denser, and more homogeneous ferrite–pearlite distribution compared with the other variants, resulting in superior mechanical properties. In contrast, Variant 1 exhibited the lowest mechanical performance, with a hardness of 175.4 HV, a tensile load of 11.25 kN, and an impact energy of 14 J. Variant 3 showed a relatively high tensile load of 62.97 kN; however, its impact toughness decreased significantly to 11 J due to the increased tendency toward brittle microstructural characteristics. The findings indicate that an MgO–SiO₂-based flux containing 20% Coconut Shell Powder is the optimum formulation for improving the quality of SMAW welded joints.

Keywords: *Shielded Metal Arc Welding (SMAW), flux electrode, coconut shell powder, MgO–SiO₂ composite, mechanical properties.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian.....	7
1.6 Novelty.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Pengelasan.....	9
2.2 Las Busur Listrik (SMAW).....	9
2.2.1 Prinsip Kerja SMAW	11
2.2.2 Keunggulan SMAW Dibandingkan Proses Pengelasan Lain	11
2.3 Elektroda <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW)	12
2.3.1 Klasifikasi Elektroda Berdasarkan AWS.....	13
2.3.2 Elektroda serbuk besi E7018	14
2.4 <i>Fluks</i> Elektroda SMAW.....	15
2.3.3 Pengertian <i>Fluks</i> Elektroda	15
2.3.4 Fungsi <i>Fluks</i> Elektroda	15

2.3.5 Sifat Fisik–Kimia <i>fluks</i> dan Kualitas Sambungan Las.....	16
2.5 MgO (Magnesium Oksida) dan SiO ₂ (Silika)	16
2.6 Klasifikasi Baja.....	17
2.7 Sambungan Pengelasan	19
2.8 Karakteristik Serbuk Tempurung Kelapa sebagai Bahan Tambahan <i>Fluks</i>	20
2.9 Mekanisme Transfer Elemen dan Reaksi Slag–Logam	21
2.10 Uji Tarik.....	21
2.10.1 Pengertian Uji Tarik	21
2.10.2 Karakteristik Kekuatan Tarik Elektroda Konvensional E7018.....	23
2.11 Uji Kekerasan.	26
2.11.1 Pengertian Uji Kekerasan.....	26
2.11.2 Karakteristik kekerasan Elektroda Konvensional E7018.....	27
2.12 Uji Impak	28
2.12.1 Pengertian Uji Impak	28
2.12.2 Uji Impak Charpy.....	29
2.12.3 Karakteristik Ketangguhan Impak Elektroda E7018.....	29
2.13 Uji Struktur Mikro	30
2.13.1 Pengertian Uji Struktur Mikro.....	30
2.13.2 Karakteristik Struktur Mikro Elektroda Konvensional E7018.....	31
2.14 Metode Analisis Komparatif terhadap Penelitian Terdahulu.....	32
2.15 Penelitian Terdahulu dan Celah Penelitian	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	41
3.2 Komposisi <i>Fluks</i>	42
3.3 Standar Spesimen dan Jenis Pengujian	42
3.4 Prosedur Penelitian.	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Uji Sifat Mekanik.....	47
4.1.1 Hasil Uji Kekerasan	47
4.1.2 Hasil Uji Tarik.....	49
4.1.3 Hasil Uji Impak	57
4.2 Hasil Uji Sifat Morfologi.....	63

4.3 Rekapitulasi dan Perbandingan Hasil Pengujian.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	80



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Elektroda SMAW Berdasarkan AWS.....	14
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	33
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	48
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Perbandingan Karakteristik Mekanik dan Struktur Mikro terhadap Elektroda Konvensional E7018.....	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema pengelasan (SMAW) Shield Metal Arc Welding	10
Gambar 2. 2 Nyala busur elektroda.....	13
Gambar 2. 3 Posisi pengelasan 1G (AWS Welding Handbook, 2011).....	20
Gambar 2. 4 Uji Tarik	22
Gambar 2. 5 Kurva Tegangan–Regangan Tipikal Logam Las Elektroda E7018 ..	25
Gambar 2. 6 Uji Kekerasan.....	27
Gambar 2. 7 Uji Impak.....	29
Gambar 2. 8 Struktur mikro Elektroda E7018	31
Gambar 2. 9 Diagram hubungan antara $CSP + MgO + SiO_2$ dengan sifat slag, struktur mikro dan sifat mekanik	36
Gambar 3. 1 Diagram Alur.....	38
Gambar 3. 2 Jobsheet pengelasan 1G	45
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji Tarik Variasi 10%	50
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Tarik Variasi 20%	52
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Uji Tarik Variasi 30%	54
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Tarik Elektroda E7018 Konvensional	56
Gambar 4. 5 Uji Impak Varian 10%	58
Gambar 4. 6 Uji Impak Varian 20%	59
Gambar 4. 7 Uji Impak Varian 30%	62
Gambar 4. 8 Varian 10% Uji Mikroskop	63
Gambar 4. 9 Varian 20% Uji Mikroskop	65
Gambar 4. 10 Varian 30% Uji Mikroskop	67
Gambar 4. 11 Struktur mikro Elektroda E7018	68