

**Pengaruh Jenis *Forming* Terhadap Struktur Kristal dan Struktur
Mikro pada Baja Karbon Rendah Tipe MR**

SKRIPSI

Oleh

BRAMASTA AJI SANTOSO

NIM : 2151057024



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2023

**Pengaruh Jenis *Forming* Terhadap Struktur Kristal dan Struktur
Mikro pada Baja Karbon Rendah Tipe MR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

Oleh :

BRAMASTA AJI SANTOSO

NIM : 2151057024



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2023



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Dalam hal ini saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bramasta Aji Santoso
NIM : 2151057024
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "PENGARUH JENIS *FORMING* TERHADAP STRUKTUR KRISTAL DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH TIPE MR" 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 yang pernah 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, 12 Juli 2023

Bramasta Aji Santoso



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**Pengaruh Jenis *Forming* Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro pada
Baja Karbon Rendah Tipe MR**

Oleh :

Nama : BRAMASTA AJI SANTOSO

NIM : 2151057024

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, 12 Juli 2023

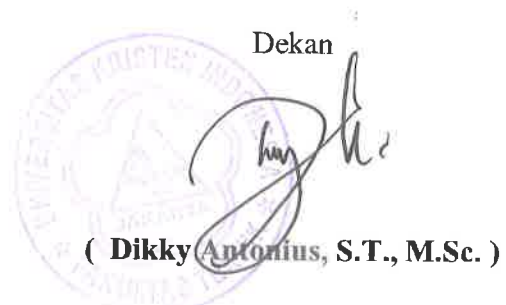
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Budiarto, M.Sc.)

(FX. Suryadi, Dipl. Ing. FH.)





**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 : BRAMASTA AJI SANTOSO

NIM : 2151057024

Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Berikut dengan ujian Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Jenis Forming Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro pada Baja Karbon Rendah Tipe MR”

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Dicky Antonius, S.T., M.Sc.	Sebagai Ketua	()
2. Ir. Budiarto, M.Sc.	Sebagai Anggota	()
3. FX. Suryadi, Dipl. Ing. FH.	Sebagai Anggota	()
4. Yulius Nanang Sutrisno, S.T, M. T.	Sebagai Anggota	()

Jakarta, 12 Juli 2023



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bramasta Aji Santoso
NIM : 2151057024
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : “ Pengaruh Jenis Forming Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro pada Baja Karbon Rendah Tipe MR ”

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan 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 sebagai referensi 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 dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau 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, 12 Juli 2023

Bramasta Aji Santoso

KATA PENGANTAR

1. Penulis mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, dan penyertaan-Nya, sehingga dapat mengerjakan tugas akhir dengan judul **Pengaruh Jenis Forming Terhadap Struktur Kristal dan Struktur Mikro pada Baja Karbon Rendah Tipe MR**. 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 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 banyak 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 Yohanes Setya selaku atasan 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 2022, dan semua teman-teman penulis yang setiap saat memberikan dukungan untuk penulis dalam menyusun tugas akhir.
12. Seluruh pihak yang telah membantu yang penulis tidak bisa sebutkan 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 atas semua kebaikan saudara dengan limpahan berkat.

Jakarta, 12 Juli 2023



(Bramasta Aji Santoso)

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	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
2.1 Baja	5
2.2 Kandungan dalam material Baja Karbon Rendah Tipe MR	5
2.2.1 Ferrum (Fe)	6
2.2.2 Karbon (C).....	6
2.2.3 Silikon (Si)	6
2.2.4 Mangan (Mn).....	7
2.2.5 Fosfor (P)	7

2.2.6	Belerang (S)	7
2.2.7	Aluminium (Al)	7
2.2.8	Kromium (Cr)	8
2.2.9	Tembaga (Cu).....	8
2.2.10	Nikel (Ni).....	8
2.2.11	Molibdenum (Mo)	8
2.3	Proses Bending	9
2.3.1	Pengertian Proses Bending	9
2.3.2	Jenis-jenis Proses Bending	10
2.4	Kaleng Kemasan	14
2.4.1	Pengertian Kaleng Kemasan.....	14
2.5	Pengujian Material	16
2.5.1	Pengertian Pengujian Material.....	16
2.5.2	Jenis Pengujian Material.....	16
2.6	Uji Struktur Kristal (<i>X-Ray Diffraction</i> - XRD)	17
2.6.1	Pengertian Pengujian (<i>X-Ray Diffraction</i> - XRD).....	17
2.6.2	Tahap Proses Pengujian XRD	17
2.7	Uji Kekerasan Material (<i>Hardness Test</i>)	19
2.7.1	Pengertian Pengujian Kekerasan.....	19
2.7.2	Metode Pengujian Kekerasan.....	20
BAB III.....		26
3.1	Baja	26
3.2	Instrument Penelitian	26
3.2.1	Material Jenis Baja Karbon Rendah Tipe MR.....	26
3.2.2	Mesin Sliter.....	27
3.2.3	Mesin Soudronic	28

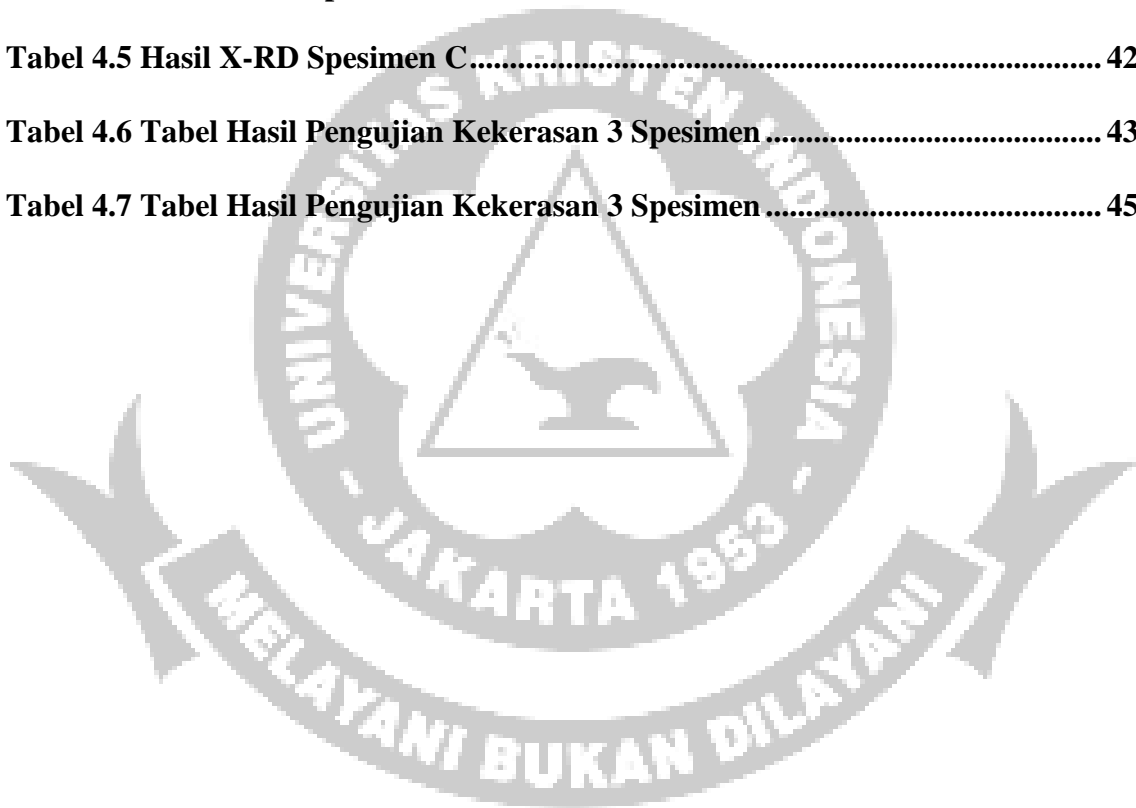
3.2.4	Mesin NFB	29
3.2.5	Alat Uji Struktur Kristal.....	30
3.2.6	Alat Uji Tarik Material	30
3.3	Spesimen Uji.....	31
3.3.1	Identitas Spesimen	31
3.4	Diagram Alur	32
3.5	Tahap Penelitian	33
3.5.1	Tahap 1 : Perencanaan.....	33
3.5.2	Tahap 2 : Pengerolan dan Pengelasan	34
3.5.3	Tahap 3 : Forming Flanging dan Beading.....	34
3.5.4	Tahap 2 : Pemotongan.....	35
3.5.5	Tahap 3 : Pengujian kekerasan & kekuatan tarik material.....	35
3.5.6	Tahap 4 : Pengujian struktur kristal dengan X-RD.....	35
BAB IV	36
4.1	Pengujian Kekerasan (<i>Hardness Test</i>)	36
4.1.1	Hasil Pengujian Kekerasan Proses Forming.....	36
4.2	Pengujian Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>).....	38
4.2.1	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Forming.....	38
4.3	Hasil Pengujian X-RD	39
4.3.1	Hasil X-RD Spesimen A	40
4.3.2	Hasil X-RD Spesimen B.....	41
4.3.3	Hasil X-RD Spesimen C	42
4.1	Rangkuman Hasil Pengujian	43
4.4.1	Rangkuman Hasil Pengujian Kekerasan.....	43
4.4.2	Rangkuman Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	44
4.4.3	Rangkuman Hasil Pengujian <i>X-Ray Diffraction Test</i>	46

BAB V	50
DAFTAR PUSAKA	52
LAMPIRAN	1
Lampiran 1 Jadwal Perancangan Tugas Akhir.....	53
Lampiran 2 Hasil Uji Kekerasan	54
Lampiran 3 Hasil Uji Kekuatan Tarik	55



DAFTAR TABEL

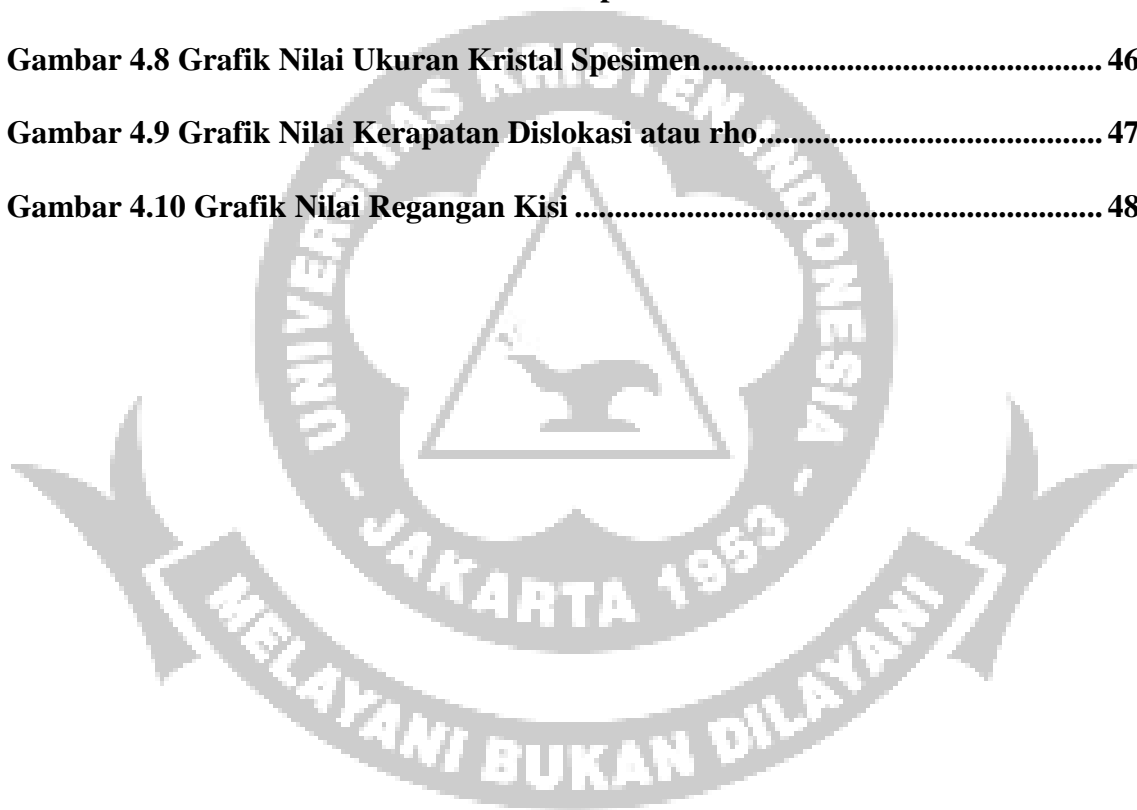
Tabel 3.1 Kandungan Material Baja Karbon Rendah Tipe MR [4].....	27
Tabel 3.2 Tabel Identitas Spesimen.....	31
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan 3 Spesimen	37
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Kekuatan Tarik 3 Spesimen.....	39
Tabel 4.3 Hasil X-RD Spesimen A.....	40
Tabel 4.4 Hasil X-RD Spesimen B.....	41
Tabel 4.5 Hasil X-RD Spesimen C.....	42
Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan 3 Spesimen	43
Tabel 4.7 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan 3 Spesimen	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Press Brake	10
Gambar 2.2 Ilustrasi Angle Bending.....	11
Gambar 2.3 Ilustrasi Draw Bending.....	11
Gambar 2.4 Ilustrasi Roll Forming.....	12
Gambar 2.5 Ilustrasi Roll Bending	12
Gambar 2.6 Ilustrasi Seaming	13
Gambar 2.7 Ilustrasi Flanging.....	13
Gambar 2.8 Ilustrasi Straightening	14
Gambar 2.9 Komponen Kaleng [7]	15
Gambar 2.10 Peristiwa Diffraction X-ray	18
Gambar 2.11 Parameter pada Brinell Test	21
Gambar 2.12 Hasil penekanan pada Vickers Test.....	23
Gambar 2.13 Pengujian pada Rockwell Test.....	25
Gambar 3.1 Material Baja Karbon Rendah Tipe MR.....	26
Gambar 3.2 Mesin Sliter	27
Gambar 3.3 Mesin Soudronic	28
Gambar 3.4 Mesin NFB.....	29
Gambar 3.5 Alat Uji X-Ray Diffraction (X-RD).....	30
Gambar 3.6 Alat Uji Tarik Material.....	31
Gambar 3.7 Hasil Potongan Mesin Sliter	33
Gambar 3.8 Hasil setelah proses di mesin Soudronic.....	34
Gambar 3.9 Hasil dari Mesin NFB.....	34
Gambar 3.10 Spesimen Uji yang dipotong	35

Gambar 4.1 Spesimen Uji Kekerasan	37
Gambar 4.2 Spesimen Uji Kekuatan Tarik.....	39
Gambar 4.3 Hasil X-RD Spesimen A	40
Gambar 4.4 Hasil X-RD Spesimen B	41
Gambar 4.5 Hasil X-RD Spesimen C	42
Gambar 4.6 Grafik Nilai Kekerasan Spesimen.....	44
Gambar 4.7 Grafik Nilai Kekuatan Tarik Spesimen	45
Gambar 4.8 Grafik Nilai Ukuran Kristal Spesimen.....	46
Gambar 4.9 Grafik Nilai Kerapatan Dislokasi atau rho.....	47
Gambar 4.10 Grafik Nilai Regangan Kisi	48



ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh dari jenis *forming* material baja karbon rendah tipe MR terhadap kekerasan, kekuatan tarik, dan struktur kristal dari material tersebut, karena material tersebut umum digunakan sebagai bagian *body* pada kaleng untuk kemasan makanan ataupun minuman yang dalam pembuatannya memerlukan proses *forming bending*. Perlakuan *forming* kepada material mempengaruhi nilai kekerasan, kekuatan tarik, dan struktur kristal material. Material uji dibedakan menjadi 3 menurut proses *forming*, dari material awal tanpa proses *forming*, material dengan proses *forming flanging*, material dengan proses *forming flanging* dan *beading*. Material sampel diambil sebelum dan sesudah proses *forming*. Hasil sampel lalu dilakukan pengujian, yaitu pengujian kekerasan dengan *hardness tester (brinell)*, pengujian kekuatan tarik dengan alat yang sama dengan *hardness tester* lalu dikonversi nilainya, dan struktur kristal dengan menggunakan *X-Ray Diffraction test*. Dari hasil penelitian menunjukkan kondisi material setelah di *forming* mengalami perubahan pada kekerasan dan kekuatan tariknya, sedangkan untuk struktur kristal tidak terlalu berpengaruh karena hasilnya tidak berbeda jauh diantara 3 material uji tersebut.

Kata Kunci : *forming, bending, hardness, kekuatan tarik, X-Ray Diffraction*

ABSTRACT

As this material is frequently used as a body part on cans for food or beverage packaging that requires a forming bending process to manufacture, this study explains the effect of the type of MR type low carbon steel forming material on the material's hardness, tensile strength, and crystal structure. The material's hardness, tensile strength, and crystal structure are affected by the forming treatment. The test material is separated into 3 as per the framing system, from beginning material without shaping cycle, material with flanging shaping interaction, material with shaping flanging and beading process. Material examples are taken when the shaping system. The example results were then tried, specifically hardness testing with a hardness analyzer (brinell), rigidity testing with a similar instrument as a hardness analyzer and afterward changing over the worth, and precious stone construction utilizing the X-Beam Diffraction test. The study showed that the material's condition after forming changed its hardness and tensile strength, but that the crystal structure didn't really matter because the results didn't really vary much between the three test materials.

Key Words : forming, bending, hardness, tensile strength, X-Ray Diffraction