Pengujian Hasil *Dies* dari Proses *Cutting, Pierching,* dan *Bending* dengan Specimen Benda Uji SS400

W. DJOKO YUDISWORO, RAJA 'AMAR FIRDAUS P.P

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dies dari cutting, pierching, dan bending terhadap material SS400. Sheet metal forming adalah sebuah proses agar material mengalami deformasi plastis sehingga terbentuk komponen dari desain yang diinginkan. Proses pembentukan logam dikenal istilah proses forming atau deep drawing, gaya diberikan untuk menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang dijepit di antara punch dan die. Pemilihan material yang digunakan adalah SS400 dan material tersebut biasanya diaplikasikan pada konstruksi jembatan, pelat pada kapal laut, tangki minyak, dan lainnya. Metodologi yang digunakan adalah metode eksperimen, penelitian eksperimen dalam pendidikan adalah kegiatan yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan/tindakan/treatment pendidikan terhadap tingkah laku peneliti atau menguji hipotesis tentang ada-tidaknya pengaruh tindakan itu jika dibandingkan dengan tindakan lain.Hasil Uji tarik tegangan tercatat 17,54 kN dan Elongasi diatas 5%, maka SS400 termasuk material yang ulet (ducktile). Hasil Uji kekerasan material yang belum terkena proses press dies memiliki perbedaan yang signifikan, dan material mengalami perubahan sifat kekerasan meskipun hanya sedikit perbandingannya. Material SS400 yang diproses press dies terdapat area penipisan tebal awal 3,2mm menjadi 2,45-2,7mm dan terlihat mengkilap. Hasil Uji mikro material yang belum dan sesudah proses dies tidak mengalami perubahan fasa pada struktur mikronya dan fasa yang muncul hanya ferrite dan pearlite. Jika hasil uji struktur dikomparasikan kedalam diagram Fe-Fe3C material SS400 termasuk baja karbon rendah..

Keywords: Dies, Cutting, Pierching, bending, SS400

LATAR BELAKANG

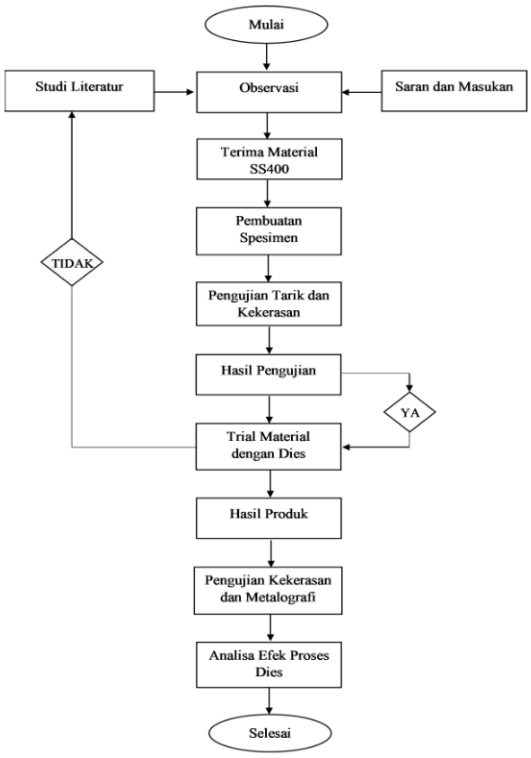
Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terciptanya suatu produk yang baru dan memiliki kualitas yang baik. Pada industri manufaktur hal ini menjadi masalah yang sangat penting karena dalam proses manufakturnya banyak sekali kendala yang harus dipecahkan agar tercipta suatu produk yang bermutu tinggi. Dalam sebuah perusahaan, proses pengembangan produk merupakan sebuah mata rantai penting untuk mempertahankan eksistensi dan kelangsungan hidup perusahaan. Sheet metal forming adalah sebuah proses yang bertujuan agar pelat atau material mengalami deformasi plastis sehingga terbentuk komponen dari desain yang diinginkan. Penggunaan sheet metal forming menjadi teknik pembentukan yang efektif karena dapat menggantikan proses permesinan dan pengelasan. Perusahaan yang bergerak didalam industri sheet metal forming membutuhkan suatu metode yang baik agar dalam proses manufakturnya tidak terjadi banyak kesalahan. Banyak dari industri manufaktur masih menggunakan perhitungan yang manual sehingga membuat hasil dari try-out sering kali tidak sesuai dengan yang diharapkan. Pada proses pembentukan logam dikenal istilah proses forming atau deep drawing. Pada proses ini, gaya diberikan untuk menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang dijepit di antara punch dan die. Sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk dies, bentuk akhir ditentukan oleh punch sebagai penekan dan die sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh punch (Ahmad Hasnan.S,2006). Material SS400 (Structural Steel) biasanya diaplikasikan pada konstruksi jembatan, pelat pada kapal laut, tangki minyak, dan lainnya. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan menggunakan material baja plat SS400 dengan ketebalan 3,2 mm.

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan yaitu menggunakan metode eksperimen. Hakekat penelitian eksperimen (*experimental research*) adalah meneliti pengaruh perlakuan terhadap perilaku yang timbul sebagai akibat perlakuan (Alsa 2004). Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono 2011:72). Berdasarkan definisi dari beberapa ahli tersebut, dapat dipahami bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian suatu treatment atau perlakuan terhadap subjek penelitian. Jadi penelitian eksperimen dalam pendidikan adalah kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan/tindakan/treatment pendidikan terhadap tingkah laku siswa atau menguji hipotesis tentang ada-tidaknya pengaruh tindakan itu jika dibandingkan dengan tindakan lain.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir



Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret hingga Juli 2022. Tempat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan specimen di PT. FSCM MFG Indonesia (Plant Cirebon)
2. Pengujian Tarik di Universitas Sebelas Maret Surakarta
3. Pengujian Kekerasan di PT. FSCM MFG Indonesia (Plant Cirebon)
4. Pengujian Metalografi di Politeknik Manufaktur Ceper Klaten

HASIL DAN PEMBAHASAN

UJI TARIK

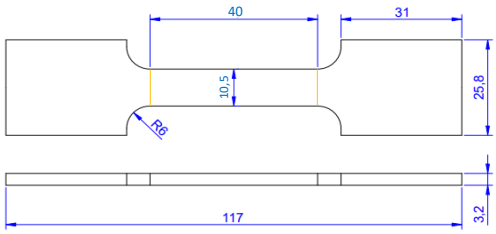
Metode Uji Tarik

Sebelum melakukan pengujian tarik menggunakan mesin yang disebut Universal Tensile Machine (UTM) ada tahapan yang perlu diperhatikan, seperti:

1. Ukur panjang dan tebal benda uji.
2. Pasang benda Uji pada Ultimate Tensile Machine.
3. Masukan data benda uji pada computer testing machine.
4. Komputer secara otomatis akan mengkalkulasikan data yang ada
5. Tekan tombol start pada mesin.
6. Mesin secara otomatis bergerak vertikal menarik benda uji sampai benda uji patah, secara bersamaan komputer secara otomatis mencatat data hasil pengujian.
7. Print grafik hasil pengujian Tarik.

Spesimen

Spesimen uji tarik bentuk dan ukurannya sudah terstandar, dalam kasus-kasus tertentu dijinkan memakai bentuk dan ukuran spesimen uji tidak standar. Bentuk dan ukuran spesimen uji terstandar disebut juga spesimen uji proporsional, dan yang tidak terstandar disebut juga spesimen uji non proporsional. Bentuk penampang specimen uji dapat berbentuk lingkaran atau bentuk segi empat. Dalam penelitian kali ini ukuran spesimen yang digunakan untuk uji tarik mengacu kepada standar JIS Z2201.



Gambar 1.Spesimen Uji Tarik

Analisa Hasil Uji Tarik

Setelah melakukan pembuatan spesimen uji di PT. FSCM MFG INDONESIA. Dilanjutkan dengan pengujian tarik di Universitas Sebelas Maret. Didapat hasil pengujian tarik berupa nilai yield strength dan tensile strength. Hasil uji tarik untuk keseluruhan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

Tabel 1 Hasil Uji Tarik

No.	Spesimen Uji	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas So (mm²)	Panjang Awal (mm)	Gaya Max (Fm) (kN)	Tegangan Max (σ) (Mpa)
1	SS 400	3,2	10,5	33,6	40	17,54	522,02
2	SS 400	3,2	10,5	33,6	40	17,48	520,24
3	SS 400	3,2	10,5	33,6	40	17,53	521,73

No.	Panjang Akhir (mm)	Penambahan Panjang (ΔL) (mm)	Titik Luluh (Yield Strength) (kN)	Elongasi (%)
1	44,00	4	13,2	10%
2	43,74	3,74	13,2	9,35%
3	44,00	4	13,2	10%

Hasil pengujian tarik dengan 3 sampel yang ditunjukan pada Tabel 1 dapat dilihat beban maksimum atau gaya maksimum yang mampu membuat material menjadi plastis sebesar 17,54 kN dan jika dilihat dari hasil perhitungan gaya pada kerja press dies rata-rata sebesar 6,01 Tonforce (Putut Tegar P., Laporan Perancangan Dies Plate Bumper Dengan Proses Cutting, Pierching dan Bending Benda Uji SS400, 2022)

Hasil Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan diperoleh tegangan sebesar 17,54kN dan Elongasi sebesar diatas 5% maka material tersebut termasuk material yang ulet (ducktile) (Callister,William D., Materials Science and Engineering, 1991). Hasil perhitungan gaya rata-rata yang dibutuhkan untuk membuat produk sampai jadi adalah 6,01 Tonforce Tonforce (Putut Tegar P., Laporan Perancangan Dies Plate Bumper Dengan Proses Cutting, Pierchingbending Benda Uji SS400, 2022), maka material SS400 dinyatakan aman untuk dikerjakan proses press dies

UJI KEKERASAN ROCKWELL

Metode Uji Kekerasan Rockwell

Persiapan untuk melakukan pengujian kekerasan atau hardness test memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapkan specimen yang akan diuji
2. Pasangkan indenter cone / kerucut intan pada mesin
3. Pasangkan blok standar pada anvil atau dudukan beban minor
4. Letakkan benda uji pada blok standar
5. Masukan angka pembebanan
6. Hidupkan power mesin uji
7. Putar anvil kearah atas bersamaan dengan menekan benda sampai lampu indikator hijau hidup pada tulisan “Set”
8. Lepaskan tangan dari tuas anvil
9. Hasil kekerasan akan muncul pada layar.

Analisa Hasil

Pengujian kekerasan dilakukan dengan waktu berbeda yaitu pada saat material diterima dan pada saat selesai trial dies atau pada hasil produk. Dimana hasil dari pengujian didapat sebagai berikut:

Tabel 2 Uji kekerasan sebelum proses dies

No Spesimen	Bagian yang Uji	Hasil Pengukuran (HRC)
1	Material Sebelum Proses	-25.2
2	Material Sebelum Proses	-24.1
3	Material Sebelum Proses	-27.1
Rata-rata		-25.47

Tabel 3 Uji Kekerasan pada bagian

No Spesimen	Bagian yang Uji	Hasil Pengukuran (HRC)
1	Hasil *Pierching*	-10.9
2	Hasil *Pierching*	-5.6
3	Hasil *Pierching*	-7.9
Rata-rata		-8.13

Tabel 4 Uji Kekerasan pada bagian Cutting

No Spesimen	Bagian yang Uji	Hasil Pengukuran (HRC)
1	Hasil *Bending*	1.9
2	Hasil *Bending*	2.5
3	Hasil *Bending*	1.2
Rata-rata		1.87

Tabel 5 Uji Kekerasan pada bagian Bending

No Spesimen	Bagian yang Uji	Hasil Pengukuran (HRC)
1	Hasil *Cutting*	-7.3
2	Hasil *Cutting*	-8.0
3	Hasil *Cutting*	-7.1
Rata-rata		-7.46

Hasil Uji Kekerasan Rockwell

Hasil pengujian kekerasan yang sudah dilakukan dengan membandingkan material yang belum terkena gaya atau proses *press dies* memiliki perbedaan yang signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa proses *press dies* membuat material mengalami perubahan sifat kekerasan meskipun hanya sedikit perbandingannya.

UJI METALOGRAFI

Metode Uji Metalografi

Secara garis besar uji Metalografi adalah sebagai berikut :

1. Pemotongan spesimen (*sectioning*)
2. *Framing (mounting)*
3. *Grinding*, abrasi dan *polishing*
4. Etsa (*Etching*)
5. Pengamatan di *microscope optic*

Spesimen

Pembuatan specimen atau *sectioning* pada metalografi bertujuan untuk memperkecil atau memudahkan proses uji metalografi tersebut.

Gambar 2 Material sebelum terkena proses Dies

Gambar 3 Bagian yang terkena proses *Cutting*

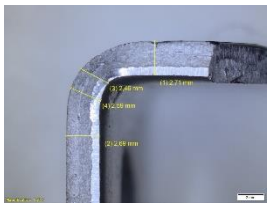
Gambar 4 Bagian yang terkena proses *Pierching*

Gambar 5 Bagian yang terkena proses *Bending*

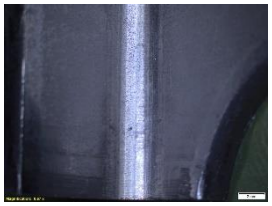
Analisa Hasil

Uji Makro

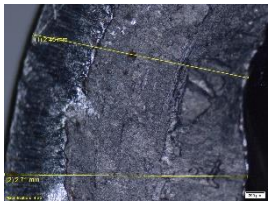
Pengujian Makro ini menggunakan mikroskop optic dengan *magnification* sebesar 0,67x dan 4,5x.



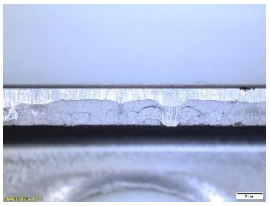
Gambar 6 Hasil Bending dengan magnification 0,67x



Gambar 7 Area yang terkena Bending dengan magnification 0,67x

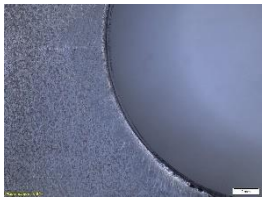


Gambar 8 Hasil Bending dengan magnification 4,5x

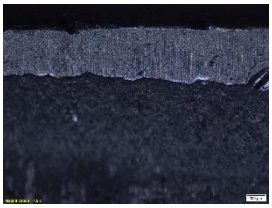


Gambar 9 Hasil Pierching dengan magnification 0,67x

Gambar 10 Hasil Cutting dengan magnification 4,5x



Gambar 11 Hasil Pierching dengan magnification 0,67x



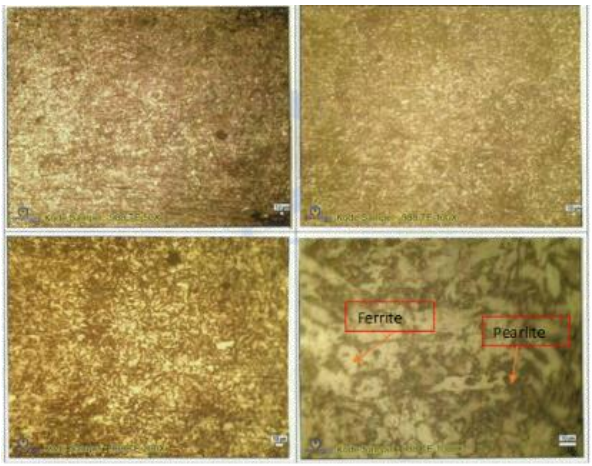
Gambar 12 Hasil Pierching dengan magnification 4,5x

Hasil pengamatan dari Uji Makro yang dilakukan menggunakan mikroskop optic dengan *magnification* 0,67x dan 4,5x didapatkan hasil berikut :

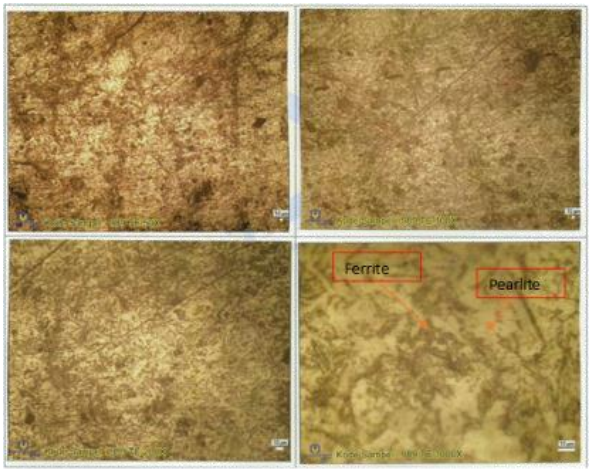
1. Proses pada bagian *bending* terdapat area penipisan dari tebal material dimana tebal awal material yang digunakan sebesar 3,2mm dan setelah proses bending material tertekan oleh *punch* dan *die* sehingga ketebalan produk menjadi 2,45-2,7mm.
2. Proses *cutting* pada material bisa terlihat bahwa material sudah patah atau terpotong sebelum pisau memotong sampai akhir ketebalan material.
3. Proses *pierching* pada material ini tidak beda dari proses *cutting* karena merupakan proses pemotongan dan bisa diamati bahwa material sudah patah atau terpotong sebelum pisau memotong sampai akhir ketebalan material.

Uji Mikro

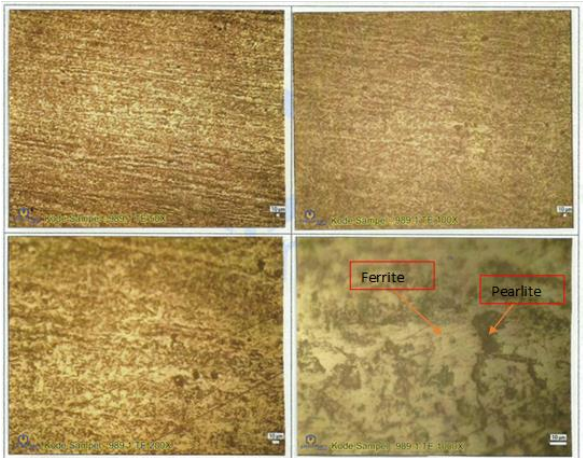
Pengujian Mikro ini menggunakan mikroskop optic dengan *magnification* sebesar 50x, 100x, 200x dan 1000x.



Gambar 13 Material Sebelum Proses Press Dies

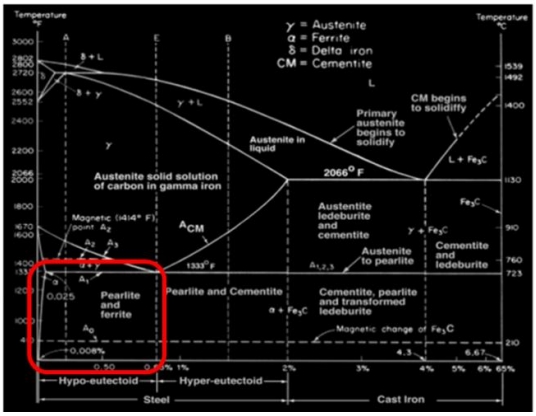


Gambar 14 Material Setelah terkena Proses Bending



Gambar 15 Material Setelah terkena Proses Cutting

Pada pengujian mikro yang dilakukan dengan perbesaran 50x sampai 1000x dapat diamati bahwa perbandingan antara material awal sebelum terkena efek proses *press dies* dengan setelah material terkena *press dies* didapatkan tidak adanya perbedaan ditandai dengan hanya terdeteksinya fasa *ferrite* dan *pearlite* dengan kandungan yang hampir sama pada potretnya.



Gambar 16 Diagram Fe-Fe3C

Hasil Uji Metalografi

Hasil dari uji metalografi dapat disimpulkan bahwa :

1. Material SS400 yang diproses menggunakan *press dies* mengalami proses pengurangan tebal dan area yang terkena pembentukan akan terlihat mengkilap pada **Gambar 4.6** .
2. Area yang terkena pisau potong *dies* dapat terpotong dengan sempurna tanpa cacat pemotongan (*burry*) menandakan bahwa *clearence* dari desain dies sudah sesuai.
3. Pada pengujian mikro dapat diamati perbandingan antara material yang belum terkenana proses *dies* dan sesudah proses *dies* tidak mengalami perubahan fasa pada struktur mikronya.
4. Hasil pada pengujian mikro struktur menunjukan bahwa fasa yang terdeteksi hanya ferrite dan pearlite jika dimasukan kedalam diagram Fe-Fe3C maka material SS400 termasuk baja karbon rendah.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian tarik yang dilakukan diperoleh tegangan sebesar 17,54kN dan Elongasi sebesar diatas 5% maka material tersebut termasuk material yang ulet (*ducktile*) (Callister,William D., *Materials Science and Engineering*, 1991). Hasil perhitungan gaya rata-rata yang dibutuhkan untuk membuat produk sampai jadi adalah 6,01 *Tonforce,* maka material SS400 dinyatakan aman untuk dikerjakan proses *press dies.*
2. Hasil pengujian kekerasan yang sudah dilakukan dengan membandingkan material yang belum terkena gaya atau proses *press dies* memiliki perbedaan yang signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa proses *press dies* membuat material mengalami perubahan sifat kekerasan meskipun hanya sedikit perbandingannya.
3. Proses pada bagian *bending* terdapat area penipisan dari tebal material dimana tebal awal material yang digunakan sebesar 3,2mm dan setelah proses bending material tertekan oleh *punch* dan *die* sehingga ketebalan produk menjadi 2,45-2,7mm
4. Proses *cutting* pada material bisa terlihat bahwa material sudah patah atau terpotong sebelum pisau memotong sampai akhir ketebalan material
5. Proses *pierching* pada material ini tidak beda dari proses *cutting* karena merupakan proses pemotongan dan bisa diamati bahwa material sudah patah atau terpotong sebelum pisau memotong sampai sepanjang material
6. Pada pengujian mikro perbandingan antara material yang belum terkenana proses *dies* dan sesudah proses *dies* tidak mengalami perubahan fasa pada struktur mikronya.
7. Hasil pada pengujian mikro struktur menunjukan bahwa fasa yang terdeteksi hanya *ferrite* dan *pearlite* jika dimasukan kedalam diagram Fe-Fe3C maka material SS400 termasuk baja karbon rendah.

SARAN

1. Pengujian yang dilakukan hanya menggunakan Uji Tarik, Uji Kekerasan dan Uji Metalografi, untuk selanjutnya mungkin bisa dilakukan dengan menambahkan pengujian yang lain.
2. Pengujian kekerasan dengan metode *rockwell* menggunakan indentor *diamond* atau *cone* untuk menguji material SS400 dan hasilnya minus pada angka kekerasannya, sebaiknya diuji lagi menggunakan indentor *ball* karena hasil dari mikro strukturnya merupakan baja karbon rendah.
3. Pada pengujian kekerasan hanya menggunakan uji *rockwell hardness,* selanjutnya bisa dibandingkan pengujian menggunakan *Vickers* dan *Brinell.*
4. Pengujian hanya menggunakan jenis pengujian NDT (*Non Destructive Test*) selanjutnya bisa dilakukan uji DT (*Destructive Test*).

REFERENSI

Sudarmawan, Rony.2009.*Teknologi Press Dies*.Yogyakarta : Kanisius

Universitas Udayana.2015.*Modul Praktikum Metalurgi.*Bali : Universitas Udayana

Universitas Mercubuana.2009.*Analisa Perancangan Dies Breket Pintu Pengemudi Mobil Daihatsu Terios.*Jakarta:Universitas Mercubuana

Institut Teknologi Sepuluh Nopember.2015. *Analisa Impact pada Variasi Profil Bumper Reinforcement Beam Komposit*

*Epoxy HGM Menggunakan Software Finite Element.*Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Viktor Naubnom, dkk.2020.Analisis Uji Tarik dan Simulasi Kegagalan pada Baja SS400 dengan Variasi Ketebalan Lapisan Karbon Fiber untuk Aplikasi Kerangka Mobil Listrik.*Gorontalo Journal Infrastructure and Science Engineering*.3(1).28-36

M. Y. Pratama, U. Budiarto, and S. Jokosisworo.2019.Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 7(4).203-214

Callister, D. W. 2013. *Materials Science and Engineering : An Introduction*, 9th Edition. Wiley Global Education: New York.

Popov P. E., 1989, *Mekanika Teknik (Mechanic of Material)*, Erlangga, Jakarta.

Yunus A. D., 2010, *Diktat Mekanika Kekuatan Material*, Teknik Mesin Universitas Darma Persada, Jakarta.

James M. G., 2004, *Mechanics of Materials*, eighth edition, Thomson Learning Academic Resource Center 1-800-423-0563

Penulis

W. Djoko Yudisworo
Mechanical Engineering Study Program
University of 17 August 1945 Cirebon
Email: djokoyudisworo@gmail.com

Raja ‘Amar Firdaus P.P
Mechanical Engineering Study Program
University of 17 August 1945 Cirebon
Email: rajaa1575@gmail.com[3]