

MENGATASI GEJALA EARING PADA PROSES DEEP DRAWING

Fuad Abdillah*)

Staf Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Mesin
Universitas Muhammadiyah Semarang

Abstrak

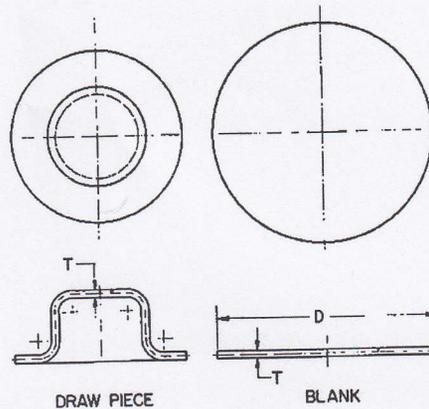
Deep Drawing dan drawing pada dasarnya merupakan salah satu jenis proses produksi yang oleh beberapa ahli metallurgy dibedakan oleh index ketinggian proses pembentukan logamnya yakni pada proses drawing dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang biasa disebut dengan blank sehingga peregangan selalu mengikuti bentuk diesnya. Pada proses drawing biasanya mempunyai sifat khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lainnya, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan mempunyai bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu sehingga die yang digunakan juga mempunyai bentuk khusus pula. Sehingga produk yang dihasilkan tergantung pula dari bentuk die dan punchnya.

PENDAHULUAN

Definisi deep drawing atau drawing adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan definisi menurut P.CO Sharma seorang professor production technology drawing adalah Proses *drawing* adalah proses pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung (*hallow shape*) (P.C. Sharma 2001 : 88)

Deep *drawing* dan *drawing* pada intinya merupakan satu jenis proses produksi namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indek ketinggian, proses *deep drawing* mempunyai indek ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan *drawing*. Selain itu terdapat proses praduksi yang berbeda dengan proses *drawing* tetapi juga diberi istilah *drawing*, proses tersebut berupa penarikan, seperti pada pembuatan beberapa jenis bentuk kawat, untuk membedakan kedua proses tersebut (penarikan dan pembuatan bentuk silinder) beberapa ahli memberikan istilah yang lebih khusus. Yaitu *rod drawing* atau *wire drawing* untuk proses pembentukan kawat.

Bahan dasar dari proses *drawing* adalah lembaran logam (*sheet metal*) yang disebut dengan *blank*, sedangkan produk dari hasil proses *drawing* disebut dengan *draw piece*, (gambar 1)



Sumber : D. Eugene Ostergaard ;1967 : 131

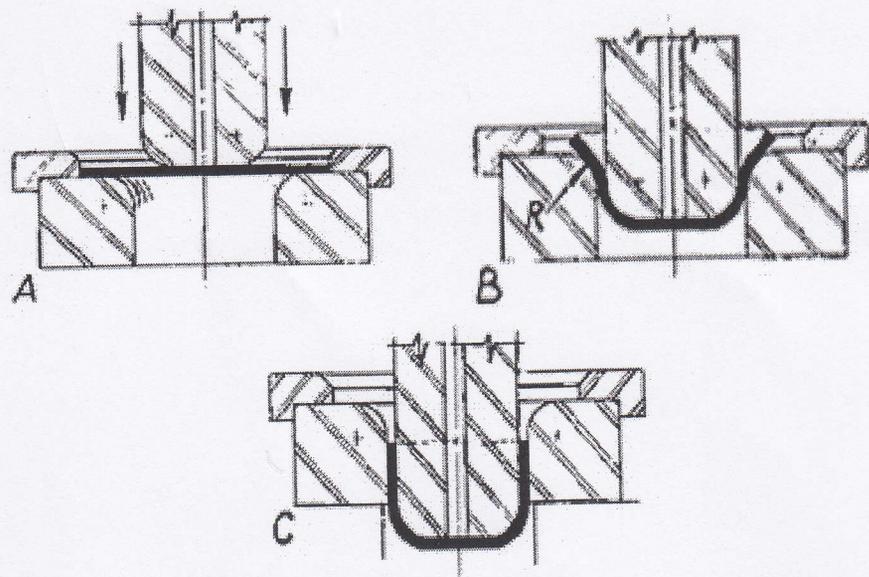
Gambar 1 : *Blank* dan *draw piece*

DASAR TEORI

Proses *drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat di tekan 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 gulungan. Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan, pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari :

- Strain rate yang diperlukan
- Benda yang akan dibuat
- Material yang diinginkan
- Ketebalan benda yang akan dibuat
- Kedalaman benda

Pada umumnya berbagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses *drawing* seperti stainless steel, aluminium, tembaga, perak, emas, baja. Maupun titanium. Gambaran lengkap proses *drawing* dapat dilihat pada gambar 2



Sumber : D. Eugene Ostergaard ;1967 : 128

Gambar 2.: Proses *drawing*

a. Kontak Awal

Pada gambar 2.A, *punch* bergerak dari atas ke bawah, *blank* dipegang oleh *nest* agar tidak bergeser ke samping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari die set saling menyentuh lembaran logam (*blank*) saat kontak awal terjadi belum terjadi gaya-gaya dan gesekan dalam proses *drawing*.

b. Bending

Selanjutnya lembaran logam mengalami proses bending seperti pada gambar 2. B, *punch* terus menekan ke bawah sehingga posisi *punch* lebih dalam melebihi jari-jari (R) dari *die*, sedangkan posisi *die* tetap tidak bergerak ataupun berpindah tempat, kombinasi gaya tekan dari *punch* dan gaya penahan dari *die* menyebabkan material mengalami peregangan sepanjang jari-jari *die*, sedangkan daerah terluar dari *blank* mengalami kompresi arah radial. Bending merupakan proses pertama yang terjadi pada rangkaian pembentukan proses *drawing*, keberhasilan proses bending ditentukan oleh aliran material saat proses terjadi.

c. Straightening

Saat *punch* sudah melewati radius *die*, gerakan *punch* ke bawah akan menghasilkan pelurusan sepanjang dinding *die* (gambar 2. C), lembaran logam akan mengalami peregangan sepanjang dinding *die*. Dari proses pelurusan sepanjang dinding *die* diharapkan mampu menghasilkan bentuk silinder sesuai dengan bentuk *die* dan *punch*.

d. Compression

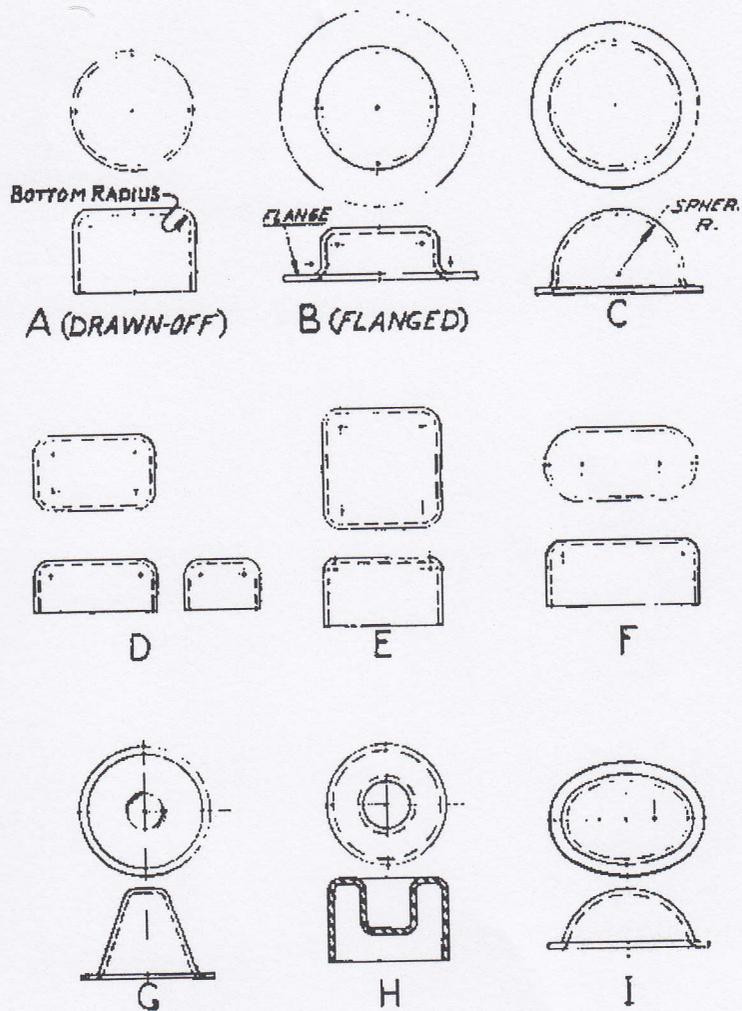
Proses *compression* terjadi ketika *punch* bergerak kebawah, akibatnya *blank* tertarik untuk mengikuti gerakan dari *punch*, daerah *blank* yang masih berada pada *blankholder* akan mengalami *compression* arah radial mengikuti bentuk dari *die*.

e. Tension

Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil *drawing*, bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalami cacat sobek (*tore*), pembentukan bagian bawah cup merupakan proses terakhir pada proses *drawing*.

Komponen Utama Die Set

Proses *drawing* mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lain, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan memiliki bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu, sehingga *die* yang digunakan dalam juga mempunyai bentuk khusus, proses pembentukan berarti adalah proses *non cutting* logam. Produk yang dihasilkan dari *drawing* bervariasi tergantung dari desain *die* dan *punch*, gambar 2.4 menunjukkan beberapa jenis produk (*draw piece*) hasil *drawing*.



Sumber : D. Eugene Ostergaard ;1967 : 127

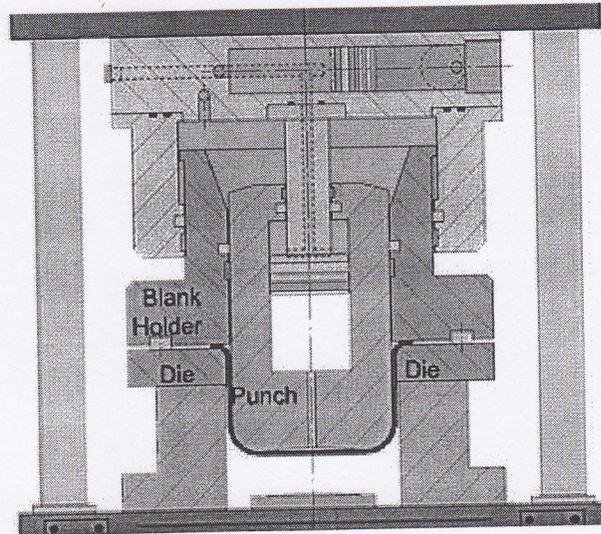
Gambar 3 : Beberapa macam bentuk *draw piece*

Dalam satu unit *die set* terdapat komponen utama yaitu :

1. *punch*
2. *blankholder*
3. *die*

sedangkan komponen lainnya merupakan komponen tambahan tergantung dari jenis *die* yang dipakai.

Bentuk dan posisi dari komponen utama tersebut dapat dilihat pada gambar 4



Sumber : <http://www.thefabricator.com/>

Gambar 4 : Bagian Utama *Die Drawing*

1. Blankholder

Berfungsi memegang *blank* atau benda kerja berupa lembaran logam, pada gambar diatas *blankholder* berada diatas benda kerja, walaupun berfungsi untuk memegang benda kerja, benda kerja harus tetap dapat bergerak saat proses *drawing* dilakukan sebab saat proses *drawing* berlangsung benda kerja yang dijepit oleh *blankholder* akan bergerak ke arah pusat sesuai dengan bentuk dari *die drawing*. Sebagian jenis *blankholder* diganti dengan *nest* yang mempunyai fungsi hampir sama, bentuk *nest* berupa lingkaran yang terdapat lubang didalamnya, lubang tersebut sebagai tempat peletakan dari benda kerja agar tidak bergeser ke samping.

2. Punch

Punch merupakan bagian yang bergerak ke bawah untuk meneruskan gaya dari sumber tenaga sehingga *blank* tertekan ke bawah, bentuk *punch* disesuaikan dengan bentuk akhir yang diinginkan dari proses *drawing*, letak *punch* pada gambar 2. berada di atas *blank*, posisi dari *punch* sebenarnya tidak selalu diatas tergantung dari jenis *die drawing* yang digunakan.

3. Die

Merupakan komponen utama yang berperan dalam menentukan bentuk akhir dari benda kerja *drawing* (*draw piece*), bentuk dan ukuran *die* bervariasi sesuai dengan bentuk akhir yang diinginkan, konstruksi *die* harus mampu menahan gerakan, gaya geser serta gaya

punch. Pada *die* terdapat radius tertentu yang berfungsi mempermudah reduksi benda saat proses berlangsung, lebih jauh lagi dengan adanya jari-jari diharapkan tidak terjadi sobek pada material yang akan di *drawing*.

Variabel Proses Drawing

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses *drawing*, variabel yang mempengaruhi proses *drawing* antara lain :

1. Gesekan

Saat proses *drawing* berlangsung gesekan terjadi antara permukaan *punch*, *dies* *drawing* dengan *blank*, gesekan akan mempengaruhi hasil dari produk yang dihasilkan sekaligus mempengaruhi besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan *drawing*, semakin besar gaya gesek maka gaya untuk proses *drawing* juga meningkat, beberapa faktor yang mempengaruhi gesekan antara lain :

a. Pelumasan

proses pelumasan adalah salah satu cara mengontrol kondisi lapisan tribologi pada proses *drawing*, dengan pelumasan diharapkan mampu menurunkan koefisien gesek permukaan material yang bersinggungan.

b. Gaya *Blank Holder*

Gaya *blank holder* yang tinggi akan meningkatkan gesekan yang terjadi, bila gaya *blank holder* terlalu tinggi dapat mengakibatkan aliran material tidak sempurna sehingga produk dapat mengalami cacat.

c. Kekasaran Permukaan *Blank*

Kekasaran permukaan *blank* mempengaruhi besarnya gesekan yang terjadi, semakin kasar permukaan *blank* maka gesekan yang terjadi juga semakin besar. Hal ini disebabkan koefisien gesek yang terjadi semakin besar seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan.

d. Kekasaran Permukaan *punch*, *die* dan *blank holder*

Seperti halnya permukaan *blank* semakin kasar permukaan *punch*, *die* dan *blank holder* koefisien gesek yang dihasilkan semakin besar sehingga gesekan yang terjadi juga semakin besar.

2. Bending dan *straightening*

Pada proses *drawing* setelah *blank holder* dan *punch* menempel pada permukaan *blank* saat kondisi *blank* masih lurus selanjutnya terjadi proses pembengkokan material (*bending*) dan pelurusan *sheet* sepanjang sisi samping dalam *dies* (*straightening*). Variabel yang mempengaruhi proses ini adalah :

b Radius *Punch*

Radius *punch* disesuaikan dengan besarnya radius *die*, radius *punch* yang tajam akan memperbesar gaya bending yang dibutuhkan untuk proses *drawing*.

c Radius *Die*

Radius *die* disesuaikan dengan produk yang pada nantinya akan dihasilkan, radius *die* berpengaruh terhadap gaya pembentukan, bila besarnya radius *die* mendekati besarnya tebal lembaran logam maka gaya bending yang terjadi semakin kecil sebaliknya apabila besarnya radius *die* semakin meningkat maka gaya bending yang terjadi semakin besar.

3 Penekanan

Proses penekanan terjadi setelah proses *straghtening*, proses ini merupakan proses terakhir yang menentukan bentuk dari bagian bawah produk *drawing*, besarnya gaya tekan yang dilakukan dipengaruhi oleh :

d *Drawability*

Drawability adalah kemampuan bahan untuk dilakukan proses *drawing*, sedangkan nilainya ditentukan oleh *Limiting drawing ratio* (β_{maks}), batas maksimum β_{maks} adalah batas dimana bila material mengalami proses penarikan dan melebihi nilai limit akan terjadi cacat sobek (*cracking*).

e Keuletan logam

Semakin ulet lembaran logam *blank* semakin besar kemampuan *blank* untuk dibentuk ke dalam bentuk yang beranekaragam dan tidak mudah terjadi sobek pada saat proses penekanan, keuletan logam yang kecil mengakibatkan *blank* mudah sobek

f Tegangan Maksimum material

Material *blank* yang mempunyai tegangan maksimum besar mempunyai kekuatan menahan tegangan yang lebih besar sehingga produk tidak mudah mengalami cacat, material dengan tegangan maksimum kecil mudah cacat seperti sobek dan berkerut.

g Ketebalan *Blank*

Ketebalan blank mempengaruhi besar dari gaya penekanan yang dibutuhkan, semakin tebal *blank* akan dibutuhkan gaya penekanan yang besar sebaliknya bila *blank* semakin tipis maka dibutuhkan gaya yang kecil untuk menekan *blank*.

h Temperatur

Dengan naiknya temperatur akan dibutuhkan gaya penekanan yang kecil hal ini disebabkan kondisi material yang ikatan butirannya semakin meregang sehingga material mudah untuk dilakukan deformasi.

4. Diameter *blank*

Diameter *blank* tergantung dari bentuk produk yang akan dibuat, apabila material kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan bentuk produk tidak sesuai dengan yang diinginkan, namun bila material *blank* terlalu berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk seperti kerutan pada pinggiran serta sobek pada daerah yang mengalami bending.

5. Kelonggaran

Kelonggaran atau *clearance* adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, maka besar *clearance* tersebut 7 % - 20 % lebih besar dari tebal lembaran logam, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing*) dan bila besar *clearance* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan. (Donaldson, 1986:73)

6. *Strain Ratio*

Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan yang tinggi maka kemungkinan terjadinya sobekan akan lebih kecil.

7. Kecepatan *Drawing*

Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing

material juga berbeda. Tabel berikut adalah kecepatan maksimal beberapa jenis material yang biasa digunakan untuk *sheet metal drawing*.

Tabel 2.1 : Jenis material dan kecepatan maksimal *draw dies*

Material	Kecepatan
Aluminium	0,762 m/s
Brass	1,02 m/s
Copper	0,762 m/s
Steel	0,279 m/s
Steel, stainless	0,203 m/s

Sumber : D. Eugene Ostergaard ;1967 : 131

PEMBAHASAN

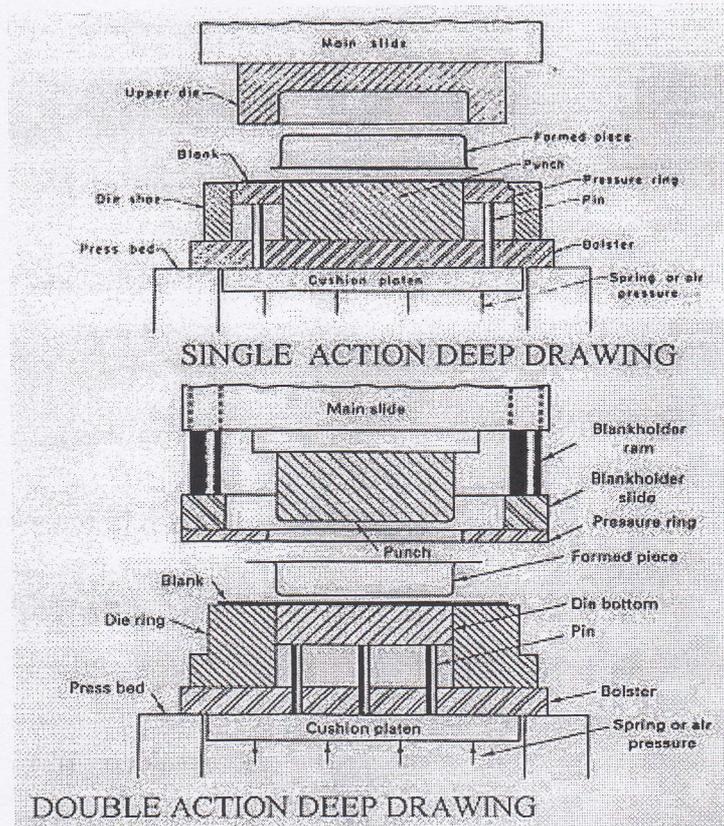
Pada proses deep drawing ditujukan untuk membuat tabung dengan berbagai bentuk dimana kedalamannya lebih besar dibandingkan dengan ukuran diameter, dan disamping itu dikenal juga istilah shallow drawing. Biasanya hasil proses deep drawing ada yang sempurna juga ada yang mengalami kecacatan. Disini kecacatan proses deep drawing ada beberapa macam antara lain Wrinkling, Tearing, Earing, Surface Scratches tergantung dari proses pembentukannya. Pada dasarnya proses ini ada dua, yaitu:

1.SHRINKFORMING

Pada proses ini terjadi kompresi melingkar selama proses dengan pengurangan diameter dan logam cenderung tipis. Karena material cukup tebal maka pada dinding produk akan berakibat terjadi kerutan.

2.STRETCH FORMING

Pada proses ini terjadi pengecilan benda kerja sebagai akibat tarikan melingkar yang digunakan untuk memperbesar diameter. Guna mencegah kerutan dan ketebalan dinding yang tidak merata, aliran logam harus dikontrol. Hal ini dapat diatasi dengan memberikan ring penakan. Perhatikan gambar dibawah ini.



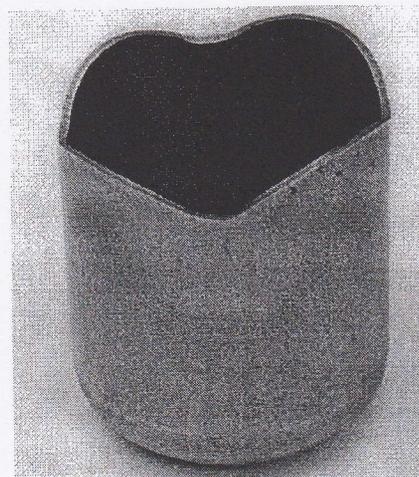
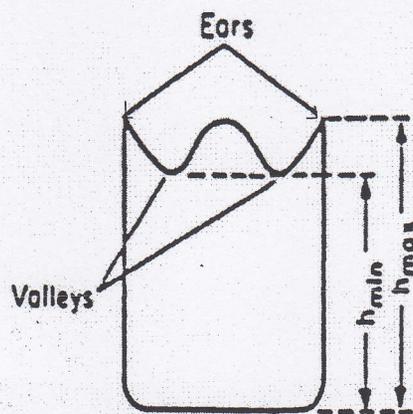
Gambar 5 : macam-macam proses Deep Drawing.

Dari proses deep drawing di atas banyak mengalami cacat produksi antara lain :

1. keriput (Wrinkles) pada bagian flens
2. penipisan berlebihan atau retak pada dinding tabung
3. Earing pada mulut tabung

Bermacam-macam cacat proses deep drawing diatas. Yang kita bahas yaitu tentang mengatasi Earing pada mulut tabung. Bentuk earing dapat kita lihat pada gambar 5. Penyebab terjadinya earing antara lain :

- a. Akibat variasi harga R pada berbagai arah di bidang pelat .
- b. Fenomena ini disebut planar anisotropy yang bisa mengurangi earing pada mulut tabung.



Gambar 6 : Earing pada mulut tabung

Cara mengatasi Earing pada mulut tabung dalam proses Deep Drawing :

1. akibat variasi harga R pada berbagai arah pada bidang plat.

Harga R sangat menentukan pada proses deep drawing . Dimana harga R adalah sifat mampu bentuk pada deep drwing dari sifat material. Harga R disebut juga *plastic strain ratio* (Normal Anistropy). Sifat Material ini dapat diketahui dari struktur atom, disini harga R pada berabagai arah dari plat berbeda-beda kekuatannya disebabkan karena tidak keseragaman struktur atomnya (*ununiform*). Misalnya pada arah vertical dan horizontal dari material kekuatan tariknya tidak sama. Maka cara pengujinya dengan cara memotong material kecil-kecil dari berbagai arah.untuk mengetahui kekuatan dari masing-masing specimen. Ternyata kekuatan dari berbgai arah tidak seragam atau tidak sama .maka ini yang menyebabkan earring pada mulut tabung dari proses deep drawing. Harga R dapat dicari dari persamaan

$$R = \frac{\ln(w_0/w)}{\ln(h_0/h)}$$

Dimana w_0 = lebar awal lembaran logam

w = lebar akhir lembaran logam

h_0 = tebal awal lembaran logam

h = tebal akhir lembaran logam

atau dapat ditulis dengan persamaan hubungan constanta dan volume

$$R = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_w}{-(\varepsilon_w + \varepsilon_l)} = \frac{\ln w_0/w}{-\ln \frac{w_0 l_0}{wl}} = \ln \frac{w_0/w}{\ln \frac{wl}{w_0 l_0}}$$

2. untuk mengatasi earing dapat dikurangi dengan mencari nilai *Planar Anisotropy* dari nilai R rata-rata yang diperoleh dari pengukuran perbedaan sudut (*angles*) pada arah pengerollan lembaran logam (*sheet metal*). Harga R rata-rata dapat dicari dari persamaan

$$\Delta R = \frac{R_0 + R_{90} - 2R_{45}}{2}$$

Dimana Material Isotrop, $R=1$ Agar lembaran logam tidak mudah menipis pada dindingnya, $R>1$. Pengaruh R terhadap proses deep drawing

$$LDR = \left[\frac{D_o}{D_p} \right]_{\max} = \exp \sqrt{\frac{R+1}{2}}$$

Bila faktor gesekan diperluakan $LDR = \left[\frac{D_o}{D_p} \right]_{\max} = \exp \sqrt{\frac{R+1}{2}}$

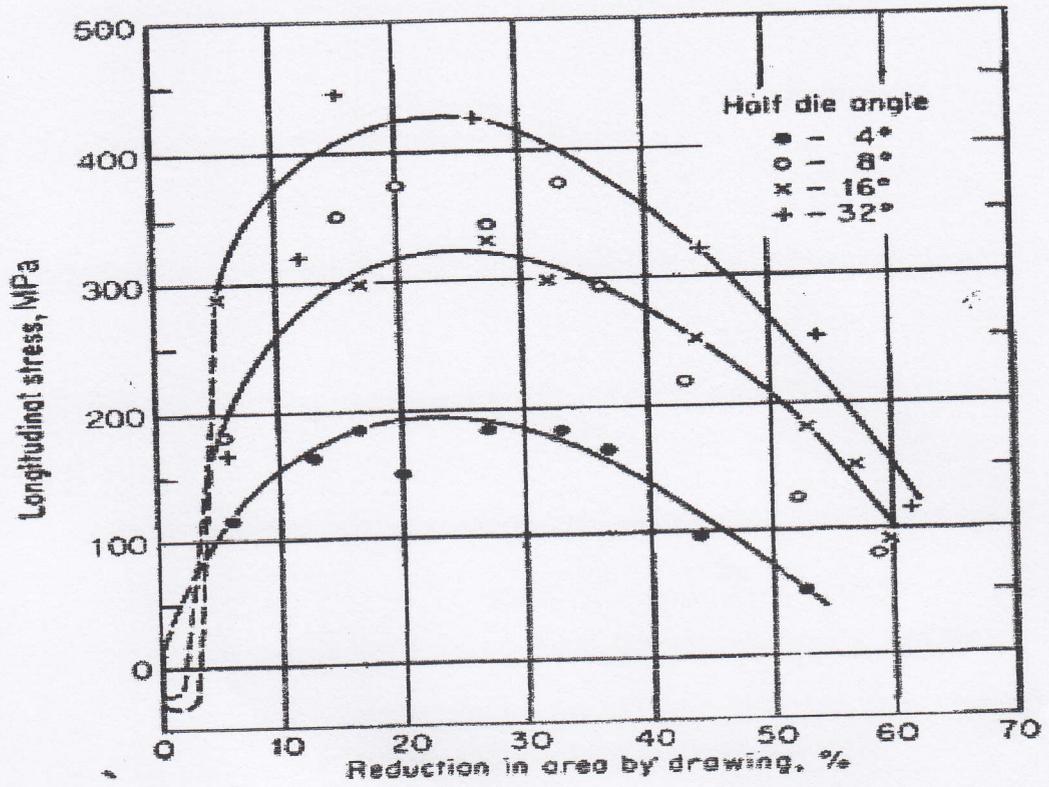
4. Sudut-sudut pada lembaran logam juga berpengaruh terjadinya earing pada mulut tabung . maka sudut-sudut lembaran logam harus dibuat benar-benar presisi sehingga nilai harga R dapat terpenuhi.earing dapat dihilangkan.

KESIMPULAN

1. Cacat produksi pada proses deep drawing dapat dikurangi apabila kita mengetahui teori dasarnya dan dapat menganalisis kerusakannya.
2. Earing pada mulut tabung pada proses deep drawing dapat diatasi dengan cara mensekukan struktur atom pada material sehingga setiap arah dari lembaran logam memiliki kekuatan dan kekerasan yang sama
3. Harga R sangat berpengaruh dalam proses deep drawing karena harga R menunjukkan sifat mampu pada proses deep drawing yang tergantung pada sifat material.
4. Harga R rata-rata menentukan keseragaman kekuatan material pada setiap arah plat logam. dengan keseragaman kekuatan maka earing dapat dikurangi.
5. Untuk material Isotrop, $R=1$ Agar lembaran logam tidak mudah menipis pada dindingnya, $R>1$. Pengaruh R terhadap proses deep drawing.

DAFTAR PUSTAKA

- Eugene, D, Ostergaard ;1967; *Advanced Die Making*; Prentice Hall; New Jersey.
- harma, P.C.; 2002; *A Textbook of Production Engineering*; S. Chand & Company Ltd, New Delhi.
- Schuler;1998 ; *Metal Forming Handbook* ; Springer-Verlag berlin Heidelberg Madison Aveneu ; 270 ; *Product Design for Manucfature and Assembly* ; Marcel Dekker. Inc.New York.
- <http://www.teledometalspinning.com> : September 2005
- <http://www.thefabricator.com> : September 2005
- <http://gnatchung.tripod.com>; September 2005



Grafik.

Longitudinal residual stress in cold-drawn brass wire (*After linicus and sachs*)