

ANALISA MEKANIS BAJA PADA BAHAN SPCC-HD DENGAN PROSES DEEP DRAWING DALAM PEMBUATAN DRUM

Ucok Mulyo Sugeng¹, Adri Fato²
Teknik Mesin S1, Institut Sains Dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa, DKI Jakarta 12630
ucok@istn.ac.id

Penulisan ini menyajikan penelitian metalurgi yang dilakukan pada bahan SPCC-HD yang sudah melalui proses pengerjaan dingin untuk pembuatan Drum Oil. Proses pengerjaan dingin (*cold working*) khususnya proses forming banyak dilakukan dalam proses-proses fabrikasi. Proses ini berpengaruh terhadap struktur dan sifat mekanik material logam. Perlu diidentifikasi lebih lanjut mengenai pengaruh proses pengerjaan dingin secara umum logam yang telah mengalami pengerjaan dingin akan mengalami penurunan atau keuletan menurun, akan tetapi kekuatan lebih dan kuat tarik maksimumnya bertambah. Proses *metal forming* bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu cara pengerjaan panas (*hot working*). Pada proses pengerjaan panas dan pengerjaan dingin logam mengalami deformasi plastis dan perubahan bentuk. Pada pengerjaan panas, gaya deformasi yang diperlukan lebih rendah dan perubahan sifat mekanik juga tidak signifikan. Pada pengerjaan dingin, diperlukan gaya yang lebih besar, akan tetapi kekuatan logam tersebut akan meningkat secara signifikan. Disamping itu, *sheet metal forming* dalam *manufacturing* adalah proses pemberian tekanan pada plat datar menurut permukaan *design die* sampai pada titik deformasi plastis plat tersebut, sehingga terbentuklah komponen yang baru sesuai dengan *design* permukaan *die*. *Die* tersebut memberikan tegangan yang melebihi kekuatan menghasilkan logam (plastis). Logam selanjutnya berubah bentuk menjadi bentuk yang sesuai dengan geometri *die*. Pada pembentuk logam, tegangan yang diberikan untuk mengubah bentuk logam secara plastis biasanya bersifat *compressive*.

Kata Kunci : *Cold working, die, sheet metal forming.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *manufactur* memiliki peran sangat penting dalam peningkatan hasil produksi yang berkualitas dalam dunia industry, hampir di semua proses semua produksi memanfaatkan kemajuan teknologi ini. Terobosan untuk selalu memiliki teknologi yang terdepan menjadi suatu keharusan bagi setiap perusahaan yang ingin keberlangsungan hidup dan eksistensinya tetap terjaga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Sheet Metal Forming*

Sheet metal forming adalah proses pembentukan lembaran logam dengan

menggunakan *dies* dan mesin *press* gaya tekan untuk mengubah bentuk dan ukuran dari logam yang dikerjakan agar sesuai dengan bentuk benda kerja yang diinginkan. Pembentukan logam masuk dalam sebuah kelompok besar dari proses-proses *manufactur*. Istilah *metal forming* adalah merujuk kepada sekelompok metode manufaktur yang dilakukan pada suatu material biasanya material tak berbentuk sederhana yang dirubah menjadi sebuah produk yang bermanfaat tanpa adanya perubahan massa atau komposisi material. Produk yang baru terbentuk ini biasanya memiliki geometri yang lebih kompak yang didefinisikan dalam bentuknya ukurannya akurasi dan toleransinya penampilannya dan sifat-sifatnya.

2.2 Jenis-Jenis *Sheet Metal Forming*

Sheet metal forming adalah proses pengubahan bentuk lembaran logam menjadi bentuk yang sesuai dengan kita inginkan tanpa terjadinya patahan. Jenis-jenis dari sheet metal forming antara lain :

2.2.1 *Deep Drawing*

Deep drawing adalah proses pembentukan lembaran logam menjadi bentuk cangkir, kotak, atau komponen melengkung dan cekung yang rumit. Proses ini dilakukan dengan menempatkan selembar logam di atas lubang *die* dan kemudian mendorong logam tersebut ke dalam lubang dengan *punch*. Lembaran logam awal biasanya harus dipegang rata terhadap *die* menggunakan bantuan *blank holder*. Benda-benda umum yang dibuat dengan *deep drawing* antara lain: kaleng minuman, amunisi, panci, dan panel bodi mobil. [7]

2.2.2 *Bending Forming*

Penekukan (*bending*) dalam pekerjaan lembaran logam didefinisikan sebagai peregangan logam di sekitar sumbu lurus. Selama proses penekukan, logam di bagian dalam bidang netral ditekan, sedangkan logam di bagian luar bidang netral diregangkan. Kondisi regangan ini dapat dilihat pada gambar 1(b). Logam ini dideformasi secara plastis sehingga tekukan bisa permanen meskipun tegangan yang menyebabkannya dihilangkan. Bending menghasilkan sedikit atau tidak ada perubahan pada ketebalan lembaran logam.[8]

2.3 Tujuan dan Fungsi *Sheet Metal Forming*

Tujuan utama Proses *Manufacturing* adalah untuk membuat komponen dengan mempergunakan material tertentu yang memenuhi persyaratan bentuk dan ukuran, serta struktur yang mampu melayani kondisi lingkungan tertentu.

Melihat factor tersebut maka faktor membuat suatu bentuk tertentu merupakan faktor utama. Ada beberapa metoda atau

membuat geometri (bentuk dan ukuran) dari suatu bahan yang dikelompokkan menjadi enam kelompok dasar proses pembuatan (*manufacturing process*) yaitu : proses pengecoran (*casting*), proses pemesinan (*machining*), proses pembentukan logam (*metal forming*), proses pengelasan (*welding*), perlakuan panas (*heat treatment*), dan proses perlakuan untuk mengubah sifat karakteristik logam pada bagian permukaan logam (*surface treatment*).[9]

2.4 Baja

Baja adalah paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon dalam bajaberkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karena berwarna hitam, banyak digunakan untuk peralatan pertanian, misalnya sabit dan cangkul. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah titanium, krom (*chromium*), nikel, vanadium, cobalt, dan tungsten (*wolfram*). Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strenght*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).

2.5 Klasifikasi Baja Berdasarkan Komposisi Kimia

Besi dan baja merupakan logam yang banyak digunakan didalam pemaduan antara elemen besi (Fe) dengan unsur-unsur lain yang selalu ada seperti : Karbon, Mangan, Silikon, Phospor, Belerang, dan Lain-lain. Besi dan baja dapat dibedakan menurut kadar karbonnya. Baja memiliki kadar karbon lebih kecil dari 1,7%, sedangkan besi memiliki kadar karbon lebih

besar 1,7%. Baja mempunyai unsur-unsur lain sebagai pepadu yang dapat mempengaruhi sifat dari baja. Penambahan unsur-unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih. Tergantung pada karakteristik baja karbon yang dibuat.

2.6 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja

Maksud penambahan unsur paduan ke dalam baja adalah untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, keuletan, ketangguhan, tahan aus, dan lain-lain pada produk akhir seperti yang diinginkan. Unsur-unsur yang cukup berpengaruh pada baja S45C

2.7 Struktur Mikro Baja

Struktur dari baja karbon akan mempengaruhi pada sifat-sifat mekanik dan juga sifat fisik dari besi tersebut.

2.8 Efek *Strain Hardening*

Strain hardening (pengerasan regangan) adalah penguatan logam untuk deforasi plastis (perubahan bentuk secara permanen atau tidak dapat kembali seperti semula). Penguatan ini terjadi karena dislokasi gerakan dalam struktur kristal dari material. Deformasi bahan disebabkan oleh *slip* (pergeseran) pada bidang kristal tertentu. Jika gaya yang menyebabkan *slip* ditentukan dengan pengandaian bahwa seluruh atom pada bidang *slip* kristal serempak bergeser, maka gaya tersebut akan besar sekali. Dalam kristal akan terdapat cacat kisi yang dinamakan dislokasi. Dengan pergerakan dislokasi pada bidang *slip* yang menyebabkan deformasi dengan memerlukan tegangan yang sangat kecil.

2.9 Definisi proses *Deep Drawing*

Proses *deep drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangannya mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh *punch*. Pengertian dari *sheet metal* adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam

(*sheet metal*) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulung.

2.10 Material SPCC

SPCC adalah *Stell Plate Cold Coil* yang dikenal juga sebagai baja putih. SPCC memiliki kualitas permukaan yang lebih baik lebih tipis dengan ukuran yang lebih tepat. SPCC juga memiliki sifat mekanik yang baik dan sifat mampu bentuk yang sangat baik.

SPCC adalah singkatan dari *steel plate cold rolled coiled*, SPCC didefinisikan sebagai baja lembaran canai dengan kualitas komersial, merujuk pada standar jepang JIS G3141. Baja jenis SPCC sangat cocok digunakan untuk mobil, alat listrik, dll. Karena jangkauan penerapannya yang lebih luas. Material SPCC mirip dengan baja karbon ASTM A1008 dan A1008M kualitas komersial

2.10.1 Pengertian Drum

Drum adalah wadah silinder yang digunakan untuk pengiriman dengan bentuk material cair. Drum umum dibuat dari material baja, kertas karton tebal (biasa disebut Drum serat), atau plastik, dan umumnya digunakan untuk transportasi dan penyimpanan cairan dan bubuk. Drum sering disertifikasi untuk pengiriman barang berbahaya. Banyak Drum memiliki volume nominal umum 208 liter dan secara nominal berukuran di bawah 880 millimeter (35 in) tinggi dengan diameter tepat di bawah 610 millimeter (24 in) ada berbeda dengan memegang sekitar tiga belas galon lagi dari satu barel minyak mentah. Di Amerika Serikat, Drum 25-US- galon juga umum digunakan dan memiliki ketinggian yang sama. Ini memungkinkan penumpukan palet campuran yang mudah.

2.11 Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi, atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua, yaitu beban statik dan beban

dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu, sedangkan beban dinamik dipengaruhi waktu. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

2.11.1 Analisis Struktur Mikro (*Metallography*)

Pengamatan struktur mikro adalah suatu pengujian untuk mengetahui susunan fasa pada suatu benda uji atau spesimen. Struktur mikro dan sifat paduannya dapat diamati dengan berbagai cara bergantung pada sifat informasi yang dibutuhkan. Salah satu cara dalam mengamati struktur suatu bahan yaitu dengan teknik metalografi (pengujian mikroskopik).



Gambar 2.6 Alat Uji *Metallography*
(Sumber :Biro kualifikasi Indonesia/BKI)

2.11.2 Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia adalah suatu pengujian untuk mengetahui kandungan unsure kimia yang terdapat pada logam dari suatu benda uji. Komposisi kimia dari logam sangat penting untuk menghasilkan sifat logam yang baik. *Spectrometer* adalah alat yang mampu menganalisa unsur-unsur logam induk dan campurannya dengan akurat,

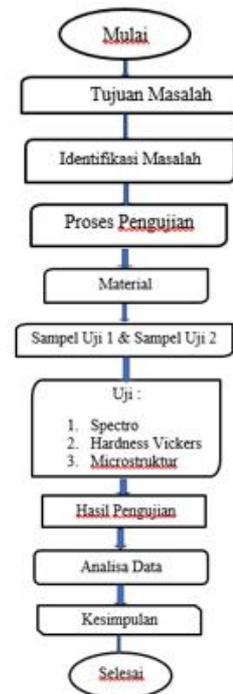
cepat dan mudah di operasikan. Prinsip dasar dari diketahuinya kandungan unsure dan komposisinya pada alat ini adalah apabila suatu logam dikenakan energi listrik atau panas maka kondisi atom-atomnya akan menjadi tidak stabil. Elektron – elektron yang bergerak pada orbital yang tinggi. Apabila energi yang dikenakan dihilangkan maka elektron tersebut akan kembali ke orbit semula dan energi yang diterimanya akan dipancarkan kembali dalam bentuk sinar. Sinar yang terpancar memiliki panjang gelombang tertentu sesuai dengan jenis atom unsurnya, sedangkan intensitas sinar terpancar sebanding dengan kadarnya dapat diketahui melalui panjang dan intensitas sinar yang terpancar.

2.11.3 Pengujian Kekerasan

Yang dimaksud dengan kekerasan adalah tahanan yang dilakukan oleh bahan terhadap desakan ke dalam yang tetap yang disebabkan oleh sebuah alat pendesak dengan bentuk tertentu di bawah pengaruh gaya tertentu, suatu desakan kecil (atau tidak dalam) menunjukkan kekerasan yang besar (G. L. J. Van Vliet, 1984).

Metode Penelitian

3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Perencanaan Penelitian

Benda uji yang digunakan untuk pengujian dalam penelitian ini adalah 1 (satu) buah plat dengan diameter pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Persiapan Sampel



Gambar 3.3 Sampel setelah di mounting

3.3 Prosedur Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana tahap-tahap menganalisa bahan material SPCC-HD pada proses *Sheet Metal Forming*

1. Pemilihan Judul

Penentuan judul ini dilakukan untuk menentukan topic dan materi yang akan dibahas dalam penelitian ini.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan penelitian dan memudahkan dalam menentukan proses yang akan dilakukan selama penelitian. Materi yang dibutuhkan antara lain *Sheet Metal Forming*, pengertian bahan material, uji komposisi kimia, struktur mikro, dan uji kekerasan.

3. Persiapan bahan yang akan digunakan penelitian ini adalah plat SPCC-HD
4. Pada pengujian bahan dilakukan pengujian kekerasan vikers dan mengetahui komposisi kima
5. Data pengujian
6. Analisa data setelah melakukan pengumpulan data dari bahan dasarsampai melakukan pengujian yang mendukung analisa yang dilakukan. Reprsentasi data yang diolah berupa foto dan table. Setelah data selesai diolah, maka data tersebut dianalisa berdasarkan teori yang didapat dari referensi dan literatur.
7. Kesimpulan dan Saran
Menarik dari kesimpulan hasil pengolahan data dan menganalisa dan memberikan saran untuk penelitian ini.

3.4 Tahap Pengujian Pada Benda Uji

Berikut ini penjelsan mengenai tahapan dari rangkaian pengujian yang dilakukan terhadap plat SPCC-HD meliputi uji komposisi kimia, uji kekerasan (*vikers*), dan uji tarik sebagai berikut:

3.4.1. Pengujian Komposisi Kimia

Pengjian ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur atau kandungan kimia paduan yang terkandung pada material. Sebelum proses pengujian komposisi kimia dilakukan, sampel uji diampas dan dipoes terlebih dahulu dengan baik. Proses komposisi kimia dilakukan dengan alat *apectrometer*.

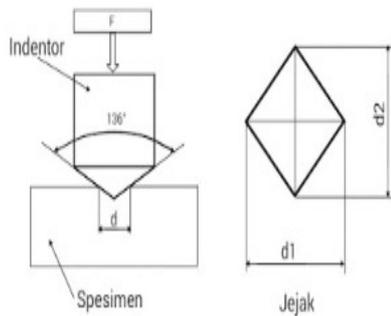
3.4.2. Pengujian *Metallography*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari bentuk struktur mikro dari logam, termasuk didalamnya besar butir dana rah struktur. Struktur tersebut sangat menentukan sifat mekanis logam yang diuji. Alat uji metalografi terdiri dari bebrapa alat

3.4.3. Pengujian Kekerasan

Metode pengujin kekerasan vikers dilaksanakan dengan cara menekan benda uji atau specimen dengan identor intan yang berbentuk piramida dengan alas empat dan besar sudut dari permukaan:

Permukaan yang berhadapan 136° . Gambar 3.4 memperlihatkan penekanan oleh idendor yang menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji



Gambar 3.10 Jejak Penekanan Indentor Pada Benda Uji

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Spectrometer

Hasil pengujian EDS komposisi kimia baja SPCC-HD ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan data keseluruhan dari hasil pengujian komposisi kimia.

Tabel 4.1 Uji Komposisi Kimia Baja SPCC-HD

SPCC-HD		
Unsur	Nilai Kandungan Unsur (%)	Standar JIS SPCC-HD
Fe	99,3	98,69
C	0,124	0,15
Si	0,0215	0,6
Mn	0,187	0,251
Cr	0,0253	0,001
Ni	0,0207	0,021
Mo	0,0059	0,003
Cu	0,0286	0,02
Al	0,0387	0,037
V	0,0033	0,005
Ti	0,0030	0,001
Nb	0,0073	-
W	0,0052	-
Co	0,0016	-
S	0,0125	0,01
P	0,0175	0,07

Dari hasil pengujian terlihat bahwa komposisi kimia material SPCC-HD yang digunakan untuk penelitian ini sesuai dengan komposisi kimia yang terdapat

dalam standar JIS. Material SPCC-HD yang dalam standar AISI adalah D2 Mempunyai Al yang tinggi, yaitu 0,0387%, kandungan ini sangat berkontribusi untuk terbentuknya Aluminium bahan ini sangat cocok pada penggunaan bahan dasar drum.

4.1. Analisa Hasil Uji Kekerasan (Hardness Vickers)

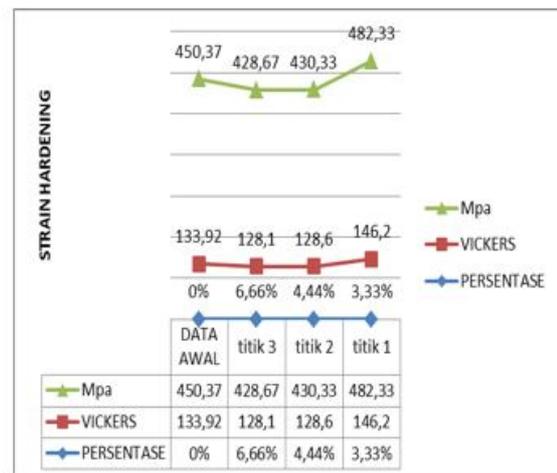
Hasil uji kekerasan yang diperoleh dari specimen plat baja yang disajikan pada table 4.2. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai kekerasan yang di peroleh sangat berubah (rata-rata Vickers). Hasil uji kekerasan ini diperoleh dan menunjukkan bahwa hubungan mikrostruktur dari bahan SPCC-HD tersebut sama. Hasil kekerasan ditunjukkan pada tabel 4.2 dapat digunakan untuk menghitung atau memperkirakan nilai kekuatan tarik (*Tensile Strength*) dengan cara mengkonversikan hasil uji kekerasan menjadi uji tarik.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Bahan SPCC-HD

Kode Sampel	Beban	Daerah	Diagonal 1	Diagonal 2	Nilai Vickers
Bahan Awal	0,5 kg	1	94,99	79,06	122,4
		2	82,69	84,81	132,2
		3	75,86	89,84	135,1
		4	91,16	82,15	123,5
Rata-rata			86,17	83,95	128,3

Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Bahan SPCC-HD setelah Forming

Kode Sampel	Beban	Daerah	Diagonal 1	Diagonal 2	Nilai Vickers
Drawing	0,5 Kg	1	76,61	82,64	146,2
		2	90,56	79,25	128,6
		3	85,93	84,21	128,1
Rata-rata			84,37	82,03	134,3



Gambar 4.4 Grafik hasil uji kekerasan

Pada grafik diatas dapat terlihat perubahan kekerasan antara bahan sebelum metal forming dan bahan sesudah metal forming. Hasil perhitungan persentase tersebut di peroleh dari nilai ketebalan bahan awal T_0 , dengan metoda perhitungan manual

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada proses pengerjaan dingin (*deep drawing*), dengan material SPCC-HD diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses *drawing* pada pengujian ini menyebabkan perubahan dimensi. Dengan nilai persentase rata-rata perubahan dimensi 4,813% di lihat dititik 1, 2, dan 3 pada sampel uji.
2. Proses *drawing* juga mengalami perubahan pada sifat mekanis material dilihat dari uji kekerasan. (Hasil dari mesin uji Vickers)
3. Dari hasil *metalography* bahan uji awal dengan bahan uji hasil *metal forming* mengalami perubahan struktur sebesar 6,25%. (Rata-rata *microstruktur* pada pembesaran 1000x)
4. Perubahan dimensi berbanding lurus dengan perubahan sifat mekanis. Semakin besar perubahan dimensinya semakin besar juga kekerasannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. http://eprints.ums.ac.id/13684/2/BAB_1.pdf
2. http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2015/03/pembentukan-logam-metal-forming_8.html
3. http://eprints.ums.ac.id/15211/2/BAB_I.pdf
4. <https://fdokumen.com/document/proses-pembentukan-logam55b08922e7899.html>
5. METAL FORMING MECHANICS AND METALLURGY Third Editon, William F, Hosford And Robert M. Caddell
6. APPLIED METAL FORMING Including Fem Analysis, Henry S. Valberg

7. APPLIED METAL FORMING Including Fem Analysis, Henry S. Valberg
8. <https://www.quia.com/files/quia/users/>
9. <https://bektiwkidz.wordpress.com/2013/10/25/proses-pembentukan-logam-metal-forming/>