ANALISA PENGARUH FORMING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KUAT TARIK PADA BAJA KARBON ASTM A623

SKRIPSI

Oleh

PONTIANUS ADVENDRA KRISNA W.

2351058008

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2024

ANALISA PENGARUH FORMING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KUAT TARIK PADA BAJA KARBON ASTM A623

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Guna Gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

Oleh

PONTIANUS ADVENDRA KRISNA W.

2351058008

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2024

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Dalam hal ini saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Pontianus Advendra Krisna W
NIM	: 2351058008
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "ANALISA PENGARUH FORMING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KUAT TARIK PADA BAJA KARBON ASTM A623" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yangpernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugasakhir ini dianggap batal.

Jakarta, 18 Januari 2025



Pontianus Advendra Krisna W.

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Analisa Pengaruh *Forming* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kuat Tarik pada Baja Karbon ASTM A623

Oleh :

Nama	: PONTIANUS ADVENDRA KRISNA W
NIM	: 2351058008
Program Studi	: TEKNIK MESIN
Peminatan	: -

sudah disetujui dan diperiksa untuk dipertahankan dan diajukan dalam Sidang Tugas Akhir untuk meraih gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 20 Januari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. Budiarto, M.Sc.)	**(Ir. Perwita Kurniawan, ST, M.Eng., IPP.)**
NIDN : 0302115801	NIDN : 0627108301

Ketua Program Studi Teknik Mesin	Dekan
(Ir. Budiarto, M.Sc.)	**(Dikky Antonius, S.T., M.Sc.)**
NIDN : 0302115801	NIDN : 0301218801

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 12 Juli 2023 Sidang Tugas Akhir telah diselenggarakan untuk menyelesaikan salah satu syarat akademik guna mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama	: PONTIANUS ADVENDRA KRISNA W
NIM	: 2351058008
Program Studi	: TEKNIK MESIN
Fakultas	: TEKNIK

Berikut dengan ujian Tugas Akhir yang berjudul "Analisa Pengaruh Forming Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kuat Tarik pada Baja Karbon ASTMA623"

	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Ir. Budiarto M.Sc	Sebagai Ketua	(.....)
2.	Dikky Antonius, S.T., M.Sc.	Sebagai Anggota	(.....)
3.	Melya Dyanasari Sebayang S.Si, MT	Sebagai Anggota	(.....)

Jakarta, 31 Januari 2025

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Pontianus Advendra Krisna W.
NIM	: 2351058008
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir	: Skripsi
Judul	: " Analisa Pengaruh Forming Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kuat Tarik pada Baja Karbon ASTM A623"

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbingdan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagaireferensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non Eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalambentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir sayaselama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektualatau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta, 18 Januari 2025



Pontianus Advendra Krisna W.

KATA PENGANTAR

1. Penulis mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, dan penyertaan-Nya, sehingga dapat mengerjakan tugas akhir dengan judul **Analisa Pengaruh Forming Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kuat Tarik pada Baja Karbon ASTM A623.** Tugas akhir ini adalah salah satu ketentuan untuk menuntaskan studi Strata Satu (S-1) di program studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
2. Bukan hanya karena hasil usaha penulis, tugas ini dapat diselesaikan, tetapi juga atas bantuan serta dukungan dari seluruh pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis berharap penelitian ini bisa memberikan manfaat untuk para pembaca dan untuk berkembangnya ilmu pengetahuan kedepannya. Kiranya pembaca laporan ini dapat memberikan saran dan masukan mengenai laporan ini dan dapat ilmu yang baik dan bermanfaat dari penelitian ini dapat diambil.
3. Pada kesempatan ini, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada para pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moril, moral, dan material. Penulis berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkatNya sehingga penelitian dan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir.Budiarto, M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia, Jakarta dan sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir.
5. Bapak FX. Suryadi, Dipl. Ing. FH. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan penulis dalam proses penyusunan tugas akhir dan pencarian solusi dari setiap masalah yang ada.

6. Kedua orang tua penulis yang setiap saat mendukung secara spiritual dan moral sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan oleh penulis.
7. Seluruh tenaga pengajar dan dosen pengajar Universitas Kristen Indonesia yang telah membagikan ilmu yang dipakai untuk menyelesaikan tugas akhir.
8. Para tenaga pendidik yang telah membantu jalannya proses pendidikan di Program Studi Teknik Mesin.
9. Bapak Triyanto dan Bapak Sanjaya selaku atasan saya di PT. Frisian Flag Indonesia yang telah memberikan izin, mendukung, dan membimbing.
10. Para orang terkasih yang selalu memberikan bantuan dan dukungan untuk penulis.
11. Semua teman mahasiswa/mahasiswi Teknik Mesin UKI angkatan 2023, dan semua teman teman penulis yang setiap saat memberikan dukungan untuk penulis dalam menyusun tugas akhir.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis tidak bisa disebutkan satu-persatu yang sudah memberikan banyak masukan, saran, wawasan, ide dan gambaran, hingga tugas akhir dapat disusun dengan baik.
13. Akhir kata terima kasih atas bantuan dari semua pihak yang terkait dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, kiranya Tuhan Yang Maha Baik memberikan balasan atras semua kebaikan saudara dengan limpahan berkat.

Jakarta, 20 Januari 2025

(Pontianus Advendra Krisna W)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR ..... **ii**
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR ..... **iii**
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR ..... **iv**
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
ABSTRAK ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang **1**
1.2 Batasan Masalah **3**
1.3 Rumusan Masalah **3**
1.4 Tujuan Penelitian **3**
1.5 Metode Penelitian **4**
BAB II LANDASAN TEORI **6**
2.1 Baja **6**
2.2 Kandungan Material Dalam Baja Karbon ASTM A623 ..... **6**
2.2.1 Tembaga **7**
2.2.2 Nikel **7**
2.2.3 Molibdenum **7**
2.2.4 Kromium **8**
2.2.5 Alumunium **8**
2.2.6 Belerang **8**
2.2.7 Fosfor **8**
2.2.8 Mangan **9**
2.2.9 Silikon **9**
2.2.10 Ferrum **9**
2.2.11 Ferrite **9**
2.2.12 Pearlite **10**
2.3 Proses Bending **10**
2.3.1 Pengertian Proses Bending **10**
2.3.2 Jenis jenis Proses Bending **11**

2.4 Kaleng Kemasan **15**
2.4.1. Pengertian Kaleng Kemasan **15**
2.5 Pengujian Material **16**
2.5.1 Pengertian Pengujian Material **16**
2.5.2 Jenis Pengujian Material **16**
2.6 Uji Struktur Mikro **17**
2.6.1 Pengertian Pengujian Struktur Mikro **17**
2.6.2 Tahap Proses Pengujian **19**
2.7 Uji Kekerasan Material **19**
2.7.1 Pengertian Pengujian Kekerasan **19**
2.7.2 Metode Pengujian Kekerasan **20**
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **24**
3.1 Baja **24**
3.2 Instrumen Penelitian **24**
3.2.1 Material Baja Karbon ASTM A623 ..... **24**
3.2.2 Mesin Slitter **25**
3.2.3 Mesin *Body Maker* **25**
3.2.4 Mesin NFB **26**
3.2.5 Alat Uji Struktur Mikro **27**
3.3 Spesimen Uji **28**
3.3.1 Identitas Spesimen **28**
3.4 Tahap Penelitian **28**
3.4.1 Tahap 1 : Perencanaan **29**
3.4.2 Tahap 2 : Pengerolan dan Pengelasan **29**
3.4.3 Tahap 3 : Forming Flanging dan Beading **29**
3.4.4 Tahap 4 : Pemotongan **30**
3.4.5 Tahap 5 : Pengujian kekerasan dan kekuatan tarik material **30**
3.4.6 Tahap 6 : Pengujian struktur mikro dengan SEM **30**
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **31**
4.1* Pengujian Kekerasan *(Hardness Test) **31**
4.1.1 Hasil Pengujian Kekerasan Proses Forming **31**
4.2* Pengujian Kekuatan Tarik *(Tensile Strength) **32**
4.2.1* Hasil Pengujian Kekuatan Tarik *Forming **33**
4.3 Hasil Pengujian SEM **34**

4.3.1 Hasil uji SEM 34
4.4 Rangkuman Hasil Pengujian 35
4.4.1 Rangkuman Hasil Pengujian Kekerasan 35
4.4.2 Rangkuman Hasil Pengujian Kekuatan Tarik 37
4.4.3 Rangkuman Hasil Pengujian SEM 38
4.4.4 1. Ferrite (α-Fe) 40
4.4.5 2. Pearlite (α + Fe_3C) 41
4.4.6 3. Cementite (Fe_3C) 41
BAB V KESIMPULAN 42
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 45
Lampiran 1 Jadwal Perancangan Tugas Akhir 45
Lampiran 2 Hasil Pengujian SEM 46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kandungan Material Baja ASTM A623.....25
Tabel 3. 2 Tabel Identitas Spesimen.....28
Tabel 4. 1 Tabel hasil Pengujian Kekerasan 3 Sampel.....32
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Kekuatan Tarik 3 Sampel.....33
Tabel 4. 4 Tabel hasil Pengujian Kekerasan 3 Sampel.....35
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Tarik 3 Sampel.....37

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA - JAKARTA 1953 - MELAYANI BUKAN DILAYANI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Flowchart Metodologi Penelitian 5
Gambar 2. 1 Ilustrasi Press Brake.....11
Gambar 2. 2 Ilustrasi Angle Beading 11
Gambar 2. 3 Ilustrasi Draw Bending.....12
Gambar 2. 4 Ilustrasi Roll Forming 12
Gambar 2. 5 Ilustrasi Roll Bending.....13
Gambar 2. 6 Ilustrasi Seaming 13
Gambar 2. 7 Ilustrasi Flanging.....14
Gambar 2. 8 Ilustrasi Straightening.....14
Gambar 2. 9 Komponen Kaleng 15
Gambar 2. 10 Parameter Brinell Test 20
Gambar 2. 11 Hasil Penekanan Vickers Test.....22
Gambar 2. 12 Pengujian pada Rockwell Test 23
Gambar 3. 1 Material Baja ASTM A623.....24
Gambar 3. 2 Mesin Slitter di Frisian Flag Indonesia.....25
Gambar 3. 3 Mesin *Auto Body Maker*.....26
Gambar 3. 4 Mesin NFB 27
Gambar 3. 5 Alat Uji *Scanning Electron Microscope*.....28
Gambar 3. 7 Hasil Potongan Mesin Slitter.....29
Gambar 3. 8 Output mesin Soudronic.....29
Gambar 3. 9 Hasil Mesin NFB.....30
Gambar 3. 10 Spesimen Uji 30
Gambar 4. 1 Sampel Uji Kekerasan 32
Gambar 4. 2 Sampel uji kuat tarik.....33
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian SEM.....34
Gambar 4. 4 Grafik nilai kekerasan sampel 35
Gambar 4. 5 Grafik Nilai Kekuatan Tarik Spesimen 37
Gambar 4. 6 Struktur mikro dari Baja Karbon ASTM A623.....38

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh jenis material pembentuk baja karbon ASTM A623 terhadap struktur mikro, kekerasan, dan kekuatan tarik material tersebut. Material ini umumnya digunakan sebagai bahan baku untuk bodi kaleng kemasan makanan atau minuman yang melalui proses *forming bending* dalam pembuatannya. Proses *forming* pada material dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro, nilai kekerasan, dan kekuatan tariknya. Sampel material dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan jenis perlakuan *forming*, yaitu material tanpa perlakuan (awal), material yang mengalami perlakuan *forming flanging*, dan material yang melalui perlakuan *forming beading*. Sampel diambil sebelum dan sesudah proses *forming*, kemudian dilakukan pengujian kekerasan menggunakan *hardness tester (brinell)*, pengujian kekuatan tarik dengan alat yang sama dan dikonversi ke nilai tarik, serta analisis struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah mengalami perlakuan *forming*, terdapat perubahan pada kekerasan, kekuatan tarik, dan fasa *ferrite* serta *pearlite* di antara ketiga material yang diuji.

Kata kunci : *forming, bending, SEM, hardness, kekuatan tarik, ferrite, pearlite*

ABSTRACT

This study discusses the effect of the type of forming material, ASTM A623 carbon steel, on the microstructure, hardness, and tensile strength of the material. This material is commonly used for the body of food or beverage cans, which undergo a forming bending process during manufacturing. The forming process affects changes in the microstructure, hardness, and tensile strength of the material. The material samples are divided into three groups based on the forming process treatment: the initial material (without treatment), material treated with flanging forming, and material treated with beading forming. Samples are taken before and after the forming process, then tested for hardness using a hardness tester (Brinell), tensile strength using the same tester (converted to tensile values), and microstructure analysis using Scanning Electron Microscopy (SEM). The test results show that after undergoing forming treatment, there are changes in hardness, tensile strength, and the ferrite and pearlite phases among the three materials tested.

Key Words : forming, bending, SEM, hardness, tensile strength, ferrite, pearlite