

ANALISA DIMENSI *BLANK PRODUCT* UNTUK REAR BRACKET CUSHION SEPEDA MOTOR

Erizal

Dosen Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi Nasional
E-mail : erizal_jambak@yahoo.com

Abstrak

Rear Bracket Cushion merupakan salah satu komponen penting disepeda motor. Fungsinya sebagaiudukan *Rear Cushion* (peredam kejut belakang). Produk tersebut terbuat dai plat logam dan dibuat dengan menggunakan alat perkakas tekan atau biasa disebut *press dies*. Pembuatannya terdiri dari 2 proses yaitu proses pemotongan (*cutting*) dan proses pembentukan (*forming*). Untuk membuat produk tersebut diperlukan beberapa perhitungan agar dapat menghasilkan produk yang sesuai, yaitu mencari dimensi *blank product* dan kapasitas minimum mesin yang dibutuhkan. Dalam mencari dimensi *blank product*, perlu dilakukan analisis terhadap besarnya perubahan yang terjadi saat proses pembentukan. Sehingga dapat diketahui berapa ukuran *blank produk* saat proses pemotongan awal dari *coil sheet metal* dan berapa ukuran dimensi *raw material* yang diperlukan. Kemudian, dilakukan proses perhitungan terhadap keliling bidang yang akan dipotong, hal ini bertujuan untuk mendapatkan gaya potong (*cutting force*) yang dibutuhkan baik saat proses pemotongan maupun proses pembentukan. Sehingga, hasil skhir ysng didapatkan berupa kapasitas minimum mesin yang dibutuhkan dalam setiap proses pengerjaannya. Dimensi plat logam/*strip* yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan satu produk *rear bracket cushion* adalah 110 mm × 69 mm × 2 mm.

Kata kunci : Dimensi *blank product*, kapasitas mesin *press*

Abstract

Rear Cushion Bracket is one important component of the motor cycle . Function as the holder Rear Cushion (rear shock absorbers) . The product is made of metal and plate dai made by using a tool or a press tool commonly called a press dies . Manufacturing consists of two processes , namely the process of cutting (cutting) and the process of formation (forming) . To make the product required some calculations in order to produce the appropriate product , which is looking for blank product dimensions and minimum capacity of the machine is needed . In looking for a blank product dimensions , it is necessary to analyze the magnitude of the changes that occur during the process of formation . So as to know how the size of the blank products when the initial cutting of sheet metal coil dimensions and size of the raw materials needed . Then, the process of calculation of the circumference of the field will be cut , it aims to obtain cutting force is needed both during the process of cutting or forming process . Thus, the results obtained skhir arrives in the form of a minimum capacity of machines required in each process. The dimensions of the metal plate / strip is needed to be able to produce a product rear cushion bracket is 110 "mm" × 69 "mm" × 2 "mm".

Keywords : blank product dimensions , capacity press Machines

I. PENDAHULUAN

Rear Bracket Cushion merupakan salah satu komponen penting disepeda motor. Fungsinya sebagai dudukan *Rear Cushion* (peredam kejut belakang). Dalam satu unit sepeda motor *type* peredam kejut ganda, terdapat 2 *bracket cushion* yang menempel pada *swing arm set*. Produk ini terbuat dari pelat logam (*sheet metal*) dengan tebal 2 mm yaitu SPCC sejenis *Cold-reduced Carbon Steel Sheet* atau plat baja dengan kandungan karbon rendah. Proses pembuatan *Rear Bracket Cushion* menggunakan mesin *press* dengan bantuan alat perkakas tekan (*press dies*) sebagai cetaknya.

Proses pembuatannya terdiri dari 2 proses yaitu proses *cutting* (*blanking* dan *piercing*) dan proses *forming* (*bending*). Proses *blanking* yaitu proses pemotongan plat untuk mendapatkan hasil potongannya yang dibutuhkan. Proses *piercing* yaitu proses pembuatan lubang $\text{Ø}6$ mm dan $2 \times \text{Ø}10$ mm. Dan proses *bending* yaitu proses penekukan plat menjadi bentuk "U".

Untuk membuat produk tersebut diperlukan beberapa perhitungan agar dapat menghasilkan produk yang sesuai. Pertama, mencari dimensi awal/bukaan produk (*blank product*) karena dalam proses pembuatan terdapat proses *bending*. Pada proses ini terjadi perubahan panjang dimensi produk akibat dari penekukan material, yang melebihi batas elastisitas material. Maka pada saat proses *blanking* perlu diketahui dimensi awal/bukaan produk agar pada saat proses *bending* dapat menghasilkan ukuran dimensi yang sesuai dengan *drawing*. Kedua mencari dimensi material kotor (*strip*) yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk *Rear Bracket Cushion*. Ketiga, mencari kapasitas mesin (*pressure capacity*) yang dibutuhkan karena jika tekanan yang dihasilkan mesin lebih rendah dari gaya potong yang diperlukan akan menyebabkan material tidak dapat diproses dengan baik.

Dari latar belakang tersebut, penulis ingin mengetahui lebih lanjut berapa ukuran dimensi *blank product*, berapa ukuran dimensi *strip* dan berapakah gaya yang dibutuhkan dalam pembuatan *rear bracket*

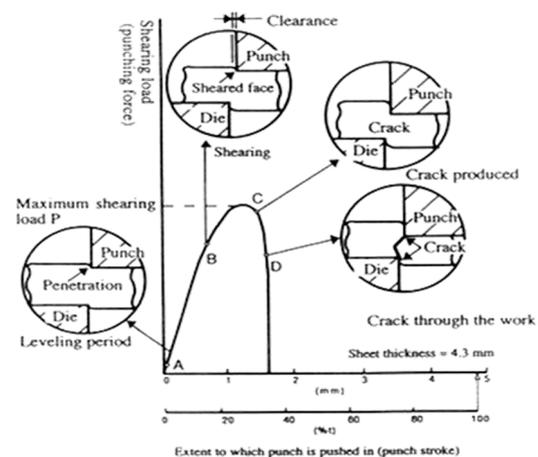
cushion untuk setiap prosesnya. Maka pada kesempatan kali ini judul tugas akhir yang akan penulis bahas adalah "Analisis Perhitungan Dimensi *Blank Product Rear Bracket Cushion*" khususnya untuk *bracket* pada sepeda motor Honda Tiger Revo. Pokok masalah yang akan dibahas penulis adalah melakukan analisis perhitungan mulai dari proses *cutting* sampai proses *forming* yaitu *blanking*, *piercing* dan *bending*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

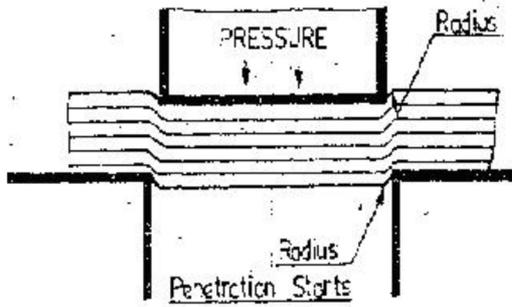
2.1. Teori Dasar Pemotongan

Untuk proses pemotongan pada *press dies* dilakukan oleh *punch* dan *dies*, salah satu dari alat potong tersebut diam dan yang lainnya bergerak searah dan tegak lurus dengan alat potong lainnya. Pemotongan terjadi pada saat sisi potong bagian dalam (*punch*) menekan material hingga tembus ke sisi potong lainnya (*die*). Prinsipnya pada semua proses *cutting*, gaya gaya yang terlibat pada dua sisi potong (*cutting edge*) yaitu *punch* dan *dies* adalah *Shear Force*, yang sama besarnya dan saling berlawanan.

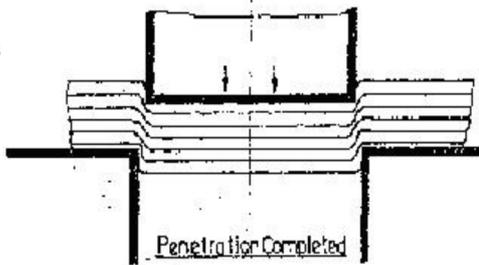
Hal-hal yang terjadi selama proses pemotongan berlangsung dilakukan melalui tahap-tahap yang digambarkan dalam grafik *shearing & deformation* seperti tampak pada gambar 1, gambar 2, gambar 3, gambar 4, dan gambar 5



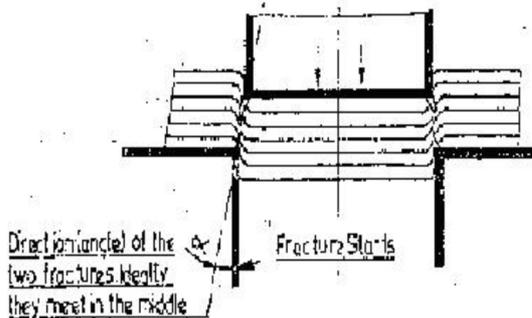
Gambar 1 : Grafik *shearing & deformation*



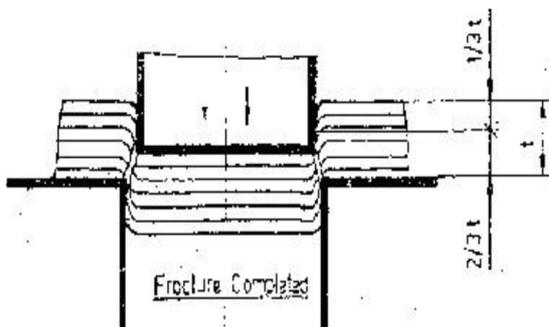
Gambar 2 : Penetrasi awal



Gambar 3 : Penekanan lanjut



Gambar 4 : Keretakan yang terjadi pada kedua sisi potong

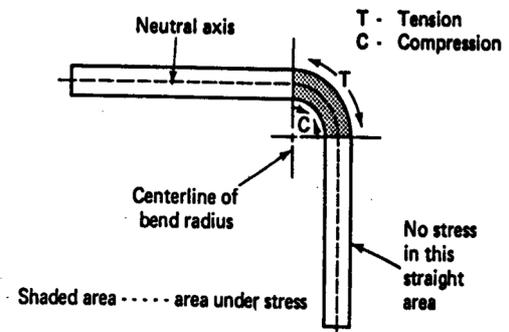


Gambar 5 : Pemotongan terjadi pada kedua sisinya

2.2. Teori Dasar Bending

Gaya-gaya yang terjadi pada proses *bending* saling berlawanan arah, sama seperti pada proses *cutting*. Gaya-gaya pada proses *bending* saling terpisah lebih jauh,

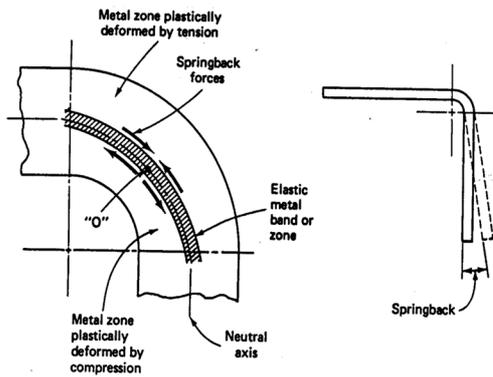
apalagi pada *V-bending*. Pada proses *cutting* jarak antara 2 gaya yang berlawanan adalah sebesar *clearance* dari *punch* dan *die*. Sedangkan pada proses bending jarak antara 2 gaya yang berlawanan adalah tebal material (t) ditambah panjang radius dari *punch* (r_1) dan *die* (r_2). Pada proses *bending*, *stress* hanya terjadi pada bagian *radius* yang dibentuk, sedangkan pada bagian yang rata tidak terjadi *stress*. Material pada bagian luar radius tertarik dan mulur sedangkan pada radius bagian dalam terjadi sebaliknya yaitu *compression-stress* seperti terlihat pada gambar 6. Apabila terjadi kerusakan proses, maka pada *radius* bagian luar akan terjadi *crack* dan *kerutan* pada radius bagian dalam.



Gambar 6 : Gaya pada proses *bending*

2.2.1 Springback

Perbedaan gaya-gaya pada proses *bending* mengakibatkan terjadinya *Springback* dimana bagian luar dari radius terjadi gaya tarik dan gaya tekan pada radius dalam. Material yang paling dekat dengan sumbu netral mempunyai gaya-gaya yang mendekati nilai dibawah titik *Elastic Limit* membentuk pita elastis atau *Elastic Metal band* seperti terlihat pada gambar 7. Material yang lebih jauh dari sumbu netral mempunyai gaya-gaya yang sudah melewati *Yield strength* dan sudah terbentuk tetap. Pada saat gaya-gaya dari *punch* dan *pad* dibebaskan pita elastis berusaha kembali pada bentuk semula, namun tertahan oleh daerah tetap atau permanen. Derajat pergerakan kembali ke bentuk semula tersebut disebut *Springback*.



Gambar 7 : Gaya *springback*

Pada perancangan *bending dies* faktor *Springback* harus diperhitungkan sehingga kita akan mendapatkan ukuran produk yang sesuai dengan gambar. Besarnya *Springback* tergantung dari jenis material. Karena adanya *Springback*, sudut dari *bending die* yang diinginkan α_1 tidak akan menentukan secara tepat sudut dari produk yang diinginkan α_2 .

Rumus *springback*

$$KR = \frac{a_2}{a_1} = \frac{(ri_1 + 0.5 \times s)}{(ri_2 + 0.5 \times s)} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana :

- a_1 = Sudut dari die
- a_2 = Sudut dari produk
- s = Tebal material
- ri_1 = Radius dalam *punch*
- ri_2 = Radius dalam produk

2.2.2 Blank Development

Blank development adalah panjang bukaan produk bila metal dibengkokkan, panjang dari sumbu netral akan sama panjang dengan sebelum dibengkokkan. Sumbu netral tersebut terletak diantara radius dalam dan radius luar dari metal tersebut. Namun panjang *blank* dari metal yang dibengkokkan (*bending*) berbeda dengan panjang sumbunya. Untuk mencari panjang bukaan produk, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Rumus panjang bukaan

$$L = a + b + V \dots\dots\dots 2)$$

dimana V adalah faktor kompensasi. Nilai V menurut DIN 6935 adalah Jika sudut buka antara 0° sampai 90° , maka

$$V = \pi \left(\frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \times \left(r + \frac{S}{2} \times k \right) - 2(r + s)$$

jika sudut buka antara 90° sampai 165° , maka

$$V = \pi \left(\frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \times \left(r + \frac{S}{2} \times k \right) - 2(r + s) \times \tan \left(\frac{180^\circ - \beta}{2} \right)$$

dengan nilai korektif faktor (k),

untuk $r/s > 5$ maka $k = 1$,

untuk

$$r/s < 5 \text{ maka } k = 0.65 + (1/2 \times \log r/s)$$

2.3. Gaya-gaya pada Proses Pemotongan

Untuk menentukan gaya – gaya yang bekerja pada proses pemotongan dan pembentukan dihitung dengan rumus sebagai berikut,

1) Gaya Potong (*Cutting Force*)

Untuk menentukan gaya potong;

Rumus *cutting force*

$$F_s = \tau_g \cdot U \cdot s \dots\dots\dots 3)$$

Dimana :

F_s = Gaya potong (N)

τ_g

= Tegangan geser, = $0.8 \sigma_t$ (N /mm²)

σ_t = Tegangan tarik (N /mm²)

U = Keliling bidang potong (mm)

s = Tebal pelat (mm)

2) Gaya Stripper (*Stripping Force*)

Untuk menghitung besar gaya *stripper* yang dibutuhkan digunakan rumus :

$$F_p = F_s/n \dots\dots\dots .4)$$

$$F_s = (5\% - 20\%) \times \text{gaya total}$$

Dimana :

F_p = Gaya pegas (N)

F_s = Gaya stripper (N)

n = Jumlah pegas

3) Bending Force

Gaya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan ditentukan dengan rumus *bending force* sbb:

$$V\text{-Bend, } F = 1.33 \times \frac{S \cdot W \cdot t^2}{L} \dots\dots\dots 5)$$

$$L\text{-Bend, } F = 0.333 \times \frac{S \cdot W \cdot t^2}{L} \dots\dots\dots 6)$$

$$U\text{-Bend, } F = 0.667 \times \frac{S \cdot W \cdot t^2}{L} \dots\dots\dots 7)$$

Dimana :

S = Tensile strength (Kgf/mm²)

W = Panjang tekukan (mm)

t = Tebal sheet metal (mm)

L = Panjang Span (mm),

L = *ri1* + *c* + *ri2*

c = *t*, Clearance

4) Pad Force

Untuk menghitung berapa besar gaya *pad* yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Rumus *pad force*

$$L\text{-Bend, } P = 0.333 \times S \cdot W \cdot t \dots\dots\dots 8)$$

$$U\text{-Bend, } P = 0.5 \times F \dots\dots\dots 9)$$

Pad force pada proses L-bend memang besar dibandingkan dengan *bending force* nya sendiri yaitu sebesar sepuluh kali *bending force* (*F*). Hal ini untuk mencegah bergesernya material.

5) Kapasitas Mesin

Menentukan besarnya penekanan mesin untuk proses produksi dengan menjumlahkan seluruh gaya yang terjadi saat proses dikalikan dengan faktor keamanan.

$$Pm = \frac{(P+Pst)}{1000} \times Sf \dots\dots\dots 10)$$

Dimana :

Pm = Kapasitas mesin (tonf)

P = Gaya potong (kgf)

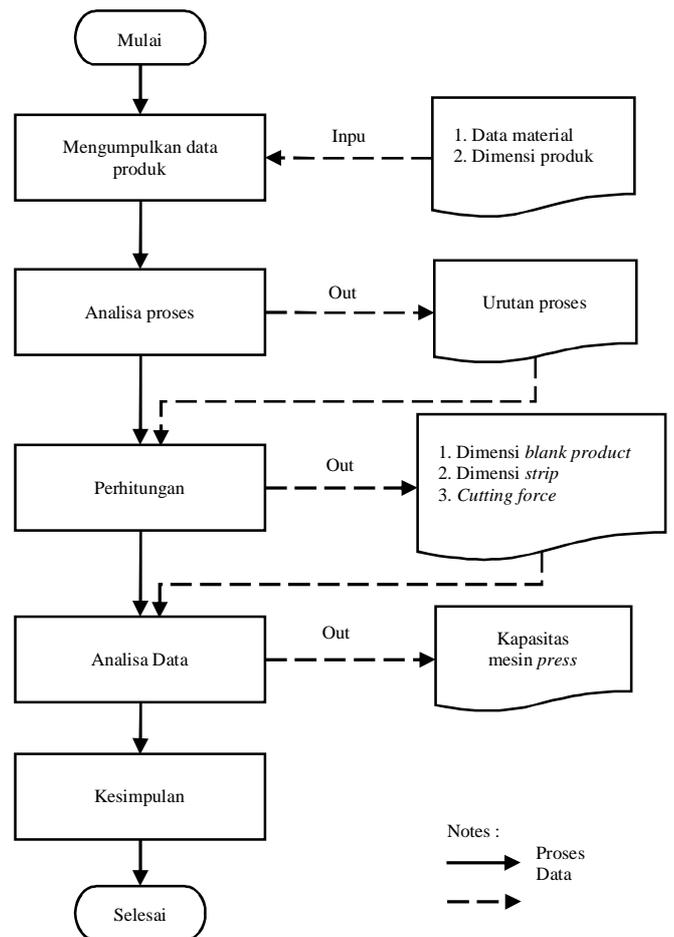
Pst = Gaya stripper (kgf)

Sf
= Faktor keamanan (1.2 – 1.5)

III. METODE

3.1 Tahapan Pembuatan Produk

Secara garis besar, langkah-langkah penyelesaian terhadap analisa pembuatan produk *Rear Bracket Cushion* seperti terlihat pada gambar 7 berikut ;



Gambar 7 : Metodologi penyelesaian

3.2 Data Produk

Produk *Rear Bracket Cushion* ini terbuat dari material jenis SPCC yaitu plat logam yang termasuk dalam kelompok baja dengan kadar karbon (JIS G3141). Pada Tabel 1 dan Tabel 2 diperlihatkan data komposisi kimia dan sifat mekanik material SPCC untuk tebal material 2 mm

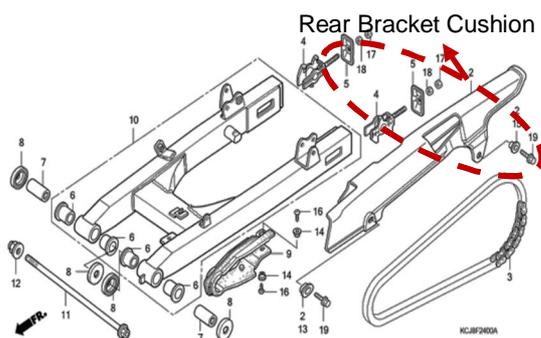
Tabel 3.1 ; *Chemical Composition (%)*

Material	Carbon (C)	Manganese (Mn)	Phosphorus (P)	Sulfur (S)
SPCC	0.12	0.50	0.04	0.045

Tabel 3.2 ; *Mechanical Properties*

Material	Tensile Strength	Yield Strength	Shear Stress
SPCC (2mm)	270 N/mm ²	125 N/mm ²	216 N/mm ²

Rear bracket cushion merupakan kesatuan dari *swing arm* atau sub komponen dalam *swing arm set* sebagaimana terlihat pada gambar 8 yang tergolong dalam klasifikasi komponen *frame*. Terbuat dari pelat logam dengan proses pembuatan menggunakan teknologi *press dies*. Komponen ini terletak di unit sepeda motor jenis sport yaitu Honda Tiger Revo. *Rear bracket cushion* berfungsi sebagaiudukan *rear cushion* atau dengan kata lain sebagai *link* antara *swing arm* dengan *rear cushion*.



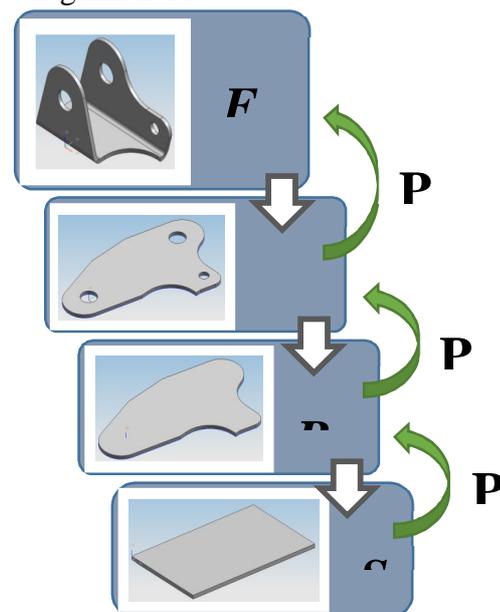
Gambar 8 : *Swing Arm Set*

IV. HASIL dan PEMBAHASAN

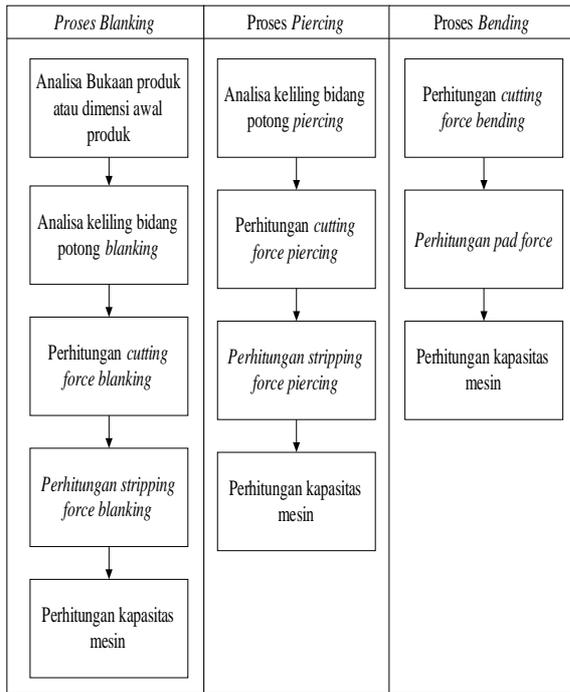
4.1 Analisa Proses Pembuatan Produk

Untuk mengetahui proses pembuatan produk *Rear bracket cushion* dilakukan dengan menarik mundur proses

mulai dari hasil akhir (*finish product*) sampai ke material mentah berupa lembaran plat logam (*strip*), seperti terlihat pada gambar 9. Dan untuk menghasilkan *finish product* dengan bentuk menyerupai huruf U, maka proses dari No.2 ke No.1 merupakan proses *bending* yaitu Proses penekukan lurus dengan membentuk “U” atau disebut juga (*U-Bend*). Dan untuk menghasilkan lubang pada produk, maka proses dari No.3 ke No.2 merupakan proses *piercing* yaitu proses pemotongan dengan hasil berupa lubang. Kemudian untuk mendapatkan bentuk produk *blank*, maka proses dari No.4 ke No.3 merupakan proses *blanking* yaitu proses pemotongan untuk mendapatkan hasil produksinya yang sesuai dengan bentuk *punch*. Dalam hal ini, perlu diketahui ukuran dimensi dari *blank product* agar dapat menghasilkan *finish product* yang sesuai dengan gambar kerja. *Strip* didapatkan dari hasil pemotongan gulungan plat (*coil sheet*). Dalam hal ini, perlu diketahui ukuran dimensi *strip* yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan *blank product*. Berdasarkan analisa proses tersebut, maka dapat diketahui dalam proses pembuatan produk *rear bracket cushion* terdiri dari 3 proses yaitu proses *blanking*, *piercing* dan *bending* yang urutannya seperti pada gambar 10.



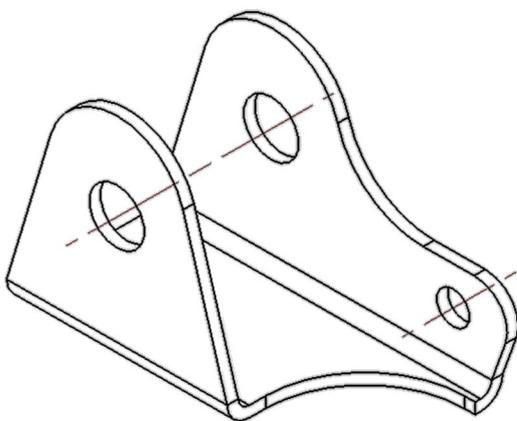
Gambar 9 : Analisa proses pembuatan



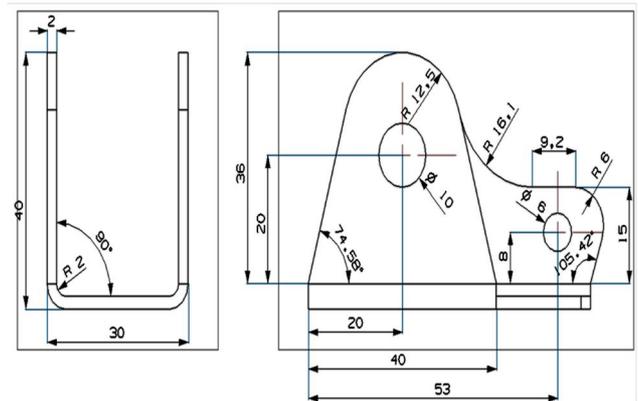
Gambar 10 : Urutan analisa perhitungan

4.2 Dimensi Produk

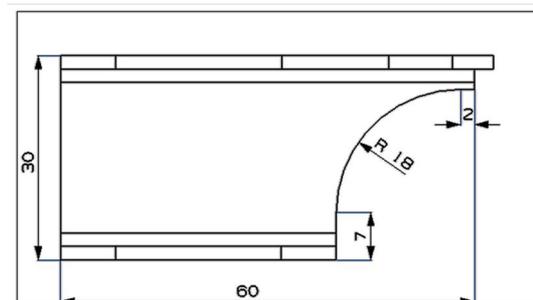
Data ini diperoleh dari gambar kerja (*drawing product*), terlihat pada gambar 11. Produk ini memiliki 3 lubang, 2 lubang berdiameter 10 mm dan 1 lubang berdiameter 6 mm. 2 lubang berdiameter 10 mm berfungsi untuk baut pin pengikat dengan *rear cushion* dan yang berdiameter 6 mm untuk baut M6 untuk mengikat dengan *case drive chain*. Untuk lebih jelasnya, gambar produk beserta dimensinya dapat dilihat gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 11 : Produk (pandangan *isometric*)



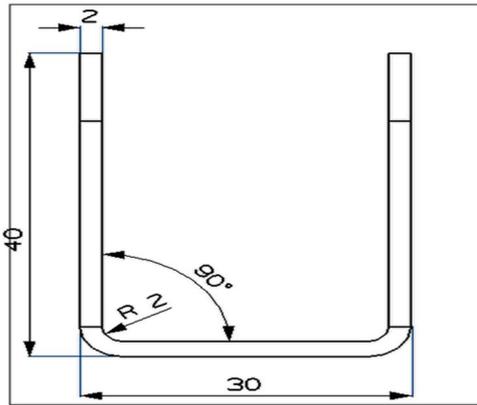
Gambar 12 : Produk (pandangan depan & samping)



Gambar 13 : Produk (pandangan atas)

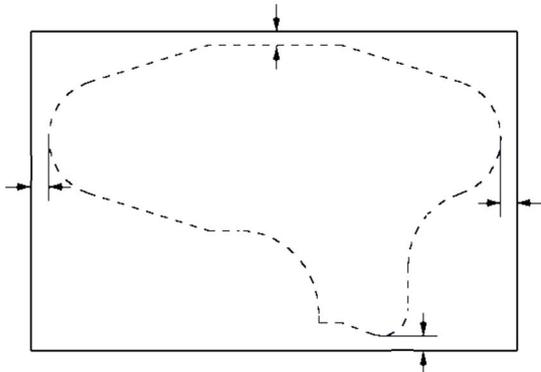
4.3 Proses *Blanking*

Proses *blanking* merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mendapatkan hasil produksinya yang sesuai dengan *punch* (alat potong). Dalam proses ini produk yang dihasilkan disebut *blank*. Untuk mendapatkan hasil *blank* tersebut perlu penyesuaian dimensi, karena pada tahap berikutnya terdapat proses *bending* yaitu proses penekukan material. Dimana pada saat proses penekukan, material akan mengalami *tension stress & compression stress* di area radius tekukannya yang mengakibatkan perubahan dimensi pada benda kerja. Dimensi benda kerja (produk) seperti terlihat pada gambar 14



Gambar 14 : Dimensi Produk (pandangan samping)

Berdasarkan perhitungan, maka dimensi dari *blank product* telah diketahui yaitu panjang 102.32 mm dan lebar 62.8 mm. Sehingga, untuk mencari dimensi dari *strip* atau dimensi material kotor yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk ialah menggunakan rumus *stock layout* yaitu mencari jarak sisi tepi (*a*) dan jarak antar potongan (*b*) yang diijinkan, seperti terlihat pada gambar 15, bentuk dan ukuran blank seperti terlihat pada gambar 16.



Gambar 15 : Jarak sisi tepi (*a*)

Untuk menghitung jarak sisi tepi *a* dihitung sbb :

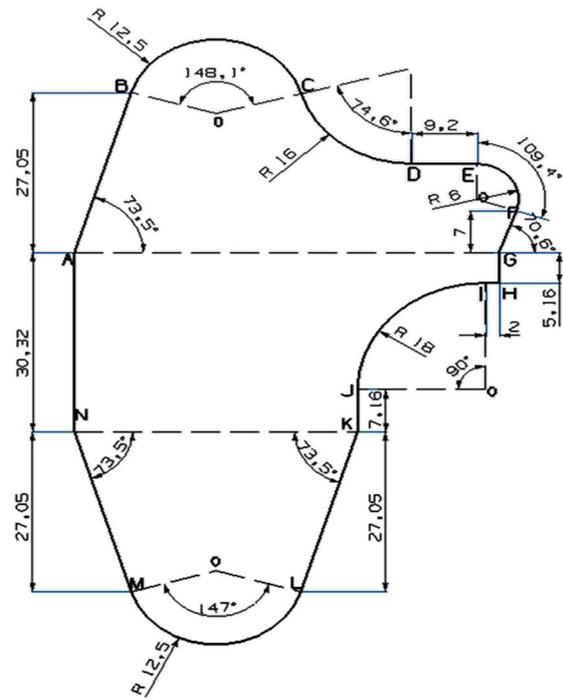
$$a = t + 0.015D$$

Jadi, jarak sisi tepi untuk lebar 62.8 mm adalah

$$a = 2 + 0.015 (62.8) = 2.942 \text{ mm}$$

dan jarak sisi tepi untuk panjang 102.32 mm adalah

$$a = 2 + 0.015 (102.32) = 3.5348 \text{ mm}$$



Gambar 16 : Bentuk dan ukuran blank

4.4 Proses *Piercing*

Proses *piercing* merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan membuat lubang pada benda kerja. Pada proses ini terdapat 3 lubang yang akan dibuat, 2 lubang berdiameter 10 mm dan 1 lubang berdiameter 6 mm. Untuk mengetahui berapa gaya yang dibutuhkan untuk membuat lubang tersebut dihitung sbb:

Diketahui tegangan geser material, $\tau_g = 216 \text{ N/mm}^2$, maka besarnya gaya potong adalah

$$\begin{aligned} F_{piercing} &= \tau_g \times U \times s \\ &= 216 \text{ N/mm}^2 \times 81.67 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \\ &= 35,281.44 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya yang dibuthkan untuk melakukan proses *piercing* adalah 35,281.44 N

Stripper plate merupakan bagian pada perkakas tekan (*press dies*) yang berfungsi sebagai penahan material agar pada saat proses material tidak bergerak. Untuk mencari gaya yang dibutuhkan *stripper plate* dalam menahan material,

$$\begin{aligned} F_{st} &= 10\% \times F_{piercing} \\ &= 10\% \times 35,281.44 \text{ N} \\ &= 3,528.14 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan *stripper* untuk menahan material saat proses *piercing* adalah 3,528.14 N

Piercing Machine Capacity yang dibutuhkan untuk melakukan proses *piercing* adalah dengan menjumlahkan semua gaya yang terjadi dan dikalikan dengan 57 factor keamanan mesin.

$$P_m = \frac{F_{piercing} + F_{St}}{1000} \times Sf$$

$$= \frac{35,281.44 \text{ N} + 3,528.14 \text{ N}}{1000} \times 1.5$$

$$= 38,8 \text{ KN} \times 1.5$$

$$= 58,2 \text{ KN}$$

Jadi kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blanking* adalah 58,2 KN

4.5 Process Bending

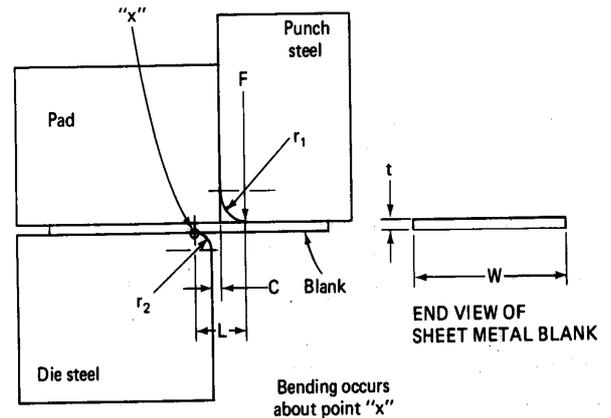
Proses *bending* merupakan proses penekukan benda kerja, dalam proses ini benda kerja akan ditekuk di kedua sisinya sehingga menyerupai bentuk U seperti terlihat pada gambar 17, dan untuk mengetahui gaya untuk melakukan penekukannya dihitung sebagai berikut:

a. Bending Force

Jika diketahui tegangan tarik material adalah 270 N/mm^2 . Maka untuk mencari gaya tekuknya adalah

$$F = 0.667 \times \frac{S \cdot W \cdot t^2}{L}$$

Dimana : S = tegangan tarik, N/mm^2
 W = panjang tekukan, mm
 t = tebal material, mm
 L = Panjang span, mm



$$L = r_1 + C + r_2$$

Gambar 17 : U bend

Berdasarkan gambar 17 diatas diketahui;

r_1 = radius punch, 2 mm

r_2 = radius dies, 4 mm

c = clearance, jarak antara *punch* dengan *dies*. $c = t$

Jadi, $L = 2 + 2 + 4 = 8 \text{ mm}$

Maka,

$$F = 0.667$$

$$\times \frac{270 \text{ N/mm}^2 \cdot 40 \text{ mm} \cdot (2 \text{ mm})^2}{8 \text{ mm}}$$

$$F = 0.667 \times 5400 \text{ N}$$

$$F = 3,601.8 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *bending* adalah 3,601.8 N

b. Pad Force

Untuk mencari besarnya gaya yang dibutuhkan *pad plate* dalam menahan material adalah sebagai berikut.

$$F_{pad} = 0.5 \times F$$

$$= 0.5 \times 3,601.8 \text{ N}$$

$$= 1,800.9 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan *pad* untuk menahan material saat proses *bending* adalah sebesar 1,800.9 N

c. Bending Machine Capacity

Gaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *bending* adalah dengan menjumlahkan semua gaya yang terjadi dan dikalikan dengan faktor keamanan mesin.

$$\begin{aligned}
 P_m &= \frac{F + F_{pad}}{1000} \times Sf \\
 &= \frac{3,601.8 \text{ N} + 1,800.9 \text{ N}}{1000} \times 1.5 \\
 &= 5.4 \text{ KN} \times 1.5 \\
 &= 8.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Jadi kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk melakukan proses *bending* adalah 8,1 KN

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis secara teoritis, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Panjang total bukaan produk atau *blank product* adalah 102.32 mm, yang didapatkan dari proses perhitungan saat produk dilakukan proses *bending* dengan sudut tekukan 90°, dimana material akan mengalami penambahan panjang sebesar 3.84 mm (untuk 1 sisi tekukan) sehingga secara keseluruhan material akan mengalami penambahan panjang sebesar 7.68 mm.
2. Dimensi plat logam/*strip* yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan satu produk *rear bracket cushion* adalah 110 mm × 69 mm × 2 mm.
3. Besarnya gaya/kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blanking* adalah sebesar 193 KN atau 19.67 tonf.
4. Besarnya gaya/kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk membuat 2 lubang berdiameter 10 mm dan 1 lubang berdiameter 6 mm pada proses *punching* adalah sebesar 58,2 KN atau 5.9 tonf.
5. Besarnya gaya/kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk melakukan proses *bending* adalah sebesar 8 KN atau 815.5 kgf.

DAFTAR PUSTAKA

- G. Niemann, H. Winter, 1992. “ Elemen Mesin Desain dan Kalkulasi dari Sambungan, bantalan dan Poros” Jilid II, Alih Bahasa oleh Anto Budiman Ir. Dipl. Ing dan Bambang Priambodo Ir, Erlangga, Jakarta

- G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K.H. Grote, 2007, “Engineering Design A Systematic Approach”, Third Edition, KenWallace and Lucienne Blessing Translators and Editors, Springer Verlag, London

- Sularso, Suga Kiyotokatsu, 1980, “ Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin ” Cetakan ke 9, Pradnya Paramita, Jakarta

- Taufiq Rochim, 1981, “ Teori & Teknologi Proses Permesinan ” Jurusan Teknik Mesin, FTI-ITB.

- Takeshi Sato, N. Sugiarto, 1996 “ Menggambar Mesin ” Pradya Paramita, Jakarta