

SKRIPSI

ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356 ALUMUNIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL TERHADAP SIFAT MEKANIS



DISUSUN OLEH :

NAMA : JEFRI PRADANA

NIM : 16.11.052

TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2020

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356 ALUMUNIUM
PADA BLOK SILINDER MOBIL TERHADAP SIFAT
MEKANIS**



DISUSUN OLEH :

**NAMA : JEFRI PRADANA
NIM : 16.11.052**

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (strata satu)
S-1 pada jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri di
Institut Teknologi Nasional Malang**

Malang, Juli 2020



Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing

Ir. H. Anang Subardi, MT.
NIP. 195506291989101001



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : JEFRI PRADANA
NIM : 1611052
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356
ALUMUNIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL
TERHADAP SIFAT MEKANIS**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Stara Satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal : 21 Juli 2020

Dengan Nilai : 78,7 (B+)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Sekertaris

Febi Rahmadianto, ST.,MT.
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Pengaji 1

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Pengaji 2

Arif Kurniawan, ST., MT.
NIP. P. 1031500491



PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : JEFRI PRADANA

NIM : 1611052

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “**ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356 ALUMUIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL TERHADAP SIFAT MEKANIS**” adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, Juli 2020



JEFRI PRADANA
NIM 1611052

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : JEFRI PRADANA
NIM : 1611052
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356
ALUMUIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL
TERHADAP SIFAT MEKANIS
Dosen Pembimbing : Ir. H. Anang Subardi, MT.

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	25/02/2020	Pengajuan Judul Skripsi	
2	26/02/2020	Revisi Judul Skripsi	
3	02/03/2020	Pengajuan Proposal Skripsi	
4	31/03/2020	Revisi Proposal Skripsi	
5	06/04/2020	Pengajuan Bab 1,2 dan 3	
6	14/04/2020	Revisi Bab 1,2 dan 3	
7	10/06/2020	Pengajuan Bab 4 dan 5	
8	01/07/2020	Revisi Bab 4 dan 5	
9	10/07/2020	ACC untuk ujian komprehensif	

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. H. Anang Subardi, MT.
NIP. 195506291989101001

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : JEFRI PRADANA
NIM : 1611052
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356
ALUMUIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL
TERHADAP SIFAT MEKANIS

Dosen Pembimbing : Ir. H. Anang Subardi, MT.

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 78,7 (B+)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Ir. H. Anang Subardi, MT.
NIP. 195506291989101001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya Skripsi dapat terselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan baik secara jasmani dan rohani sehingga Skripsi dapat terselesaikan, terutama kepada :

1. Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT
2. Dosen Pembimbing Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang bapak Ir. H. Anang Subardi, MT
3. Kedua orang tua yang memberi dukungan dan do'a.
4. Seluruh kawan-kawan mahasiswa mesin S-1 yang telah membantu penggerjaan skripsi.
5. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi.

Penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan skripsi ini di masa yang akan datang.

Malang, Juli 2020


JEFRI PRADANA
1611052
Penulis

ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356 ALUMUNIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL TERHADAP SIFAT MEKANIS

JEFRI PRADANA

Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknik Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Jl.Karanglo Km 2 Malang, Indonesia

Email: jefripadana052@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan sudah umum dikenal sebagai alat penyambung logam atau non logam, pengelasan juga memerlukan keterampilan yang tinggi agar diperoleh sambungan yang baik. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor yaitu prosedur pengelasan, bahan, elektroda, arus pengelasan dan kampuh pengelasan. Pada komponen otomotif jenis blok silinder mobil berbahan alumunium alloy sangat banyak ditemukan kerusakan seperti keretakan, penyok, pecah dll. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penyambung kerusakan retak pada blok silinder dengan menggunakan las TIG, elektroda ER5356, arus 110A dan 140A, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kekerasan dan pengambilan data sekunder pengujian tarik.

Hasil pengujian kekerasan (*vickers*) dengan nilai rata-rata yang diperoleh pada arus 110A daerah base metal 86,2 HV, weld metal 104,6 HV dan HAZ 92,3 HV. Sedangkan pada arus 140A memiliki nilai rata-rata daerah base metal 86,2 HV, weld metal 109,4 HV dan HAZ 94,2HV. Pada pengujian tarik data sekunder nilai rata-rata yang diperoleh dari arus 110A, kekuatan tarik 180,35N/mm², tegangan geser 125,64N/mm² dan persentase regangan 23,37%. Sedangkan pada arus 140A nilai rata-rata yang diperoleh kekuatan tarik 258,37N/mm², tegangan geser 201,35N/mm² dan persentase regangan 23,16%.

Kata kunci: Las TIG, elektroda ER5356, penyambungan keretakan blok silinder mobil, nilai kekerasan, data sekunder pengujian tarik.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ANALISIS KEKUATAN LAS TIG ER5356 ALUMUNIUM PADA BLOK SILINDER MOBIL TERHADAP SIFAT MEKANIS	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 Blok Silinder Mobil	3
2.1.1 Fungsi Blok Silinder	4
2.1.2 Sifat yang Diperlukan Blok Silinder	4
2.1.3 Jenis-jenis Blok Silinder mobil	4
2.1.4 Komposisi Blok Silinder	6
2.2 Alumunium	8
2.2.1 Paduan Elemen pada Alumunium	10
2.3 Keretakan	11
2.4 Pengertian Las	15
2.4.1 Jenis-jenis Pengelasan	16
2.5 Pengaruh Besar Arus dan Tegangan Pengelasan	27
2.6 Klasifikasi Proses Las	28
2.6.1 Pengaruh Panas Pengelasan	28
2.7 Macam-macam Sambungan Las	29
2.7.1 Sambungan Las Dasar	29
2.7.2 Sambungan pada Las TIG dan MIG	29
2.8 Elektroda	30
2.9 Jenis Elektroda	32
2.9.1 Jenis kawat elektroda pada las Tungsten Inert Gas (TIG)	32
2.9.2 Jenis kawat elektroda pada las Metal Inert Gas (MIG)	34
2.10 Metalurgi Pengelasan	35
2.11 Porositas	36
2.12 Pengujian Kekerasan (<i>Vickers Hardness Test</i>)	36
2.13 Pengujian Tarik	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1 Diagram Alir	46
3.2 Metodologi Penelitian	47
3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	47

3.3 Variabel Penelitian	47
3.3.1 VariabelBebas	47
3.3.2 Variabel Terikat	47
3.4 Persiapan Alat dan Bahan	48
3.4.1 Bahan Material las	48
3.4.2 Alat pengelasan	49
3.5 Pengelasan	52
3.5.1 Langkah Kerja Pengelasan	52
3.6 Pembuatan spesimen	53
3.6.1 Alat pembuatan spesimen	54
3.6.2 Hasil pembuatan spesimen	55
3.7 Pengujian Kekerasan dan Data Sekunder Uji Tarik.	58
3.7.1 Pengujian kekerasan	58
3.7.2 Pengujian Tarik	59
3.7.3 Pengambilan Data Sekunder Uji Tarik	61
3.8 Tabel Rencana Penelitian	62
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Hasil Penelitian	64
4.1.1 Pengolahan data pengujian kekerasan (<i>vickers hardness test</i>)	64
2.6.1 Pengaruh Panas Pengelasan	28
2.7 Macam-macam Sambungan Las	29
2.7.1 Sambungan Las Dasar	29
2.7.2 Sambungan pada Las TIG dan MIG	29
2.8 Elektroda	30
2.9 Jenis Elektroda	32
2.9.1 Jenis kawat elektroda pada las Tungsten Inert Gas (TIG)	32
2.9.2 Jenis kawat elektroda pada las Metal Inert Gas (MIG)	34
2.10 Metalurgi Pengelasan	35
2.11 Porositas	36
2.12 Pengujian Kekerasan (<i>Vickers Hardness Test</i>)	36
2.13 Pengujian Tarik	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1 Diagram Alir	46
3.2 Metodologi Penelitian	47
3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	47
3.3 Variabel Penelitian	47
3.3.1 Variabel Bebas	47
3.3.2 Variabel Terikat	47
3.4 Persiapan Alat dan Bahan	48
3.4.1 Bahan Material las	48
3.4.2 Alat pengelasan	49
3.5 Pengelasan	52
3.5.1 Langkah Kerja Pengelasan	52
3.6 Pembuatan spesimen	53
3.6.1 Alat pembuatan spesimen	54
3.6.2 Hasil pembuatan spesimen	55
3.7 Pengujian Kekerasan dan Data Sekunder Uji Tarik.	58
3.7.1 Pengujian kekerasan	58

3.7.2 Pengujian Tarik	59
3.7.3 Pengambilan Data Sekunder Uji Tarik	61
3.8 Tabel Rencana Penelitian	62
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Hasil Penelitian	64
4.1.1 Pengolahan data pengujian kekerasan (<i>vickers hardness test</i>)	64
4.1.2 Perhitungan uji kekerasan (<i>vickers hardness test</i>)	64
4.2 Pengolahan Data Pengujian Tarik dari Data Sekunder	67
4.2.1 Perhitungan Data Arus 110A	67
4.2.2 Perhitungan Data Arus 140A	70
4.3 Data Hasil Perhitungan Pengujian Kekerasan	74
4.3.1 Data Hasil Perhitungan Pengujian Tarik	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok silinder mobil	3
Gambar 2.2 Blok silinder <i>In-line</i>	5
Gambar 2.3 Blok Silinder V	5
Gambar 2.4 Blok Silinder Boxer	6
Gambar 2.5 Retak ulet	12
Gambar 2.6 Patah getas	12
Gambar 2.7 Pembentukan retakan dipermukaan karena adanya slip.....	13
Gambar 2.8 Pengambilan skematik perambatan retak tahap 1 dan tahap 2 dari patah lelah.	14
Gambar 2.9 Garis triasi yang menyatakan garis perambatan retak per siklus beban pada retak lelah.	14
Gambar 2.10 Proses penumpulan ujung retakan secara plastis menyebabkan striasi.	15
Gambar 2.11 Mesin Las MIG	17
Gambar 2.12 Pemindahan Sembur pada Las MIG	18
Gambar 2.13 Pengaruh Perubahan Arus Terhadap Ukuran dan Frekuensi Tetesan	18
Gambar 2.14 Hubungan antara Arus Kritis dan Diameter Kawat	19
Gambar 2.15 Pengaruh Gas Pelindung terhadap Penetrasi	19
Gambar 2.16 Skema Las TIG	21
Gambar 2.17 Diagram Rangkaian Listrik dari Mesin Las Listrik	21
Gambar 2.18 Pengaruh polaritas pada pengelasan TIG	22
Gambar 2.19 Mesin las TIG dengan tangan	24
Gambar 2.20 Mesin las TIG semi-otomatis.....	24
Gambar 2.21 Macam-macam Warna Elektroda Tungsten	27
Gambar 2.22 Klasifikasi Cara Pengelasan	28
Gambar 2.23 Struktur Mikro Daerah Las dari Paduan Alumunium.....	28
Gambar 2.24 Jenis-jenis sambungan dasar	29
Gambar 2.25 Spesifikasi logam pengisi	32
Gambar 2.26 Elektroda Alumunium pada Las Tungsten Inert Gas (TIG) ER 5356.....	32
Gambar 2.27 Elektroda ER410 pada stainless.....	33
Gambar 2.28 Elektroda ER70S-G pada besi.	33
Gambar 2.29 Elektroda Alumunium pada Las Metak Inert Gas (MIG)	34
Gambar 2.30 Elektroda E71T-GS pada las MIG	34
Gambar 2.31 Elektroda ER4043 pada las MIG.	35
Gambar 2.32 Daerah Lasan	36
Gambar 2.33 Jejak yang dihasilkan oleh penekanan indentor pada benda uji.	37
Gambar 2.34 Luas permukaan jejak	38
Gambar 2.35 Indentor intan berbentuk piramid	39
Gambar 2.36 Mesin pengujian kekerasan vickers	39
Gambar 2.37 Bentuk-bentuk jejak	39
Gambar 2.38 Unjuk tegangan-regangan pada uji tarik, kiri batas rentang S menonjol dengan jelas, kanan batas rentang S tidak begitu menonjol.....	42
Gambar 2.39 Grafik tegangan-regangan untuk berbagai macam bahan pengujian	43

Gambar 2.40 Mesin dan batang uji tarik	45
Gambar 3.1 Diagram Alir	46
Gambar 3.2 Blok Silinder Mobil	48
Gambar 3.3 Keretakan blok silinder	48
Gambar 3.4 Mesin Las TIG	50
Gambar 3.5 Regulator Gas Pelindung	50
Gambar 3.6 Tabung Gas Pelindung	51
Gambar 3.7 Elektroda Las TIG	51
Gambar 3.8 Helm pelindung las	52
Gambar 3.9 Proses pengelasan blok silinder	53
Gambar 3.10 Hasil pengelasan blok silinder	53
Gambar 3.11 Gerinda potong	54
Gambar 3.12 Gergaji besi	54
Gambar 3.13 Amplas pemoles spesimen	55
Gambar 3.14 Penentuan lokasi titik uji kekerasan	55
Gambar 3.15 skema spesimen uji kekerasan	56
Gambar 3.16 Bahan spesimen uji kekerasan arus 110A	56
Gambar 3.17 Bahan spesimen uji kekerasan arus 140A	57
Gambar 3.18 Spesimen logam uji kekerasan pada daerah base metal	57
Gambar 3.19 Skema spesimen uji tarik	58
Gambar 3.20 Mesin uji kekerasan (<i>Hardness Testing Machine</i>)	59
Gambar 3.21 Alat uji Tarik.....	61
Gambar 3.22 Data sekunder hasil uji tari dengan variasi arus 110A.	62
Gambar 3.23 Data sekunder hasil uji tari dengan variasi arus 140 A.....	62
Gambar 4.1 Data sekunder hasil uji tarik dengan variasi arus 110 A.....	67
Gambar 4.2 Data sekunder hasil uji tarik dengan variasi arus 140 A	70
Gambar 4.3 Grafik hasil uji kekerasan	75
Gambar 4.4 Grafik hasil uji tarik dengan arus 110A dan 140A	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Kawat dan Batang Las untuk Baja Tahan Karat. (JIS Z 3321-1974)	20
Tabel 2.2 Penggunaan mesin TIG untuk beberapa logam.....	23
Tabel 2.3 Klasifikasi Elektroda Tungsten	26
Tabel 2.4 Besar arus dan ukuran diameter logam pengisi.....	27
Tabel 2.5 Sambungan Las TIG dan MIG pada Alumunium.	30
Tabel 2.6 Komposisi Kimia Kawat Elektroda pada Alumunium.....	31
Tabel 3.1 jarak rekomendasi uji kekerasan	55
Tabel 3.2 Penentuan bahan uji tarik	58
Tabel 3.3 Rencana Tabel Data Hasil Uji Kekerasan <i>base metal, weld metal</i> dan HAZ	63
Tabel 3.4 Rencana Tabel Data Hasil Pengujian Tarik dari Data Sekunder....	63
Tabel 4.1 Hasil perhitungan uji kekerasan pada daerah <i>base metal</i> dan <i>weld metal</i> dan HAZ.	74
Tabel 4.2 Hasil perhitungan sifat mekanis pengujian tarik.	76

