

ANALISIS MASALAH KERUTAN (*WRINKLE*) PADA PRODUK ALAS KALENG UKURAN 681 GRAM

Iqnatius Elik Kristiyono

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: 41313110008@student.mercubuana.ac.id

Abstrak--*Kerutan (wrinkle) merupakan cacat yang sering terjadi pada perusahaan kemasan kaleng saat ini yang menghambat proses produksi sehingga merugikan konsumen. Kerutan (wrinkle) adalah pelipatan material yang terjadi pada dinding atau flens pada produk kaleng yang disebabkan oleh aliran dari material yang tidak dipegang atau dikendalikan oleh pemegang material. Pada kasus ini kerutan (wrinkle) terjadi pada produk alas kaleng ukuran 681 gram. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu dapat menganalisis proses pembuatan alas yang menyebabkan kerutan (wrinkle). Kerutan dapat dihilangkan dengan memberikan gaya pengendali blank pada saat material mengalir pada proses drawing atau dengan mengganti material yang mempunyai kekerasan yang berbeda. Gaya pengendali blank didapatkan dengan memanfaatkan gaya pegas dengan konstanta tertentu. Dari hasil perhitungan didapatkan besar gaya pengendali blank pada area 1 sebesar 1028.22 N, pada area 2 sebesar 1044.21 N, dan pada area 3 sebesar 751.47 N. Sedangkan perhitungan untuk gaya pegas yang digunakan untuk gaya pengendali blank pada area 1 sebesar 1164.8 N, pada area 2 sebesar 1144 N, dan pada area 3 sebesar 748.8 N.*

Kata Kunci: *Kerutan (wrinkle), gaya pengendali blank, pegas*

1. PENDAHULUAN

Kaleng merupakan suatu barang yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari terutama kaleng biskuit. Dalam proses pembuatan kaleng biskuit sering ditemukan cacat-cacat yang menghambat proses produksi sehingga merugikan konsumen. Kerutan (*wrinkle*) merupakan cacat yang sering terjadi pada perusahaan kemasan kaleng saat ini. Kerutan (*wrinkle*) adalah pelipatan material yang terjadi pada dinding atau *flens* pada produk kaleng yang disebabkan oleh aliran dari material yang tidak dipegang atau dikendalikan oleh pemegang material.

Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen atau dapat diterima sesuai batas spesifikasi, dan proses yang baik yang diberikan oleh produsen dalam batas kontrol. Pengendalian kualitas selain berpengaruh pada kualitas yang memenuhi standar, juga akan menghasilkan harga produk yang lebih rendah. Karena dengan jumlah produk rusak atau cacat yang berkurang, maka biaya yang ditimbulkan karena adanya produk cacat akan berkurang. Dengan menekan biaya-biaya yang disebabkan kerusakan atau *reject* dari produk, perusahaan telah meningkatkan kinerjanya sehingga dapat terus bertahan dan bersaing dengan perusahaan-perusahaan lain (Prasetyo, 2015).

Namun, meskipun proses produksi telah dilaksanakan dengan baik, pada kenyataannya seringkali ditemukan ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan yang diharapkan, dimana kualitas produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar atau produk mengalami kerusakan atau cacat produk. Hal ini dapat

terjadi karena adanya penyimpangan-penyimpangan dari berbagai faktor, baik dari bahan baku, proses, tenaga kerja dan fasilitas-fasilitas mesin produksi. Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan pada produk dibagi dalam lima kelompok, yaitu: *Man* (Manusia), *Material* (Bahan Baku), *Machine* (mesin), *Methode* (Cara Kerja), *Environment* (Lingkungan) (Djunaedi & Perdana, 2013).

Pada kesempatan ini penulis akan membahas salah satu produk yang mengalami kerusakan atau cacat yaitu alas kaleng ukuran 681 gram. Alas kaleng ukuran 681 gram merupakan salah satu produk yang dibuat dengan bahan baku logam lembaran. Proses pembentukan untuk logam lembaran yang biasa dilakukan adalah pemotongan (*cutting*), pembengkokan (*bending*), dan penarikan (*drawing*). Namun dalam mengerjakan sebuah proses tidak selalu berjalan dengan lancar. Masalah-masalah sering timbul pada proses pembentukan logam lembaran terutama pada saat proses *drawing*. Penarikan merupakan operasi pembentukan yang lebih kompleks dibandingkan dengan pemotongan dan pembengkokkan, sehingga kemungkinan terjadinya cacat lebih besar. Cacat pada produk yang sering terjadi pada saat proses *drawing* adalah kerutan (*wrinkle*), Peretakan (*tearing*), bergelombang (*earing*), dan guratan pada permukaan (*surface scratches*) (Ardian, 2000).

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Kerutan (*wrinkle*) menjadi masalah yang sering terjadi pada perusahaan kemasan kaleng saat ini.
2. Kerutan (*wrinkle*) sering terjadi pada kaleng dengan ukuran yang besar dan yang mempunyai lekukan yang banyak.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis proses pembuatan alas yang menyebabkan terjadinya kerutan (*wrinkle*) pada alas kaleng ukuran 681 gram.
2. Mendapatkan nilai gaya pengendali *blank* yang dibutuhkan pada saat proses pembuatan alas kaleng ukuran 681 gram.
3. Mendapatkan nilai kekuatan pegas yang digunakan untuk menahan besarnya gaya pengendali *blank* pada proses pembuatan alas kaleng ukuran 681 gram.
4. Mendapatkan rancangan *dies* yang baru untuk mengatasi masalah kerutan dengan menggunakan aplikasi UG NX 7,5.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hukum Hooke

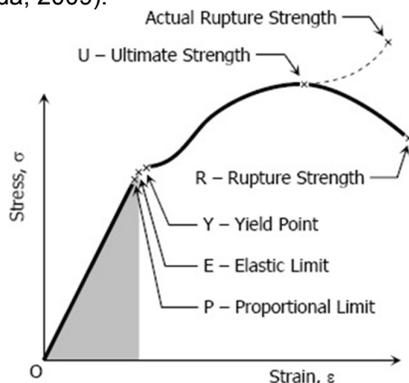
Hubungan antara tegangan dan regangan boleh dikatakan berbentuk linier untuk semua bahan. Hal ini menuju kepada idealisasi dan penyamarataan yang berlaku untuk semua bahan, yang dikenal dengan hukum *Hooke*. Hukum *Hooke* dinyatakan dengan persamaan.

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa tegangan berbanding lurus dengan regangan, dimana tetapan perbandingan adalah E. Tetapan E ini disebut dengan modulus elastisitas atau modulus Young. Nilai Modulus elastis merupakan suatu sifat yang pasti dari suatu bahan.

2.2 Tegangan dan Regangan

Gaya yang bekerja pada suatu material/ benda, selalu menimbulkan reaksi berupa gaya dalam struktur material (yang besarnya sama tetapi berlawanan arah). Bekerjanya gaya ini pada penampang benda mengakibatkan terjadinya tegangan di dalam struktur material benda, karena gaya akan terbagi rata di setiap satuan luas bidang penampangnya. Besarnya tegangan yang terjadi akibat gaya atau pembebanan, dalam hal ini dinamakan sebagai tegangan pembebanan (σ) (Alhuda, 2009).



Gambar 1. Grafik Tegangan terhadap Regangan

a. Tegangan dan Regangan Tarik

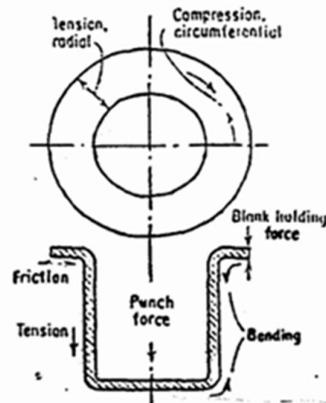
Tegangan tarik (σ_{ta}) terjadi akibat bekerjanya gaya tarik (F_{ta}) pada satuan luas penampang (A) struktur material elemen mesin, sehingga bendanya mengalami perpanjangan. Rasio/perbandingan antara perpanjangan yang terjadi (ΔL) terhadap panjang benda semula (L) disebut sebagai regangan tarik (ε_{ta}). Secara matematis dapat ditulis:

$$\sigma_{ta} = \frac{F_{ta}}{A} \quad \text{dan} \quad \varepsilon_{ta} = \frac{\Delta L}{L}$$

b. Tegangan dan Regangan Tekan

Tegangan tekan (σ_{te}) terjadi akibat bekerjanya gaya tekan (F_{te}) pada satuan luas penampang (A) struktur material elemen mesin, sehingga bendanya mengalami perpendekan. Rasio/perbandingan antara perpendekan yang terjadi (ΔL) terhadap panjang benda semula (L) disebut sebagai regangan tekan (ε_{te}). Secara matematis dapat ditulis:

$$\sigma_{te} = \frac{F_{te}}{A} \quad \text{dan} \quad \varepsilon_{te} = \frac{\Delta L}{L}$$

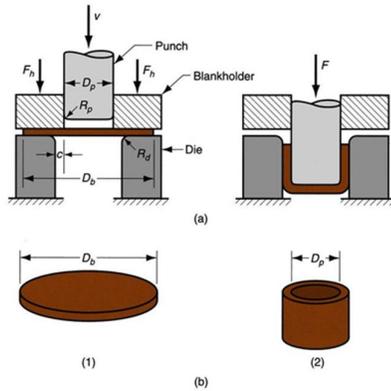


Gambar 2. Gaya dalam Metal Flow pada Proses Deep Drawing

2.3 Gaya - Gaya pada Proses Pembuatan Alas 681 gram

a) Gaya Pengendali Blank (F_b)

Gaya ini digunakan untuk menghilangkan adanya kerutan. Untuk beberapa kasus gaya ini juga digunakan untuk menahan material saat penarikan sehingga stress yang terjadi menjadi seimbang. Gaya yang diberikan tidak boleh berlebihan karena akan mengakibatkan robekan-robekan yang tidak dikehendaki yang disebabkan oleh tarikan yang terlalu kuat dari punch sehingga kekuatan σ_B dari material pelat yang dipakai terlampaui. Bagian yang berperan sebagai pengendali tersebut dinamakan blank holder/punch holder (Gambar 2) (Alhuda, 2009).



Gambar 3. Gaya Pengendali *Blank* pada *Sheet Metal Process*

Besarnya gaya pengendali *blank* dirumuskan:

$$P = \frac{F_b}{A}$$

sehingga F_h adalah:

$$F_b = A \cdot P \quad \text{atau} \quad F_b = (A_B - A_P) \cdot P$$

dimana :

F_b = gaya pengendali *blank* (N)

A_B = luas penampang *blank* (mm²)

A_P = luas penampang *shell / punch* (mm²)

A = luas bagian yang dikendalikan (mm²)

P = tekanan bidang (N/mm²)

Untuk *shell* yang berbentuk silindris dirumuskan

$$F_b = \frac{\pi}{4} (D_b^2 - D_p^2) \cdot P$$

Harga P tergantung dari besarnya kualitas dan tebal material yang dikerjakan. Menurut *Schuler: L Schuler AG; Handbuch fuer die spanlose Formgebung* maka besarnya nilai P dirumuskan dengan:

$$P = 0.0025 \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0.5 \cdot d}{100 \cdot t} \right] \cdot \sigma_B$$

Dimana harga

$$\beta = \frac{D_b}{D_p}$$

d = diameter *shell* (mm)

t = tebal material (mm)

σ_B = UTS (*Ultimate Tensile Strength*) (N/mm²)

b) Gaya Drawing (F_z)

Pada saat melakukan proses *drawing* dibutuhkan gaya untuk menekan material yang akan dibentuk. Besarnya gaya yang dibutuhkan dalam proses *drawing* tergantung dari tebal material yang digunakan dan keliling dari material yang akan mendapatkan gaya. Biasanya ukuran yang dipakai adalah diameter dari *die center* (Alhuda, 2009). Besarnya gaya *drawing* dirumuskan:

$$F_z = K \cdot t \cdot \sigma_B \cdot a$$

Dimana harga

F_z = Gaya *drawing* (N)

K = keliling *shell* (mm)

t = tebal material (mm)

σ_B = UTS (*Ultimate Tensile Strength*)

a = faktor koreksi (antara 0.8-1)

c) Gaya Pemegang (F_s)

Ketika *punch center* dan *die center* bertemu untuk panel pada bagian dalam, maka ada suatu bagian yang berfungsi menahan dan memegang material sebelum *punch* membentuk panel, bagian tersebut dinamakan *stripper*. Besarnya gaya tekan dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_s = u \cdot F_z$$

Dimana

F_s = Gaya Pemegang (N)

U = Faktor Koreksi untuk Pemegang

(nilainya antara 0.05– 0.2 untuk general)

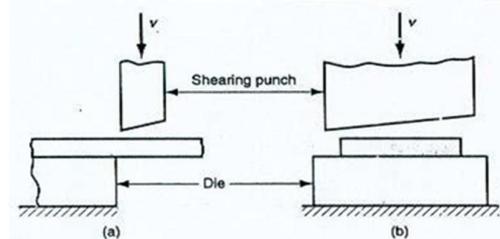
F_z = Gaya *Drawing* (N)

2.4 Dasar Pembuatan Alas

Alas kaleng merupakan salah satu produk yang dibuat dari bahan baku logam lembaran. Logam lembaran yang akan dijadikan alas, diproses dengan berbagai macam jenis pengerjaan. Proses pembentukan untuk logam lembaran yang biasa dilakukan adalah pemotongan (*cutting*), pembungkakan (*bending*), dan penarikan (*drawing*). Dibawah ini akan dijelaskan mengenai ketiga proses tersebut (Ardian, 2013).

a. Proses Pemotongan (*Cutting*)

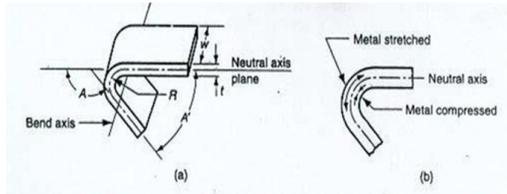
Pada setiap pemotongan benda kerja, akan selalu nampak adanya kesamaan prinsip yang akan cermati bersama. Pada pengerjaan pemotongan kawat, batangan baja, baja profil ataupun sheet metal, pasti terdapat sepasang gaya yang dipergunakan untuk memotong itu. Dan gaya itu akan bekerja secara bersama-sama, berlawanan arah dengan jarak yang relatif kecil, maka gaya tersebut kita sebut dengan *gaya geser*, dan pada material yang dipotong akan terjadi sebuah area yang kita sebut dengan "daerah pergeseran". Pada material yang tebal daerah pergeserannya kelihatan nyata dan lebar, sebaliknya pada material yang tipis daerah pergeserannya juga tipis. Sedangkan gambar yang ketiga kita bahwa sisi potongnya merupakan suatu bangunan garis yang tertutup. Maka daerah pergeserannya pun merupakan profil yang tertutup. Untuk itu keadaan demikian sering dinamakan dengan *die shearing sheet metal*.



Gambar 4. *Cutting Process*

b. Proses Pembengkokkan (Bending)

Operasi pembengkokkan dalam benda kerja logam lembaran didefinisikan sebagai peregangan logam pada sekeliling sumbu garis lurus, seperti ditunjukkan dalam Gambar 5a (Ardian, 2013).

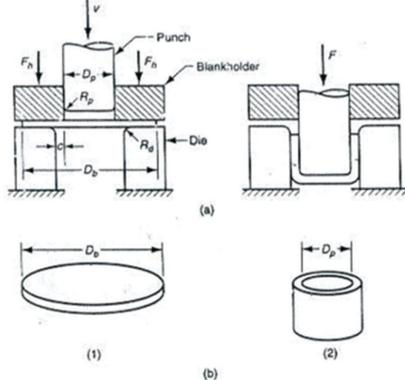


Gambar 5. Proses Pembekokkan

Selama operasi pembengkokkan tersebut, logam pada bagian dalam bidang netral dimampatkan (*compressed*), sedang pada bagian luar bidang netral diregangkan (lihat Gambar 5b). Pada umumnya pembengkokkan menghasilkan perubahan ketebalan pada logam lembaran kecil atau tanpa perubahan.

c. Proses Penarikan (Drawing)

Penarikan dilakukan dengan menempatkan *blank* logam lembaran di atas cetakan (*die*) dan kemudian ke dalam cetakan dengan sebuah *punch* seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 (Ardian, 2013).

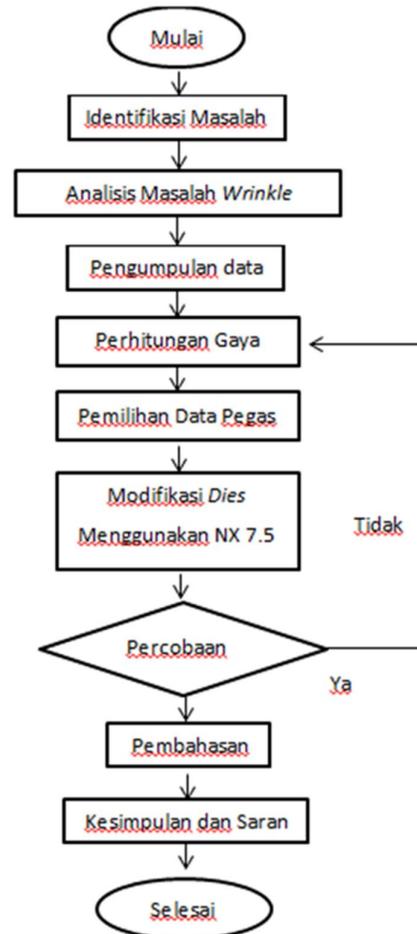


Gambar 6. Proses Penarikan

3. METODE PENELITIAN

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi penulisan pada tugas akhir ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan. Penelitian merupakan suatu proses yang saling terkait secara sistematis, oleh karena itu tiap-tiap tahap merupakan bagian yang menentukan tahap berikutnya sehingga harus dilakukan secara cermat. Teori-teori yang sudah ada merupakan landasan untuk melakukan penelitian yang baik dan benar, sedangkan hasil penelitian yang sudah ada merupakan kajian untuk melangkah ketujuan berikutnya. Berikut

adalah diagram alir pada proses penelitian ini.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Teori Aliran Logam

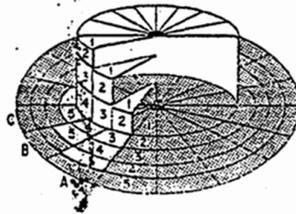
Pada proses *punching* ketika suatu *blank* diletakkan diatas *die center* dan kemudian *drawing punch* diberi gaya untuk menekan suatu *blank* ke dalam *die center* maka pada material *blank* yang akan berubah bentuk menjadi *shell* akan menerima beberapa macam tegangan dalam. Tegangan tersebut antara lain tegangan tarik (*tension*), tegangan tekan (*compression*), dan tegangan *bending* (Subrata, 2007).

Jika sebuah *drawing punch* menekan material *blank* ke dalam *drawing die* maka akan timbul tegangan-tegangan yang mengakibatkan terjadinya *plastis flow* yang sangat rumit di dalam material / volume dan ketebalan dari material akan tetap sama serta bentuk akhir dari proses *deep drawing* ini akan sesuai dengan bentuk dan *punch*-nya.

Tahapan progresif terjadinya bangun secara skematis dapat dilihat dalam Gambar 9. Setelah

punch masuk sedikit ke *drawing die* seperti terlihat dalam tahap A maka bagian logam elemen 2 akan dibengkokkan mengelilingi bidang *punch*. Secara berurutan elemen-elemen 3, 4, 5 yang sebelumnya sudah ditandai pada *blank*-nya akan bergerak secara radial menuju pusat dari *blank* seperti terlihat pada tahap B dan C. Elemen-elemen dengan volume yang berbeda secara keliling (*circumferens*) akan menyusut. Akan tetapi secara radial akan memanjang sampai lubang *drawing die*. Lalu akan dibengkokkan dan menyatu (menempel) dengan *drawing die* menjadi bentuk yang lurus sebagai dinding *shell*.

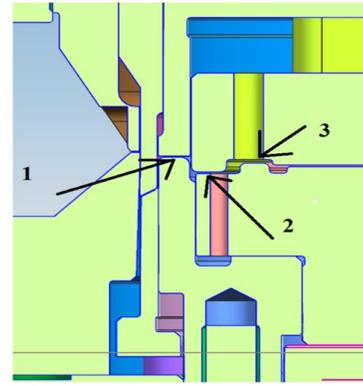
Selama proses *drawing* bidang 1 tidak akan berubah bentuk (menjadi bagian bawah / dasar dan *shell*). Sedangkan bidang 2, 3, dan 4 akan menjadi dinding samping dan *shell* berubah bentuk dari bidang yang berupa juring lingkaran menjadi bidang yang berbentuk persegi panjang karena ditarik melewati bibir / sudut bagian dalam *drawing die*.



Gambar 8. Tahapan Aliran Material dalam Proses Deep Drawing

4.2 Kondisi Aktual Dies

Dies untuk alas kaleng ukuran 681 gram merupakan *dies* yang mempunyai bentuk tekukan yang banyak atau disebut *panel* yang menyebabkan proses *bending* juga sangat banyak. Dari konstruksi desain *dies* alas kaleng ukuran 681 gram yang saat ini terpasang pada mesin, ternyata terdapat bagian atau area dari *dies* yang tidak terpegang oleh *blank holder*. Menurut teori *bending* pada proses pembentukan logam lembaran, area yang tidak dipegang oleh *blank holder* dapat menyebabkan *spring back* material. *Spring back* terjadi apabila tekanan tekuk dihentikan pada akhir operasi pembengkokkan, maka energi elastik masih tersisa pada tekukan sehingga sebagian tekukan akan kembali ke bentuknya semula yang menyebabkan produk mengalami deformasi karena adanya *springback* yang terjadi pada masing-masing sisi yang mendapat proses tekuk. Dari analisa yang telah dilakukan terdapat tiga area yang harus diberi *blank holder* sehingga pada saat proses penarikan atau *drawing* material, setiap sisi dari produk terpegang dengan sama rata sehingga *spring back* material dapat diminimalisir.



Gambar 9. Kondisi Aktual Dies

4.3 Perhitungan

Pada kasus ini gaya yang harus diketahui adalah gaya pengendali blank pada 3 posisi yaitu pada posisi *die center*, *punch center*, *die center ring*. Dan gaya stripper pada draw pad.

a. Gaya Pengendali Blank pada Area 1

Pada area 1 atau pada posisi *die center* diketahui beberapa *variable* yang diketahui yaitu:

$$D_B = 240.5 \text{ mm}$$

$$D_P = 230 \text{ mm}$$

Besarnya gaya pengendali *blank* dirumuskan:

$$F_B = A.P \quad \text{atau} \quad F_B = (A_B - A_P).P$$

Karena *die center* berbentuk silindris maka besarnya bidang luasan dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (240.5^2 - 230^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (57840.25 - 52900)$$

$$A = 45427.63 - 41547.56$$

$$A = 3880.07 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah:

$$P = 0.0025 \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0.5 \times d}{100 \times t} \right] \cdot \sigma_B$$

$$\text{Dimana harga} \quad \beta = \frac{D_B}{D_P}$$

$$\beta = \frac{240.5}{230}$$

$$\beta = 1.05$$

Sehingga,

$$P = 0.0025 \cdot \left[(1.05 - 1)^2 + \frac{0.5 \times 230}{100 \times 0.22} \right] \cdot 415$$

$$P = 0.0025 \cdot [(0.05)^2 + 0.253] \cdot 415$$

$$P = 0.0025 \cdot [0.0025 + 0.253] \cdot 415$$

$$P = 0.0025 \times 0.2555 \times 415$$

$$P = 0.265 \text{ N/mm}^2$$

Dari data diatas dapat diketahui besarnya gaya pengendali *blank* yaitu sebesar:

$$F_B = A.P$$

$$F_B = 3880.07 \times 0.265$$

$$F_B = 1028.22 \text{ N}$$

Gaya pengendali blank tersebut adalah gaya yang dibutuhkan untuk menahan kaleng pada saat proses *paneling*. Besarnya gaya pengendali blank tersebut dapat diambil dengan menggunakan pegas. Berikut ini adalah spesifikasi dari pegas:

Konstanta Pegas = 20.8 N/mm
 Jumlah pegas = 16 buah

Sedangkan rumus untuk gaya pegas yang dipasang secara parallel adalah:

$$F_{total} = k \cdot X \cdot n$$

$$F_{total} = 20.8 \cdot X \cdot 16$$

Dari persamaan gaya di atas, diketahui bahwa besar gaya pengendali *blank* F sebanding dengan defleksi pegas (Δx) dan jumlah pegas (n). Artinya kalau nilai Δx makin besar maka F bertambah besar. Apabila Δx adalah *variable* dan nilai yang lain konstan/tetap, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Gaya Pengendali *Blank* 1

Besarnya Gaya Berdasarkan Defleksi Pegas

| Panjang defleksi (x) mm | Konstanta pegas N/mm | Jumlah | Gaya total N |
|----------------------------|-------------------------|--------|-----------------|
| 1 | 20.8 | 16 | 332.8 |
| 2 | 20.8 | 16 | 665.6 |
| 3 | 20.8 | 16 | 998.4 |
| 4 | 20.8 | 16 | 1331.2 |
| 5 | 20.8 | 16 | 1664 |
| 6 | 20.8 | 16 | 1996.8 |
| 7 | 20.8 | 16 | 2329.6 |
| 8 | 20.8 | 16 | 2662.4 |
| 9 | 20.8 | 16 | 2995.2 |
| 10 | 20.8 | 16 | 3328 |

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk memenuhi gaya F_b sebesar 1028.22 N, defleksi pegas yang dibutuhkan sekitar 3-4 mm

b. Gaya Pengendali Blank pada Area 2

Pada area 2 atau pada posisi punch center diketahui beberapa variable yang diketahui yaitu:
 $D_B = 229.4$ mm
 $D_P = 217.5$ mm

Besarnya gaya pengendali *blank* dirumuskan:
 $F_B = A \cdot P$ atau $F_B = (A_B - A_P) \cdot P$

Karena *punch center* berbentuk silindris maka besarnya bidang luasan dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (229.4^2 - 217.5^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (52624.36 - 47306.25)$$

$$A = 41331.08 - 37154.24$$

$$A = 4176.84 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah:

$$P = 0.0025 \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0.5x d}{100 : t} \right] \cdot \sigma_B$$

Dimana harga $\beta = \frac{D_B}{D_P}$

$$\beta = \frac{229.4}{217.5}$$

$$\beta = 1.05$$

Sehingga,

$$P = 0.0025 \left[(1.05 - 1)^2 + \frac{0.5x 217.5}{100 : 0.22} \right] \cdot 415$$

$$P = 0.0025 \cdot [(0.05)^2 + 0.24] \cdot 415 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 0.0025 \cdot [0.0025 + 0.24] \cdot 415 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 0.0025x0.2425x415$$

$$P = 0.25 \text{ N/mm}^2$$

Dari data di atas dapat diketahui besarnya gaya pengendali *blank* yaitu sebesar:

$$F_B = A \cdot P$$

$$F_B = 4176.84x0.25$$

$$F_B = 1044.21 \text{ N}$$

Gaya pengendali blank tersebut adalah gaya yang dibutuhkan untuk menahan kaleng pada saat proses *paneling*. Besarnya gaya pengendali blank tersebut dapat diambil dengan menggunakan pegas. Berikut ini adalah spesifikasi dari pegas:

Konstanta Pegas = 20.8 N/mm
 Jumlah pegas = 10 buah

Sedangkan rumus untuk gaya pegas yang dipasang secara parallel adalah:

$$F_{total} = k \cdot X \cdot n$$

$$F_{total} = 20.8 \cdot X \cdot 10$$

Dari persamaan gaya diatas, diketahui bahwa besar gaya pengendali *blank* F sebanding dengan defleksi pegas (Δx) dan jumlah pegas (n). Artinya kalau nilai Δx makin besar maka F bertambah besar. Apabila Δx adalah *variable* dan nilai yang lain konstan/tetap, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Tabel Gaya Pengendali *Blank* 2

Besarnya Gaya Berdasarkan Defleksi Pegas

| Panjang defleksi (x) mm | Konstanta pegas N/mm | Jumlah | Gaya total N |
|----------------------------|-------------------------|--------|-----------------|
| 1 | 20.8 | 10 | 208 |
| 2 | 20.8 | 10 | 416 |
| 3 | 20.8 | 10 | 624 |
| 4 | 20.8 | 10 | 832 |
| 5 | 20.8 | 10 | 1040 |
| 6 | 20.8 | 10 | 1248 |
| 7 | 20.8 | 10 | 1456 |
| 8 | 20.8 | 10 | 1664 |
| 9 | 20.8 | 10 | 1872 |
| 10 | 20.8 | 10 | 2080 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk memenuhi gaya F_b sebesar 1044.21 N, defleksi pegas yang dibutuhkan sekitar 4-6 mm

c. Gaya Pengendali *Blank* pada Area 3

Pada area 3 atau pada posisi die center ring diketahui beberapa variable yang diketahui yaitu:

$$D_B = 213 \text{ mm}$$

$$D_P = 203 \text{ mm}$$

Besarnya gaya pengendali *blank* dirumuskan:

$$F_B = A.P \quad \text{atau} \quad F_B = (A_B - A_P).P$$

Karena *die center ring* berbentuk silindris maka besarnya bidang luasan dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (213^2 - 203^2)$$

$$A = \frac{3.14}{4} (45369 - 41209)$$

$$A = 35632.73 - 32365.47$$

$$A = 3267.26 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah:

$$P = 0.0025 \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0.5xd}{100 : t} \right] \cdot \sigma_B$$

$$\text{Dimana harga } \beta = \frac{D_B}{D_P}$$

$$\beta = \frac{213}{203}$$

$$\beta = 1.05$$

Sehingga,

$$P = 0.0025 \cdot \left[(1.05 - 1)^2 + \frac{0.5 \times 203}{100 : 0.22} \right] \cdot 415$$

$$P = 0.0025 \cdot [(0.05)^2 + 0.2233] \cdot 415 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 0.0025 \cdot [0.0025 + 0.2233] \cdot 415 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 0.0025 \times 0.2258 \times 415$$

$$P = 0.23 \text{ N/mm}^2$$

Dari data diatas dapat diketahui besarnya gaya pengendali *blank* yaitu sebesar:

$$F_B = A.P$$

$$F_B = 3267.26 \times 0.23$$

$$F_B = 751.47 \text{ N}$$

Gaya pengendali *blank* tersebut adalah gaya yang dibutuhkan untuk menahan kaleng pada saat proses *paneling*. Besarnya gaya pengendali *blank* tersebut dapat diambil dengan menggunakan pegas. Berikut ini adalah spesifikasi dari pegas:

Konstanta Pegas = 20.8 N/mm

Jumlah pegas = 8 buah

Sedangkan rumus untuk gaya pegas yang dipasang secara parallel adalah:

$$F_{\text{total}} = k \cdot X \cdot n$$

$$F_{\text{total}} = 20.8 \cdot X \cdot 8$$

Dari persamaan gaya di atas, diketahui bahwa besar gaya pengendali *blank* F sebanding dengan defleksi pegas (Δx) dan jumlah pegas (n). Artinya kalau nilai Δx makin besar maka F bertambah besar. Apabila Δx adalah *variable* dan nilai yang

lain konstan/tetap, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Tabel Gaya Pengendali *Blank* 3

| Besarnya Gaya Berdasarkan Defleksi Pegas | | | |
|--|-----------------|--------|------------|
| Panjang defleksi (x) | Konstanta pegas | Jumlah | Gaya total |
| mm | N/mm | | N |
| 1 | 20.8 | 8 | 166.4 |
| 2 | 20.8 | 8 | 332.8 |
| 3 | 20.8 | 8 | 499.2 |
| 4 | 20.8 | 8 | 665.6 |
| 5 | 20.8 | 8 | 832 |
| 6 | 20.8 | 8 | 998.4 |
| 7 | 20.8 | 8 | 1164.8 |
| 8 | 20.8 | 8 | 1331.2 |
| 9 | 20.8 | 8 | 1497.6 |
| 10 | 20.8 | 8 | 1664 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk memenuhi gaya F_B sebesar 751.47 N, defleksi pegas yang dibutuhkan sekitar 4-5 mm.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan yang telah ditulis pada bab-bab sebelumnya, maka penyusun dapat menyimpulkan, yaitu sebagai berikut:

1. Analisis Penyebab Problem *Wrinkle*

Dari hasil pembahasan yang ada pada bab sebelumnya bahwa masalah kerutan (*wrinkle*) disebabkan oleh *spring back* yang dialami oleh produk pada masing-masing sisi pada saat proses *drawing* berlangsung. Dari analisis yang telah dilakukan terdapat tiga area yang harus diberi pemegang *blank* sehingga pada saat proses penarikan material atau *drawing* material, laju dari aliran material dapat dikendalikan. Besarnya gaya pemegang dihitung dengan menggunakan gaya pengendali *blank*.

2. Gaya Pengendali *Blank*

Besarnya gaya pengendali *blank* ditentukan oleh luas dari material yang akan dipegang dan jenis material yang akan dipakai. Berikut ini adalah besarnya gaya pengendali *blank* pada masing-masing area.

Tabel 4 Besarnya Gaya Pengendali *Blank*

| NO | Area | Gaya Pengendali <i>Blank</i> (N) |
|----|--------|----------------------------------|
| 1 | Area 1 | 1028.22 |
| 2 | Area 2 | 1044.21 |
| 3 | Area 3 | 751.47 |

3. Kekuatan Pegas

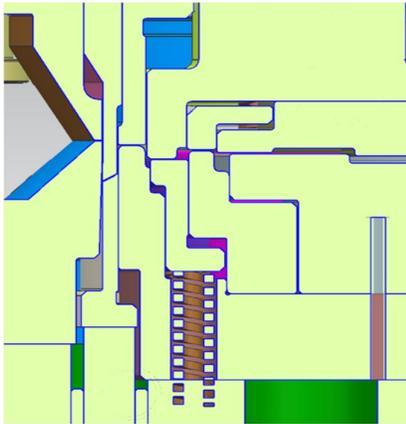
Kekuatan pegas disini digunakan untuk mendapatkan gaya yang digunakan untuk menahan laju dari aliran material. Besarnya gaya yang dibutuhkan sama dengan pengendali *blank* yang telah didapatkan dari hasil perhitungan. Berikut ini adalah besarnya nilai kekuatan pegas yang dibutuhkan pada masing-masing area.

Tabel 5 Besarnya Kekuatan Pegas

| Kekuatan Pegas | | | | |
|----------------|-----------------|--------|---------------|-------------|
| Posisi | Konstanta(N/mm) | Jumlah | Defleksi (mm) | F total (N) |
| Area 1 | 20.8 | 16 | 3.5 | 1164.8 |
| Area 2 | 20.8 | 10 | 5.5 | 1144 |
| Area 3 | 20.8 | 8 | 4.5 | 748.8 |

4. Rancangan dies

Setelah besarnya gaya pengendali blank didapatkan dan digunakan untuk mengetahui jenis dan kekuatan pegas, maka modifikasi dies dapat dilakukan. Dengan memasukkan pegas kedalam sistem, maka beberapa bagian harus diganti. Proses modifikasi dies aktual dilakukan dengan menggunakan aplikasi UG NX 7.5.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhuda, N. (2009). *Analisa Proses Deep Drawing Pembuatan Tabung Gas 3 Kg* (Disertasi, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia). Diambil dari [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/4130412-043%20Moh.%20Alhuda.pdf)

- le_skripsi/4130412-043%20Moh.%20Alhuda.pdf
- [2] Ardian, A. (2013). *Teori Pembentukan Bahan* (Disertasi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia). Diambil dari <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132304811/pendidikan/4d-handout-teori-pembentukan-bahan.pdf>
- [3] Djunaedi, T., & Perdana, A. N. (2013). Analisis Body Defect Pada Produksi Kaleng 2 Pieces di PT United Can Company Dengan Menggunakan Teori Punching Tool. *SINTEK*, 9 (1), ISSN 2088-9038
- [4] Mangga, R. (2011). Penggunaan Stran Gage (Load Cell) untuk Analisa Tegangan pada Pembebanan Statik Batang Aluminium. *Jurnal Mekaniakal*, 2(1), 138-146.
- [5] Moerbani, J., & Nunung, St. (2005). *Punching Tool 1*. Surakarta : ATM
- [6] Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2012). *Machinery's Handbook 29th Edition*. New York : Industrial Press.
- [7] Prasetyo, E. D. (2015). Analisa Produksi pada Aerosol Can 65 x 124 dengan Menggunakan Metode Pendekatan Six Sigma pada Line ABM3 Departemen Assembly PT.XYZ. *Jurnal PASTI*, 8 (2), 191-202
- [8] Rizza, M. A. (2014). Analisis Proses Blanking dengan Simple Press Tool. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(1), 85-90.
- [9] Sousa, M. (2011). Analisis Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Bahan dengan Uji Tarik. *Jurnal Berekeng*, 5(1), 9-14.
- [10] Subrata, J. (2007). *Analisa dan Perancangan Cetakan "Deep Drawing" Komponen Bodi Sekali Langkah Diperoleh 3 Proses*. (Disertasi, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia). Diambil dari http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/files513576136944.pdf