

**ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES *HOT DIP*
GALVANIZING TERHADAP UJI BENDING, STRUKTUR
MIKRO DAN KETEBALAN LAPISAN BAJA SS400**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ANGGA DWI RIYANTO

18511279

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Angga Dwi Riyanto
NIM : 18511279
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Analisis pengaruh waktu tahan proses *hot dip galvanizing* terhadap uji bending, struktur mikro dan ketebalan lapisan baja SS400

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo.

Ponorogo, 24 Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Yoyok Winardi, S.T., M.T
NIK. 19860803 201909 13

Dosen Pembimbing II

Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd
NIK. 19900421 201709 13

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Yoyok Winardi, S.T., M.T
NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Angga Dwi Riyanto

NIM : 18511279

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul : "Analisis pengaruh waktu tahan proses *hot dip galvanizing* terhadap uji bending, struktur mikro dan ketebalan lapisan baja SS400" bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah yang saya rancang/teliti dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenarnya benarnya.

Ponorogo, 24 Januari 2023

Mahasiswa,



Angga Dwi Riyanto

NIM. 18511279

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Angga Dwi Riyanto
NIM : 18511279
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Analisis pengaruh waktu tahan proses *hot dip galvanizing* terhadap uji bending, struktur mikro dan ketebalan lapisan baja SS400

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 17 Januari 2023
Nilai :

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dr. Sudarmo, S.T., M.T.
NIK. 19680705 199904 11

Dosen Penguji II

Ir. Fadelan, M.T.
NIK. 19610509 199009 12

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



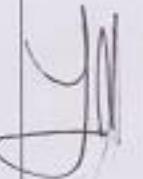
Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ANGGA DVI RYANTO
 NIM : 18511279
 Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Waktu Tahan Proses Hot Dip Galvanizing Terhadap ~~Spesifikasi~~, struktur micro dan ketahanan skripsi baja ASTM A36
 Dosen Pembimbing I : Yoyoe Winardi, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	24/22 04	Konsultasi Tema dan judul proposal skripsi	Membuat tema tentang galvanis	
2	22/22 06	Bab 1 Tata cara penulisan serta perumusan masalah. Bab 2,3 Tata letak sub bab dan kesimpulan penelitian dahulu.	Penulisan harus membaca buku pedoman Membuat paraprase Mencari jurnal sumber yang relevan	
3	11/22 07	Bab 2 Tingkat pustaka, gambar sampel	Membentahi Daftar pustaka Memberi gambar specimen dan ukuran	
4	12/22 07	Tempat pengujian Bahan etc	Melakukan komunikasi dengan Universitas sekelas maret	

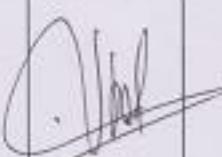
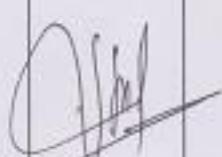
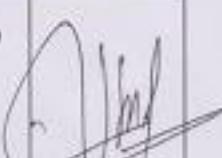
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	12/22 07		Acc Sempro	
6	15/22 09	Mengenai cara Pengetesan dan Pengamatan	mempersiapkan HMO3 dan analisis	
7	29/22 09	Hasil struktur mikro	garis tambahan lapisan dan raw material belum jelas	
8	07/22 10	materi Bab 4 hasil dan analisis	memberikan referensi untuk mendukung hasil pengamatan	
9	3/10/22	konsultasi Bab 4 dan 5	Pembentukan benda tutup	
10	17/11/22	Praktisi Bab 1 - 5	Harus dibawahi 20%	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	17-01/23	Revisi sidang atau ujian	Penulisan Abstrak	
12	19/23 /1	Konsultasi: Penomoran Tabel	Angka jangan terlalu banyak 3.1, 3.2	
13	23/1/23	jurnal	Tambah pembuatan jurnal	
14	27/1/23	bab 1 dan 5	Penambahan keterangan Bakasan mesalah harus lebih spesifikasi	
15	27/23	konsultasi stripsi	Saran dan kesimpulan harus jelas.	
16	30/23	Konsultasi Revisi sidang Dari Sempul Sampai lampiran	ACC	

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Angga Dwi Rizanto
 NIM : 18511279
 Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Waktu Tahan Proses terhadap Uji Torsi dan Struktur Micro Dan kelebihan Lapisan Roja ASTM A 36
 Dosen Pembimbing II : Kuntang Winangun, S. Pd., M.Pd.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	12/22/06	Bab 1 tentang teori dan proses galvanis	Mengurakan banyak penelitian berdahulu, format penulisan. Mengelaskan tujuan penelitian yang akan dilakukan.	
2	15/22/06	Bab 2 tentang penelitian berdahulu dan proses galvanis	Minimal 4 referensi.	
3	22/22/06	Bab 3 Proses penelitian yang dilakukan	Mengurakan satu persatu proses pengujian	
4	03/22/07	format penulisan	Harus ada abstrak, daftar isi, daftar pustaka	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	11/22 07	Bab 1,2 dan 3	Mencari tempat penelitian yang sesuai dengan sampel.	
6	11/22 07		Acc Sempro	
7	6/22 10	Konsultasi Bab 4	Pengurusan pengujian Jangan berbalik	
8	31/22 10	Konsultasi Bab 4 dan 5	Pemberian jurnal pendukung	
9	9/22 12	konsultasi: bab 1 sampai bab 5	Kesimpulan harus jelas	
10	17/22 11	Abstrak	Rimbahasan harus jelas tidak perlu menjelaskan prosesnya	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	19/01/23	Revisi skripsi	Revisi dari dosen pengaji harus diperbaiki dan mencari referensi	
12	20/01/23	Konsultasi perbaikan halaman dan daftar isi	Format disesuaikan dengan buku pedoman	
13	23/01/23	Jurnal	Membuat sesuai template	
14	25/01/23	Jurnal	Membuat jurnal seperti template yang diberikan dosen pembimbing. Dan dicantumkan nama dosen pembimbing	
15	27/01/23	Bab 5 Saran dan Pintahsaran	Saran harus singkat mencakup semua proses hasil pengajian	
16	1/2/23	Konsultasi setiap bab sampai saran	Acc	

Motto

“Jangan bersedih atas apa yang telah berlalu, kecuali kalau itu bisa membuatmu bekerja lebih keras untuk apa yang akan datang.” – Umar bin Khattab

“Usaha dan keberanian tidak cukup tanpa adanya tujuan dan arah perencanaan”. – John F.Kennedy



**ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES *HOT DIP*
GALVANIZING TERHADAP UJI BENDING, STRUKTUR MIKRO DAN
KETEBALAN LAPISAN BAJA SS400**

Angga Dwi Riyanto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : angga.hirano@gmail.com

Abstrak

Baja karbon rendah komposisi karbon (C) kurang dari 0,3% dalam struktur baja. Baja karbon rendah memiliki sifat ulet dan ketangguhan tinggi tetapi kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Disisi lain baja juga memiliki kelemahan mudah korosi, agar terhindar dari korosi perlu dilakukan pelapisan *hot dip galvanizing*. *Hot dip galvanizing* pelapisan baja yang menggunakan bahan seng (*zinc*) cair sebagai pelapis logam yang memiliki titik leleh lebih rendah dari baja. Penelitian ini ingin mengetahui pengaruh waktu tahan pencelupan *hot dip galvanizing* terhadap ketebalan lapisan, struktur mikro dan kekuatan bending dengan variasi waktu pencelupan 1 menit, 2 menit dan 3 menit pada temperatur 450 °C. Dari hasil pengujian ketebalan diperoleh ketebalan terbaik spesimen variasi 1 menit sebesar 101,26 µm, karena tidak terlalu melebihi standar ISO 1461 : 2009 sebesar 85 µm. Dari hasil pengujian kekuatan bending tertinggi spesimen raw material diperoleh rata-rata dengan gaya tekan sebesar 40.77 kN dan tegangan bending sebesar 1.443,94 Mpa, sedangkan terendah variasi waktu 3 menit diperoleh rata-rata dengan gaya tekan sebesar 27.18 kN dan tegangan bending sebesar 962,69578 Mpa. Pada struktur mikro spesimen variasi 2 menit yang terbaik, saat pengamatan terlihat lapisan *zinc* merata. Saat proses pencelupan terbentuk lapisan intermetalik Fe-Zn pada permukaan spesimen fasa *eta*, *zetta*, *delta*, *gamma* yang terbentuk.

Kata Kunci : *Hot dip galvanizing*, Pelapisan, Bending

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul ANALISIS PENGARUH WAKTU TAHAN PROSES *HOT DIP GALVANIZING* TERHADAP UJI BENDING, STRUKTUR MIKRO DAN KETEBALAN LAPISAN BAJA SS400. Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik jenjang strata satu (S1) pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Gunawan Suryoputro, M.Hum selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Edy Kurniawan, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Yoyok Winardi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Yoyok Winardi, S.T., M.T dan Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing penulis yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis agar dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
6. Keluarga khususnya kepada Orang Tua yang selalu menyemangati dan mendoakan serta memberikan dukungan material dan moril.
7. Ridwan Zuhri Maulan selaku rekan mahasiswa yang selalu menemani, memahami, serta bertukar pendapat mengenai ilmu galvanis dan selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi.

8. Yusfan Okta Firdaus selaku rekan kerja yang membantu dalam menyusun skripsi dan memberikan ilmu tentang galvanis, sifat mekanik, struktur mikro dan ketebalan lapisan baja.
9. Teman-teman satu angkatan terima kasih atas doa dan motivasinya.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dengan segala kekurangannya. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan serta perbaikan skripsi ini. Sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan, penerapan di lapangan industri dan mahasiswa serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Ponorogo, 24 Januari 2023



Angga Dwi Riyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	ii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	vii
Motto	x
Abstrak	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan masalah	4
1.3 Tujuan penelitian	4
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Manfaat penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.6.1 Pengujian ketebalan lapisan	22
2.6.2 Pengujian Bending	22
2.6.3 Pengujian Metalografi	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu	26

3.2	Bahan dan alat	26
3.2.1	Bahan.....	26
3.2.2	Alat.....	27
3.3	Prosedur penelitian	27
3.3.1	Studi literatur dan studi lapangan.....	27
3.3.2	Preparasi spesimen.....	27
3.3.3	Variabel penelitian.	28
3.3.4	Proses <i>hot dip galvanizing</i>	28
3.4	Proses pengujian.....	33
3.4.1	Uji ketebalan lapisan.....	33
3.4.2	Uji bending.....	34
3.4.3	Uji struktur mikro.....	36
3.5	Diagram alir penelitian	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1	Hasil pengujian ketebalan	40
4.2	Hasil pengujian bending	44
4.3	Hasil pengujian struktur mikro	47
BAB 5	PENUTUP	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram kesetimbangan Fe-C	15
Gambar 2. 2 Struktur mikro raw material pembesaran 100x	15
Gambar 2. 3 Struktur mikro logam dilapisi pembesaran 100x	16
Gambar 2. 4 Lapisan struktur mikro hot dip galvanizing	16
Gambar 3. 1 Proses preparing	29
Gambar 3. 2 Degreasing.....	29
Gambar 3. 3 Proses Pickling	30
Gambar 3. 4 Proses fluxling.....	30
Gambar 3. 5 Proses drying	31
Gambar 3. 6 Proses pencelupan hot dip galvanizing	31
Gambar 3. 7 Proses pendinginan cooling.....	32
Gambar 3. 8 Alat uji ketebalan Elcometer	34
Gambar 3. 9 Spesimen uji bending ASTM E290 [19]	35
Gambar 3. 10 Mesin uji bending Universitas Sebelas Maret	36
Gambar 3. 11 Alat mikroskop uji struktur mikro Universitas Muhammadiyah Ponorogo	38
Gambar 3. 12 Posisi spesimen dan bentuk spesimen	38
Gambar 3. 13 Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Titik daerah pengujian lapisan	40
Gambar 4. 2 Hasil lapisan variasi 1 menit, 2 menit dan 3 menit setelah uji bending	42
Gambar 4. 3 Grafik perbedaan ketebalan lapisan dari hasil pengujian dengan standar ISO 1461	43
Gambar 4. 4 Spesimen raw material dan dilapisi hot dip galvanizing sebelum diuji bending	44
Gambar 4. 5 Spesimen raw material dan dilapisi hot dip galvanizing setelah diuji bending	45
Gambar 4. 6 Grafik tegangan bending terhadap waktu tahan pencelupan.....	46

Gambar 4. 7 Struktur mikro raw material dengan etsa HN03 dan alkohol pembesaran 40x.....	48
Gambar 4. 8 Struktur mikro waktu 1 menit dengan etsa HN03 dan alkohol pembesaran 40x.....	48
Gambar 4. 9 Struktur mikro waktu 2 menit dengan etsa HN03 dan alkohol pembesaran 40x.....	49
Gambar 4. 10 Struktur mikro waktu 3 menit dengan etsa HN03 dan alkohol pembesaran 40x.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi kimia baja SS400 / JIS3101[9]	12
Tabel 3.1 Massa minimum lapisan (hubungannya dengan ketebalan) pada contoh yang tidak disentrifugal ^a [19]	32
Tabel 3.2 Massa minimum lapisan (hubungannya dengan ketebalan) pada contoh yang disentrifugal ^a [19]	33
Tabel 4. 1 Pengujian ketebalan lapisan	41
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian bending	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat hasil pengujian bending	56
Lampiran 2 Tabel hasil pengujian bending	57
Lampiran 3 Hasil perhitungan tegangan bending (Mpa)	59
Lampiran 4 Hasil pengujian bending variasi waktu tahan <i>hot dip galvanizing</i> 1 menit.....	60
Lampiran 5 Hasil pengujian bending variasi waktu tahan hot dip galvanizing 2 menit.....	61
Lampiran 6 Hasil pengujian bending variasi waktu tahan hot dip galvanizing 3 menit.....	62
Lampiran 7 Hasil pengujian bending raw material	63
Lampiran 8 Grafik hasil pengujian bending spesimen 1 raw material	64
Lampiran 9 Grafik hasil pengujian bending spesimen 2 raw material	65
Lampiran 10 Grafik hasil pengujian bending spesimen 3 raw material	66
Lampiran 11 Grafik hasil pengujian bending spesimen 1 variasi waktu 1 menit .	67
Lampiran 12 Grafik hasil pengujian bending spesimen 2 variasi waktu 1 menit .	68
Lampiran 13 Grafik hasil pengujian bending spesimen 3 variasi waktu 1 menit .	69
Lampiran 14 Grafik hasil pengujian bending spesimen 4 variasi waktu 1 menit .	70
Lampiran 15 Grafik hasil pengujian bending spesimen 5 variasi waktu 1 menit .	71
Lampiran 16 Grafik hasil pengujian bending spesimen 1 variasi waktu 2 menit .	72
Lampiran 17 Grafik hasil pengujian bending spesimen 2 variasi waktu 2 menit .	73
Lampiran 18 Grafik hasil pengujian bending spesimen 3 variasi waktu 2 menit .	74
Lampiran 19 Grafik hasil pengujian bending spesimen 4 variasi waktu 2 menit .	75
Lampiran 20 Grafik hasil pengujian bending spesimen 5 variasi waktu 2 menit .	76
Lampiran 21 Grafik hasil pengujian bending spesimen 1 variasi waktu 3 menit .	77
Lampiran 22 Grafik hasil pengujian bending spesimen 2 variasi waktu 3 menit .	78
Lampiran 23 Grafik hasil pengujian bending spesimen 3 variasi waktu 3 menit .	79
Lampiran 24 Grafik hasil pengujian bending spesimen 4 variasi waktu 3 menit	80
Lampiran 25 Grafik hasil pengujian bending spesimen 5 variasi waktu 3 menit .	81
Lampiran 26 Komposisi kimia SS400	82
Lampiran 27 Proses pengamatan struktur mikro	83