ANALISA PERHITUNGAN GAYA - GAYA MEKANIS PADA PEMBUATAN KOMPONEN OTOMOTIF BRAKET UPPER ARM

Thomas Djunaedi[1]
Thomas.pcd@pamindo.co.id
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jakarta

Dadi Cahyadi[2]
Dadicahyadi2012@gmail.com
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Serang Raya

Darmanto[3]
Darmanto@yahoo.com
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jakarta

ABSTRAK

Braket upper arm adalah salah satu bagian dari sistem peredam getaran (suspensi) pada kendaraan yang terpasang pada rear axle yang berfungsi menyangga pegas koil, tempat dudukan steering knuckle dan memelihara letak geometris bodi dan roda-roda. Braket upper arm terbuat dari sheet metal SAPH 440 yang mempunyai kuat tarik 45 kgm/mm^2, resistansi gesek 36 kgm/mm^2 dan ketebalan material 2,9 mm. Untuk metode perhitungannya menggunakan pedoman Press Dies Design, dari IMDIA. Disain produk mengikuti permintaan dari pelanggan dan untuk mengurangi scrap yang terbuang dihitung ulang layoutnya yaitu perkalian antara tebal material 2,9 mm lebar produk, jarak antar material blank 2,9 mm dan jarak lebar blank ke tepi 6,65 mm. Untuk mendapatkan potongan dengan burry yang minimal clearen punch dan die diatur sebesar 0,2175 mm dengan gaya potong yang perlukan mesin press sebesar 135 tonf, gaya proses drawing 18,5 tonf, proses bending memerlukan di pelukan gaya dari mesin press dengan tonase 4 tonf dan untuk prroses triming menggunakan mekanisme dua buah cam dengan total gaya yang di pelukan untuuk proses triming yaitu 44,5 tonf

Kata Kunci : kuat tarik dan resistansi gesek SAPH 440, blank layout, gaya blanking, gaya drawing, gaya bending dan gaya cam.

1. Pendahuluan

Pengujian logam sangatlah diperlukan pada braket upper arm ini dikarenakan untuk mengetahui bila logam tersebut dapat menimbulkan efek negatif jika digunakan untuk bahan-bahan produksi. Dalam logam tersebut tediri dari sifat mekanis diantaranya kekerasan, kuat tarik (tensile strenght). Dengan pengerjaan yang tepat, akan diperoleh tingkat efisiensi yang tinggi, Untuk mendapat kan braket dengan kualitas yang bagus kita harus dapat menganalisa raw material supaya dapat memenuhi standar dari part tersebut. Raw material yang telah yang telah di sesuaikan oleh user di analisa sifat mekanis yang terkandung di dalamnya supaya dapat di tentukan gaya yang dapat di aplikasi dalam pembentukan braket upper arm dengan kualitas yang di minta oleh user. Seringya terjadi kurang maksimal pada proses blangking, drawing, forming, triming dan piercing di sebabkan karena tidak memenuhi standar proses pengerjaan proses dies yang sasuai terhadap sifat mekanis yang di perlukan material tersebut.

2. MetodePenelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengadakan pengujian, dimana jenis-jenis pengujiannya adalah uji tarik, uji kekerasan dan uji kekerasan di ambil dari lab perusahaan *(mill certificate)* dimana Pembahasan di tekankan pada perhitungan gaya gaya yang terjadi pada proses dies serta Menentukan besarnya jarak punch dan die yang berberfungsi sebagai alat potongnya dan Menentukan tonase mesin yang di pakai dalam proses pembuatan braket *upper arm*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1.Data spesifikasi material

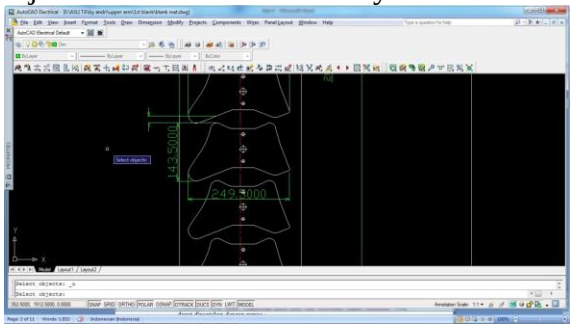
Dalam analisa sifat mekanis material braket upper arm menggunakan sheet plate material SAPH 440 dengan ketebalan 2,9 mm, dengan *tensile strengh* $(S) =$ 440 MPa di ambil dari standar JIS G3113, data ini akan di gunakan untuk menghitung beberapa gaya yang terdapat di dalam beberapa proses,

3.2.Proses pembentukan braket *upper arm*

3.2.1Proses blank dan piercing

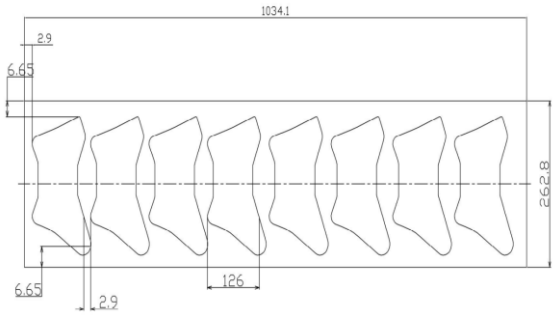
Penyusunan lay out blank

Kebutuhan material banyak di pengaruhi bentuk produk, meskipun masalah kecil namun berakibat pada material yang terbuang, *stock lay out* bertujuan bagaimana caranya mengurangi material terbuang menjadi sekecil mungkin dengan tujuan akhir menurunkan biaya material.



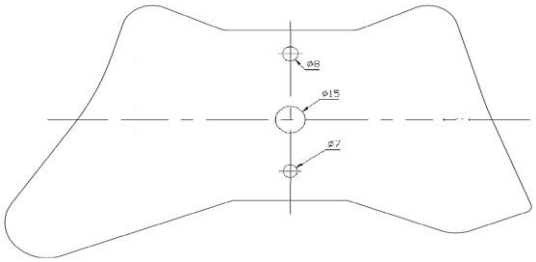
Gambar 1. Dimensi dari blank

Jarak sisi tepi (a)
= t + 0,015 x D
= 2,9 mm + 0,015 x 249,5 mm = 6,65 mm
Jarak antar blank (b)
= jika t 0,8mm s/d 4,8mm b = t = 2,9mm



Gambar 2. Desain blank layout yang di rencanakan

a. Menhitung clearen dan diameter die pada proses piercing



Gambar 3. Desain hole piecing

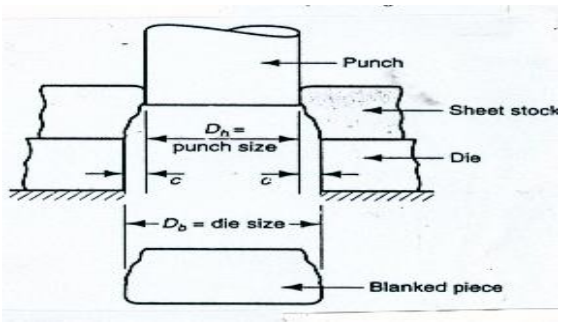
c = a x t
= 0,075 x 2.9 mm = 0,2175 mm (clearen punch dan die)

Menentukan diameter die dari diameter piercing

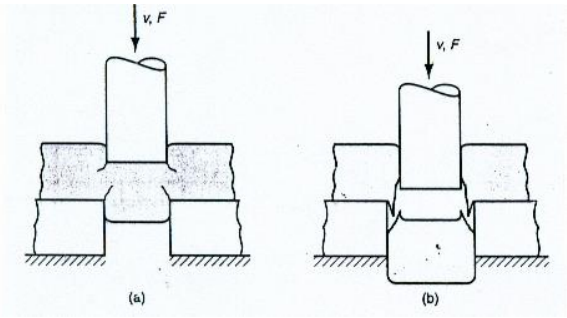
- Diameter punch Ø $8_0^{+0,02}$ mm (patokan untuk lubang)
  Diameter die maximum = 8,02 mm + (0,2175 mm x 2) = 8,455 mm
  Diameter die minimum = 8,00 mm + (0,2175 mm x 2) = 8,435 mm

- Diameter punch Ø $15_0^{+0,02}$ mm (patokan untuk lubang)
  Diameter die maximum = 15,02 mm + (0,2175 mm x 2) = 15,455 mm
  Diameter die minimum = 15,00 mm + (0,2175 mm x 2) = 15,435 mm

- Diameter punch Ø $7_0^{+0,02}$ mm (patokan untuk lubang)
  Diameter die maximum = 7,02 mm + (0,2175 mm x 2) = 7,455 mm
  Diameter die minimum = 7,00 mm + (0,2175 mm x 2) = 7,435 mm



Gambar 4. Punch piercing dan die piercing[(1)]



Gambar 5. Akibat dari clearen : (a) clearen terlalu kecil, (b) clearen terlalu besar

b. Gaya potong (*cutting force*) :

P = L x t x σB
σB = S x 0,8
= 36 kgf/mm^2 (*kekuatan geser*)

Menghitung cutting force pada proses piercing yaitu 3 buah hole lingkaran dengan $\emptyset\ 8mm, \emptyset\ 15mm, \emptyset\ 7mm$
P = L x t x σB
= (3,14(8+15+7) mm) x (2,9 mm) x (36 kgf/mm^2) = 9.834,48 kgf

Menghitung cutting force pada proses blank yang mempunyai bentuk kurva, karena keliling kurva tidak bisa di hitung menggunakan rumus, dalam mengetahui tepi potong atau keliling menggunakan sofware auto cad, di ketahui panjang tepi potong kurva adalah L = 684,1702mm
P = L x t x σB
= (684,1702 mm) x (2,9 mm) x (36 kgf/mm^2) = 71.427,3689 kgf
Jadi cutting force total adalah jumlah antara cutting force piercing dan cutting force blank yaitu :
9.834,48 kgf + 71.427,3689 kgf = 81.261,8489 kgf

c. Menghitung gaya striper atau striper force

Pst = (5% - 10%) x P
= (0,1)x(8.1261,8489 kgf) = 8.126,1849 kgf

d. Kapasitas mesin press (press machine capacity)

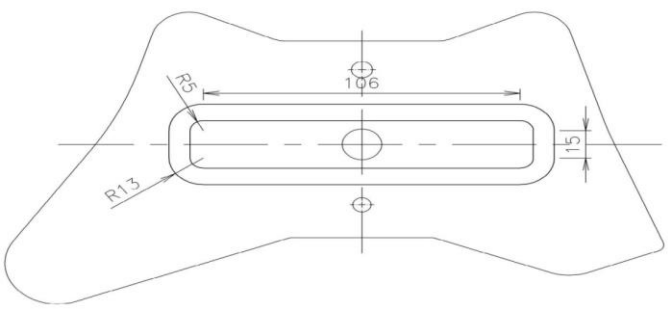
Pm = (P+Pst) x (Sf)
=(81.261,8489kgf +8.126,1849 kgf) x (1,3) = 135 tonf
Jadi pada proses blank piercing 1/4 bisa di proses dengan menggunakan mesin press dengan tonase 140 tonf gaya dari aktual 200 tonf.

3.2. 2 Proses Drawing

P = (P1 + P2)

P1= S x t x [(2π x r_1 x c)+(l'. c_2)]= 8,3651 tonf
P2 =An x Pb = = 3,8834 tonf

= 45 kg
(persamaan

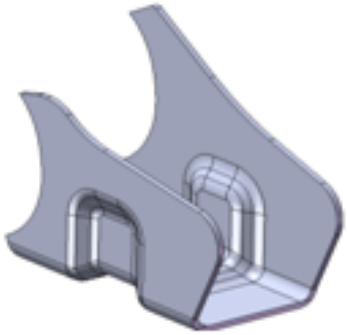


Gambar 7 . Mencari nilai l'

Tabel 3 nilai nilai dari Pb dari blank holder presure

Material	Pb (kgf/cm^2)
Ordinary steel (sheet)	16-18
Deep drawing steel (sheet)	20-25
Stainless steel (sheet)	18-20
Coopper (sheet)	8-12
Brass (sheet)	11-16

3. 2. 3 Proses forming (Proses 3/4)



Gambar 9. bentukan dari forming

Bottoming pad force (Pbp)
bp = 0,5 x Pbu
= 0,5 x 1737,7162 kgf
= 868,8582 kgf

Total U bending (P'bu)
= Pbu + Pbp
= 1.737,7162 kgf + 868,8582 kgf
= 2.606,5744 kgf

Kapasitas mesin press
= P'bu x sf
= 2606,5744 kgf x 1,5
= 3.909,8616kgf = 3,9098 tonf = 4 tonf
Kapasitas yang di butuhkan untuk proses forming 4 tonf aktual mesin yang di pakai 80 tonf

3. 2. 4 Proses cam trimnig

Dalam proses 4/4 menggunakan 2 buah cam kanan kiri yang berkerja secara bersamaan yaitu cam 1 dan cam 2. Untuk spesifikasi dari cam menggunakan cam dengan berat (W) = 20 kg dengan sudut Ɵ = 40^o dan *friction coeffecient* (μ) = 0,4 (wear plate atau oiless plate)

Gambar 10. Hasil dari cam triming

3. 2. 4. 1. Perhitungan cam 1

a. Fc $_{total}$ = Fc $_{piercing}$ + Fc $_{triming}$
Piercing = Ø 14mm, Ø 8mm, Ø8mm
Fc $_{piercing}$= π x d x t x σB
= { 3,14 x (14mm + 8mm + 8mm)} x 2,9mm x 36 kgf/mm^2 = 9.834,48 kgf

Panjang cutting leng 79,7148mm
Fc $_{triming}$ = L x t x σB
= 79,7148mm x 2,9mm x 36 kgf/mm^2
= 8.322,2251 kgf

Fc $_{total}$ = Fc $_{piercing}$ + Fc $_{triming}$
= 9.834,48 kgf + 8.322,2251 kgf
= 18.156,7051 kgf

b. Fs = 0,15 x Fc

= 0,15 x 18.156,7051 kgf
= 2.723,5057 kgf

c. Fp = μ x W x Sf
= 0,4 x 20 kg x 4
= 32 kgf

d. F = Fc + Fs + Fp
= 18156,7051 kgf + 2723,5057 kgf + 32 kgf
= 2.0912,2108 kgf

e. P = tan Θ . F
= tan 40^o x 20.912,2108 kgf
= 0,8390996312 x 20.912,2108
= 17.547,4285 kgf

Jadi gaya yang bekerja pada cam1 = 17.547,4285 kgf

3. 2. 4. 2. Perhitungan cam 2

a. $Fc_{total} = Fc_{piercing} + Fc_{triming}$

- *Piercing* = Ø 14mm
  $Fc_{piercing} = \pi$ x d x t x σB
  = (3,14 x 14mm) x 2,9mm x 36 kgf/mm^2
  = 43,96mm x 2,9mm x 36 kgf/mm^2
  = 4.589,424 kgf
- Panjang cutting leng 79,7148mm
  $Fc_{triming}$ = L x t x σB
  = 75,5947 mm x 2,9 mm x 36 kgf/mm^2
  = 7.892,0867 kgf
- $Fc_{total} = Fc_{piercing} + Fc_{triming}$
  = 4.589,424 kgf + 7.892,0867 kgf
  = 12.481,5107kgf

b. Fs = 0,15 x Fc
= 0,15 x 12.481,5107 kgf
= 1.872,2266 kgf

c. Fp = μ x W x Sf
= 0,4 x 20 kg x 4
= 32 kgf

d. F = Fc + Fs + Fp
= 12.481,5107 kgf + 1.872,2266 kgf + 32 kgf
= 14.385,7373 kgf

e. P = tan Θ x F
= tan 40^o x 14385,7373 kgf
= 0,8390996312 x 14385,7373
= 12,071,0668 kgf

Jadi gaya yang bekerja pada cam1 = 12,071,0668 kgf

Kapasitas mesin press
Pm = [P(cam1) + P(cam2)] . Sf
= (17.547,4285 kgf + 12.071,0668 kgf) x 1,5
= 29618,4953 kgf x 1,5
= 44427,743 kgf
= 44,5 tonf

Kapasitas mesin yang di butuhkan pada proses cam trim piercin adalah 45,5 tonf aktual yang di pakai 80 tonf

5.1.Kesimpulan

1. Pada proses *blank* 1/4
- Jarak tepi potong blank dengan tepi material 6,65 mm dan jarak antar blank 2,9 mm,
- Jarak antara punh dan die 0,2175 mm untuk mendapat kan hasil pemotongan yang presisi dan meminimalkan burry pada hasil pemotongan. Proses punch piercing jika clearen terlalu tipis berdampak hasil potongan akan masuk kedalam blank (gompal), dan jika clearen terlalu lebar akan menimbulkan burry yang berlebihan
- Gaya yang di perlukan untuk proses blangking atau kapsitas mesin press adalah 135 tonf.

2. Gaya yang di perlukan untuk proses *drawing* atau kapsitas mesin press adalah 18,5 tonf. Dan perlukan lubrikasi pada proses drawing dan forming mengurangi gseskan pada proses yang berdampak baret, Penggunaan clearen yang terlalu lebar pada lebih dari

material pada proses preform berdampak pada daerah yang terjadi tarikan menjadi keriting dan jika kurang dari tebal material akan terjadi baret.

3. Pada proses *bending* 3/4 gaya yang di perlukan pada proses tersebut adalah 4 tonf
4. Pada proses *cam trim* dan *piercing* 4/4 gaya yang di perlukan pada proses tersebut adalah 44,5 tonf

5.2.Saran

1. Proses dari blank sisi tepi 8mm dan untuk 10mm untuk jarak antar blankdapat di desain ulang untuk meningkatkan efesiensi scrap yang terbuang, dengan di buat lebih kecil yaitu 6,65mm unutk jarak blank dengan tepi, dan 2,9 mm untuk space antar blank.
2. Menyesuaikankan mesin press sesuai dengan kapasitas yang di butuhkan tiap proses, untuk meningkatkatkan efesiensi karena penggunaan penggunaan mesin press dengan tonase besar membutuhkan daya listrik yang besar juga.
3. Menggabungkan empat proses pembuatan braket upper arm kedalam satu proses mesin press, dengan mendesain meja pres menjadi lebuh luas supaya bisa menampung 4 dies dalam satu mesin yang bertujuan untuk penghematan sumber tenaga listrik

DAFTAR PUSTAKA

1. IMDIA., 2010, Press Die Design Midle, IMDIA
2. IMDIA., 2011, Press Die Design Basic, IMDIA
3. Paquin, J. R. Dan Crowley, R. E., 1962, Die Design Fundamentals, Industrial Press Inc, cleveland, ohio
4. Rachmantio, H. Dr. Ing., 2004, Pengantar Material Sains II Buku Sifat Fisik da Mekanik, Tabernakelindo, Yogyakarta
5. Schey, J. A., 2000, Introduction To Manufacturing Prosesses, The McGraw- hill Companies, Inc
6. Sistem supensi kendaraan, http://ludiagungwahyudi.blogspot.com/2010/12/sistem-suspensi.html
7. Steel Plate, JIS G3113, http://www.steel-jw.com/steel-plate/JIS-G3113-Hotrolled-Automobile-structural-steel.html
8. Sudarmawan, R. Th., 2009, Teknologi Press Dies, Kanisius, Yogyakarta