

Redesain Dies Proses Blank-Pierce dengan Penyesuaian Mesin Press Guna Meningkatkan Efisiensi Produk Reinforcement Quarter Panel Extension RH/L

Desy Agustin^{1*}, Ibnu Syihab², Sanurya Putri Purbaningrum³, Abdul Wahid Arohman⁴,
Indra Rizki Pratama⁵

^{1,2,3,4}Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta

⁵Teknologi Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta

*Koresponden email: desyag@stmi.ac.id

Diterima: 26 Maret 2024

Disetujui: 1 April 2024

Abstract

The redesign of the die design in the blank-pierce process for the RH/LH quarter panel extension reinforcement product was carried out using field observations to obtain actual data. The production process consists of five stages: blanking, piercing, restriking, bending and forming. Meanwhile, in the redesign process, the RH/LH quarter panel extension reinforcement product is evaluated in the blanking and piercing die processes. Cycle time analysis after the tool design has been redesigned shows the potential for increasing efficiency by reducing process time. MPP data is used as a guide for die design with relevant machine specifications, die size and materials. Machine pressure and tonnage calculations were carried out for the current die design and the revised version, showing significant improvements in production efficiency. The die redesign was carried out to increase output per stroke and to use more sophisticated automation processes. The results of this research show that improved die design can increase production efficiency and productivity by reducing the number of strokes required and properly adjusting machine capacity.

Keywords: *redesign, dies, cycle time, machine capacity*

Abstrak

Perancangan ulang desain dies pada proses blank-pierce untuk produk reinforcement quarter panel extension rh/lh dilakukan dengan observasi lapangan guna mendapatkan data aktual. Proses produksi melibatkan lima tahap: blanking, piercing, restrike, bending, dan forming. Sedangkan dalam proses re-design pada produk reinforcement quarter panel extension rh/l akan dievaluasi pada proses blanking dan piercing dies. Analisis cycle time setelah design dies dilakukan perancangan ulang menunjukkan potensi untuk peningkatan efisiensi dengan mengurangi waktu proses. Data MPP digunakan sebagai panduan untuk desain dies, dengan spesifikasi mesin, ukuran dies, dan material yang relevan. Perhitungan tekanan dan tonase mesin dilakukan untuk desain dies saat ini dan versi yang direvisi, menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi produksi. Redesain dies dilakukan untuk meningkatkan output per stroke dan menggunakan proses otomatisasi yang lebih canggih. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penyempurnaan desain dies dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi, dengan mengurangi jumlah stroke yang diperlukan dan menyesuaikan kapasitas mesin dengan baik.

Kata Kunci: *perancangan, dies, cycle time, machine capacity*

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri terutama dalam bidang manufaktur mengalami perkembangan yang pesat. Permintaan yang harus dipenuhi tidak hanya kualitas produk yang tinggi, tetapi juga waktu pengerjaan yang singkat dan tepat. Untuk dapat memenuhi permintaan customer terhadap kualitas dan efisiensi tentunya memerlukan alat pendukung proses produksi yang memadai. Dies Stamping adalah suatu alat cetak sheet metal dengan proses pemotongan, pembentukan, penekukan atau gabungan dari ketiganya dengan prinsip kerjanya ialah penekanan. Alat ini sangat cocok digunakan untuk membuat produk dari bahan sheet metal dengan bentuk yang sama dan dalam jumlah yang banyak secara masal dalam waktu yang relatif singkat.

Masalah yang dihadapi saat ini pada line stamping baru yaitu mechanical press k – line adalah saat produksi produk reinforcement quarter panel extension rh/lh proses blanking. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan part hasil blanking masih begitu tinggi yaitu 6,92 detik dengan target 5,45 detik dari

capacity produksi yang diinginkan sebanyak 1000 pcs per hari. Potensi lamanya pengiriman produk terhadap customer dikarenakan pada saat proses blanking dalam 1 kali stroke mampu menghasilkan 1 part dengan proses sheet materialnya secara rotasi 180° (tidak kontinyu) dan prosesnya masih secara manual.

Proses pembuatan melibatkan dua tahap, yaitu tahap pemotongan (blanking dan piercing). Pada tahap blanking, material akan dipotong untuk mendapatkan bentuk potongan yang diperlukan dengan ukuran 500 mm x 600 mm dan die high-nya 410mm. Selanjutnya, piercing untuk membuat lubangnya. Untuk memproduksi produk ini, beberapa perhitungan diperlukan untuk memastikan hasil yang tepat. Pertama, menentukan dimensi awal produk kosong karena proses tersebut akan mempengaruhi panjang dimensi produk akibat penekanan material melebihi elastisitasnya [1]. Oleh karena itu, dimensi awal produk penting untuk memastikan hasil akhir sesuai dengan gambar kemudian, mencari kapasitas mesin yang diperlukan karena tekanan yang lebih rendah dari gaya potong yang diperlukan dapat mengganggu proses pemrosesan material.

Untuk itu penulis berencana melakukan evaluasi desain pada dies proses blanking di mesin press seyi dengan kapasitas 200ton agar mampu menghasilkan dalam 1 kali stroke menjadi 2 part, sehingga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi waktu dalam proses produksi produk tersebut.

2. Metode Penelitian

Desain dies stamping adalah proses pembuatan cetakan atau alat yang digunakan untuk memproduksi komponen logam dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan [2]. Umumnya penggunaan dies digunakan dalam produksi massal dan dalam jumlah besar. Dies dapat digunakan untuk memotong, membentuk, menekuk sheet metal yang diinginkan. Dies stamping digunakan dalam industri manufaktur untuk memproduksi berbagai macam produk, seperti suku cadang mobil, peralatan rumah tangga, dan komponen elektronik karena dapat mengefisienkan produksi dan menjaga kualitas. Desain dies dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu dies potong dan dies tekuk. Dies potong digunakan untuk memotong bahan mentah menjadi bentuk yang diinginkan, sedangkan dies tekuk adalah proses pembentukan dengan cara ditebuk melalui perkakas punch digunakan untuk membentuk bahan mentah menjadi bentuk yang diinginkan [3].

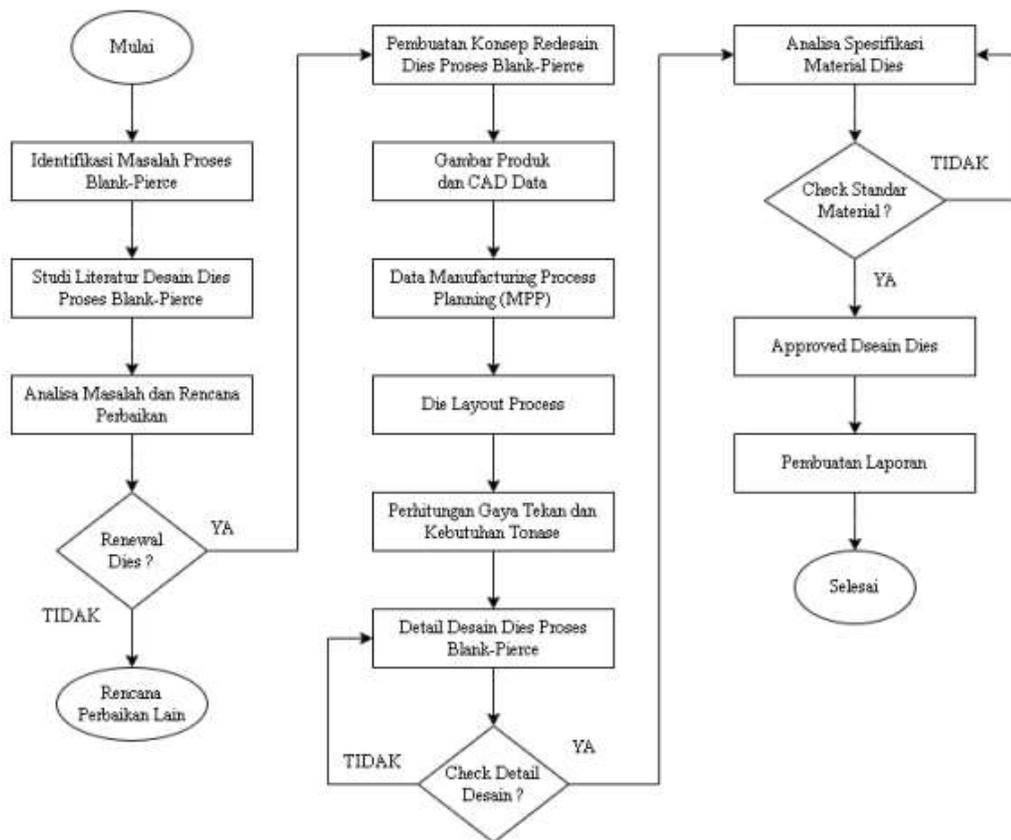
Kedua jenis dies ini memiliki perbedaan dalam cara kerjanya dan juga dalam desainnya. Selain itu, desain dies juga dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu bagian atas, bagian bawah, dan bagian samping[4]. Bagian atas dan bawah dies biasanya terbuat dari bahan yang keras dan tahan lama, seperti baja atau besi tuang. Sedangkan bagian samping dies biasanya terbuat dari bahan yang lebih lunak, seperti aluminium atau kuningan. Desain dies juga harus memperhatikan beberapa faktor, seperti kekuatan dan ketahanan bahan, kecepatan produksi, dan biaya produksi. Desain dies yang baik harus mampu menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, efisiensi produksi yang tinggi, dan biaya produksi yang rendah.

Pada proses stamping, die berperan sebagai alat presisi yang membentuk atau memotong material menjadi sebuah produk dengan gaya pada proses yang direncanakan. Dari berbagai variasi proses pada die, jumlah operasi dan station pada die, maka die dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari prosesnya, dies dibagi diantaranya blanking, piercing, bending, drawing [5]
2. Berdasarkan jumlah konstruksinya, dies dibedakan menjadi: single operation dan multi operation [6]
3. Berdasarkan jumlah station pada dies: single station dies dan progressive dies.

Dari jumlah station, pada dies dengan single station terbagi menjadi combination dan compound. Combination dies merupakan dies dimana proses cutting dan non cutting dilakukan pada satu kali stroke pada prosesnya [7]. Konsep combination dies juga dapat diartikan dalam satu dies dan punch memiliki 2 proses operasi [8]. Pada progressive dies terdapat dua atau lebih station pada dies. Setiap station dapat dilakukan proses ataupun idle [9]. Dalam perencanaan dan perancangan dies progressive, operasi yang akan dipilih dan detail setiap prosesnya harus diperhatikan dengan baik. Proses stamping adalah proses pembentukan part/komponen dari material sheet metal menjadi bentuk part /komponen dengan menggunakan mesin press atau bisa disebut operasi cold forming, yang berarti bahwa tidak ada panas yang masuk ke dalam die atau material sheet dengan sengaja[10] [2].

Dalam proses stamping, akan digunakan die yang merupakan alat presisi khusus yang memotong dan membentuk lembaran logam menjadi bentuk atau profil yang diinginkan. Komponen untuk melakukan pemotongan dan pembentukan die biasanya dibuat dari jenis baja khusus yang bisa dikeraskan yang disebut baja perkakas. Secara garis besar proses stamping meliputi proses, yaitu: Proses Cutting, Proses Bending, Proses Drawing.



Gambar 1. Diagram Alir Redesain Dies Proses Blank Pierce

3. Hasil dan Pembahasan

Desain dies saat ini pada Item AES 30-35

Dalam upaya evaluasi desain dies proses blank-pierce pada produk reinforcement quarter panel extension rh/lh penulis melakukan observasi atau pengamatan secara langsung yang terjadi di lapangan guna mendapatkan data-data aktual sebagai landasan masalah pada pembahasan penelitian ini. Adapun data-data aktual yang diperoleh sebagai berikut:

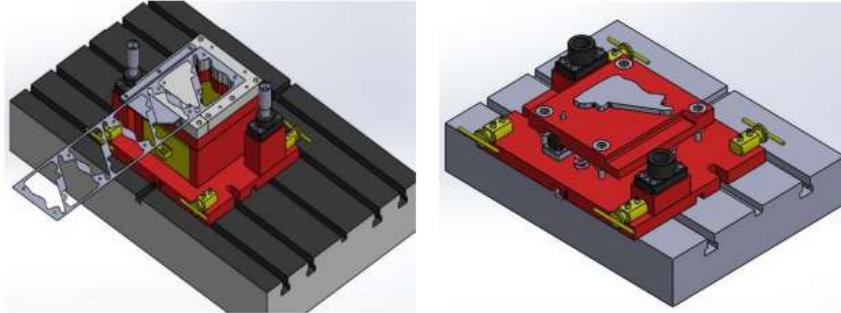
1. Flow Proses Produksi Item AES 30-35. Flow proses produksi produk reinforcement quarter panel extension rh/lh terdapat 5 proses untuk menghasilkan produk tersebut Dies blanking, Dies Piercing, Dies Restrike, Dies Bending, dan Dies Forming.
2. Cycle Time Proses Produksi Item AES 30-35. Dalam setiap proses produksi tentunya terdapat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk[11], terkhusus pada saat produksi produk reinforcement quarter panel extension rh/lh terdapat waktu proses yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk tersebut sampai menjadi bentuk yang diinginkan.

Tabel 1. Data Aktual Cycle Time

Urutan Proses	Proses Mesin	Cycle Time / stroke (detik)	Target Cycle Time (detik)	Waktu Produksi/ hari (menit)
OP-10	MC 5	6,92	5,45	150
OP-20	MC 1	6,48	5,45	150
OP-30	MC 2	6,69	5,45	150
OP-40	MC 3	6,16	5,45	150
OP-50	MC 4	5,94	5,45	150

Pada **Tabel 1** merupakan data aktual cycle time produksi produk reinforcement quarter panel extension rh/lh. Pada saat produksi proses blank-pierce cycle time yang didapat adalah 6,92 detik sedangkan untuk target cycle time yaitu 5,45 detik. Hal tersebut dapat menjadi acuan untuk melakukan perbaikan dengan menurunkan cycle time produksi proses blank-pierce produk reinforcement quarter panel extension rh/lh.

- Data MPP (Manufacturing Process Planning). Data MPP (Manufacturing Process Planning) merupakan informasi penting sebelum mendesain dies guna sebagai acuan designer agar tidak terjadi kesalahan dalam membuat desain dies. Dapat dilihat pada **Tabel 1** dimana permintaan proses produksi sebanyak 5 proses diantaranya: proses blanking, proses forming, proses bending, proses restrike dan proses piercing. Pada proses blank-pierce untuk estimasi dies size dengan ukuran 500 mm x 600 mm dan die high-Nya 410 mm. Kemudian untuk sheet material proses part dengan jenis SCGA270DX serta spesifikasi mesin yang digunakan adalah seyi SN 200ton type C frame dengan proses feeder material part dari sisi depan. Hasil dari potongan proses blanking dengan ukuran 225 mm x 186 mm x 0.6 mm.
- Dari data MPP diatas terkhusus pada proses blankpierce penulis menyajikan 3D desain dies aktual saat ini, berikut 3D desain dies saat ini:

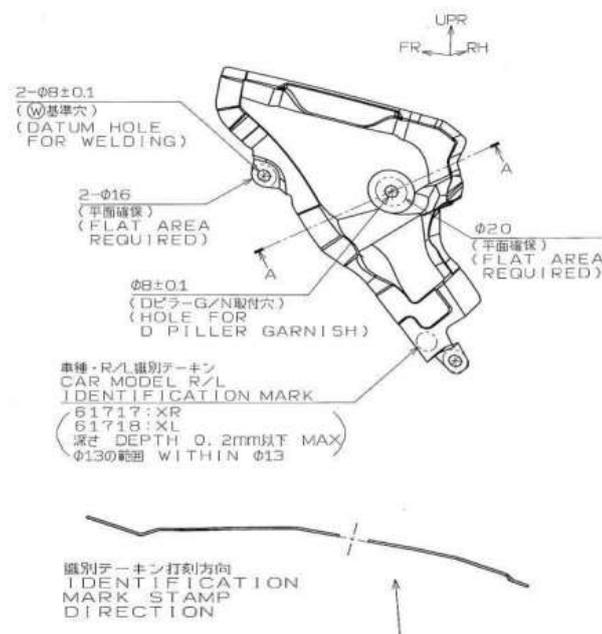


Gambar 2. Desain dies aktual proses blank-pierce

Pada **Gambar 2** merupakan 3D desain dies aktual yang ada saat ini, dimana dalam konsep desain tersebut dalam 1 kali stroke mampu menghasilkan 1 part. Kemudian untuk proses feeder terdapat dari sisi depan dan proses sheet material masih secara rotasi 180° (tidak kontinyu). Untuk part hasil blank jatuh ke dalam box scrap yang mana dalam jumlah maksimal akan dipindahkan ke box product.

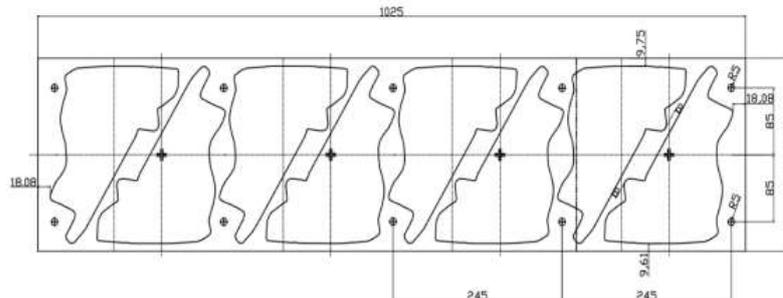
Proses Redesain Dies AES 30-35

Pada tahapan ini penulis melakukan redesain dies proses blankpierce dimulai dengan data persiapan dan informasi yang meliputi gambar produk dan CAD (Computer Aided Design) data, data MPP (Manufacturing Process Planning) meliputi spesifikasi mesin press yang dimiliki, die layout proses yang dikerjakan, jumlah produksi keseluruhan rencana untuk menentukan proses apa saja yang akan dikerjakan, permintaan komponen standar serta estimasi dies size berupa output desain dies secara 2D dan juga 3D.



Gambar 3. Produk dan CAD Data Item AES 30-35

1. Gambar Produk dan CAD. Data Analisis gambar produk dan CAD data ini menggunakan software 3D design yang bertujuan sebagai pengecekan ukuran aktual part tersebut untuk diproses pembuatan desain dies sesuai permintaan customer.
2. Data MPP (Manufacturing Process Planning) merupakan informasi penting sebelum mendesain dies guna sebagai acuan designer agar tidak terjadi kesalahan dalam membuat desain dies. Data MPP juga dapat digunakan untuk mendukung produksi harian [12]. Data MPP terbaru yang mana terdapat permintaan proses produksi sebanyak 5 proses diantaranya: proses blanking, proses forming, proses bending, proses restrike dan proses piercing, terkhusus pada proses blanking untuk estimasi dies size dengan ukuran 800 mm x 595 mm dan die high-Nya 450 mm. Kemudian untuk sheet material proses part dengan jenis SCGA270DX serta spesifikasi mesin yang digunakan adalah seyi SN-1 200ton type C frame dengan proses feeder material part dari sisi samping (kiri). Hasil dari potongan proses blanking dengan ukuran 225 mm x 186 mm x 0.6
3. Die Layout Process Kemudian terdapat layout process blank-pierce yang bertujuan untuk mengetahui akhir dari proses part tersebut dan untuk menentukan die layout process pada konstruksi desain dies yang akan dibuat.



Gambar 4. Layout Process Blank-Pierce

4. Perhitungan Gaya Tekanan. Proses Blank-Pierce Setelah didapat data dan informasi diatas selanjutnya adalah memperhitungkan tekanan atau kebutuhan tonase untuk mesin yang akan digunakan sesuai dengan rumus masing-masing proses. Pada **Gambar 4** merupakan ilustrasi perhitungan material proses blank-pierce. Sebelum melakukan perhitungan gaya tekanan perlu di perhatikan adalah jarak-jarak antara blank dan sisi tepi potongan sheet metal (strip) dimana material yang lebih tipis dan lunak memerlukan spacing yang lebih lebar dan sebaliknya. Salah satu faktor yang mempengaruhi bentuk dan kualitas hasil potongan tepi yang berlubang adalah jarak celah potong[13]. Berikut ini beberapa dasar yang dapat digunakan untuk perhitungan tersebut. Tebal material kurang dari 0,6 mm, maka jarak sisi tepi (a) dan jarak antara potongan (b) diambil dari **Tabel 2**.

Tabel 2. Jarak sisi tepi dan antara potongan part

t < 0,6 mm, double pass	
Lebar strip (W) mm	a & b (mm)
0 s/d 75	1,6
75 s/d 150	2,4
150 s/d 300	3,0
>300	4,0

Selanjutnya adalah menghitung tekanan dan kebutuhan tonase mesin yang digunakan, maka yang harus dicari adalah:

- a) Hitung berapa besarnya *shearing force*.
- b) Hitung besarnya *stripping force*.
- c) Hitung besarnya kapasitas mesin *press* yang diperlukan.

Adapun penyelesaian mencari perhitungan tekanan dan kebutuhan tonase mesin yang akan digunakan.

Perhitungan tekanan dan kebutuhan tonase dies saat ini:

- a) Perhitungan *shearing force*
 Diketahui:

<i>Blanking Length</i>	= 714 mm
<i>Piercing Length</i>	= 10 mm
<i>Thickness Matt</i>	= 0,6 mm
<i>Tensile Matt</i>	= 270 N/mm ² = 30 Kgf/mm ²
<i>Safety Factor</i>	= 5% - 20%

Penyelesaiannya:

Blanking Force

$$= L \text{ Blank} \times \text{Thickness} \times \sigma \times S \text{ Factor}$$

$$= 714 \text{ mm} \times 0,6 \text{ mm} \times 27 \text{ Kgf} \times 1,3 = 14944 \text{ Kgf}$$

Piercing Force

$$= 3,14 \times D \text{ Pierce} \times \text{Thickness}$$

$$= 3,14 \times 10 \times 0,6 = 18,84 \text{ Kgf}$$

Jadi *shearing force* = 14994 + 18,84 = 15013 Kgf

b) Perhitungan *stripping force*

$$\text{Stripping force} = \text{Shearing force} \times \text{Safety Factor} = 15013 \times 5\% = 750,6 \text{ Kgf}$$

c) Kapasitas mesin press

$$\begin{aligned} \text{Press Machine} &= \frac{\text{Shearing Force} + \text{Pad Pressure}}{10000} \times S \text{ Factor} \\ &= \frac{15013 + 1319,5}{10000} \times 1,3 = 20492,68 \text{ Kgf} = 21,000 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan dan kebutuhan tonase dies terbaru

Dimana data perhitungan ini merupakan data dari acuan *dies* yang sebelumnya dengan menyesuaikan konsep desain *dies* yang terbaru. Perhitungan tonase mesin dipengaruhi oleh nilai dari Faktor Keamanan. Faktor keamanan adalah factor yang digunakan dalam evaluasi nilai amannya suatu material untuk dapat digunakan pada bagian suatu mesin [14]. Faktor keamanan juga dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan teknik untuk menerima beban dari luar yaitu beban tekan maupun beban tarik [15].

a) Perhitungan *shearing force*

Diketahui:

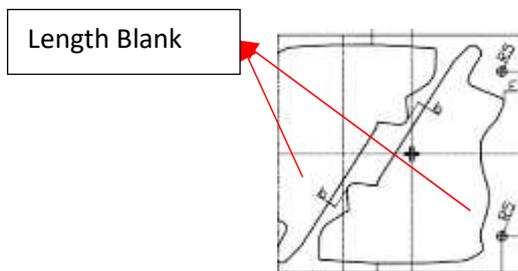
<i>Blanking Length</i>	= 714 mm
<i>Piercing Length</i>	= 10 mm
<i>Thickness Matt</i>	= 0,6 mm
<i>Tensile Matt</i>	= 270 N/mm ² = 30 Kgf/mm ²
<i>Safety Factor</i>	= 5% - 20%

Penyelesaiannya:

Blanking Force

$$= 2 \times L \text{ Blank} \times \text{Thickness} \times \sigma \times S \text{ Factor}$$

$$= 2 \times 714 \text{ mm} \times 0,6 \text{ mm} \times 27 \text{ Kgf} \times 1,3 = 25704 \text{ Kgf}$$



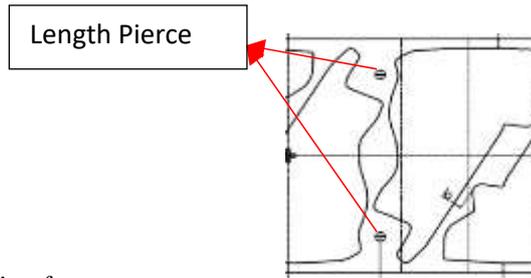
Piercing Force

$$= 3,14 \times D \text{ Pierce} \times \text{Thickness}$$

$$= 3,14 \times 20 \times 0,6 = 37,68 \text{ Kgf}$$

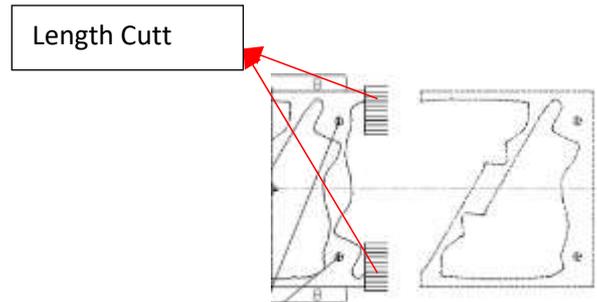
Jadi *shearing force*

$$= 25704 + 37,68 = 26390 \text{ Kgf}$$



d) Perhitungan *stripping force*

$$\text{Stripping force} = \text{Shearing force} \times \text{Safety Factor} = 26390 \times 5\% = 1319,5 \text{ Kgf}$$



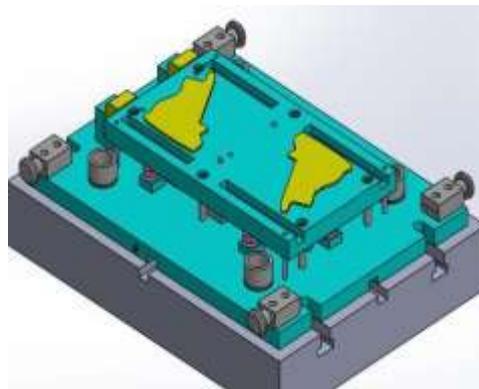
e) Kapasitas mesin press

$$\begin{aligned} \text{Press Machine} &= \frac{\text{Shearing Force} + \text{Pad Pressure}}{10000} \times S \text{ Factor} \\ &= \frac{26390 + 1319,5}{10000} \times 1,3 = 36,000 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Pembuatan Desain Proses Blank-Pierce

Setelah semua perhitungan tekanan dan kebutuhan tonase mesin serta penentuan *layout* proses didapat, maka dilanjut proses desain secara menyeluruh. Penulis membuat konsep dan desain pembuatan *dies* proses *blank-pierce* dengan *software* 2D dan 3D CAD (*Computer Aided Design*). Selanjutnya penulis membuat dan menyajikan redesain *dies* yang penulis konsepkan dari evaluasi desain *dies* sebelumnya, berikut 3D hasil redesain *dies* proses *blank-pierce*

Pada **Gambar 5** merupakan 3D redesain *dies* yang penulis buat, dimana dalam konsep redesain tersebut dalam 1 kali *stroke* mampu menghasilkan 2 *part* kemudian proses *feeder* terdapat dari sisi samping (kiri) dan proses *sheet* material secara kontinyu serta untuk *part* hasil *blank* jatuh ke dalam *scrap shutter* yang mana dalam setiap *stroke* langsung masuk ke dalam *box product*.



Gambar 5. Redesain *dies* proses *blank-pierce*

4. Kesimpulan

Dari evaluasi desain *dies* proses *blank-pierce* terkait peningkatan efisiensi dan produktivitas produk reinforcement quarter panel extension rh/lh adalah bahwa kurangnya efisiensi disebabkan oleh proses produksi yang hanya menghasilkan satu bagian dalam satu *stroke* dengan rotasi *sheet* material 180° dan masih menggunakan proses manual. Diperlukan upaya perbaikan desain *dies* untuk memungkinkan

produksi dua bagian dalam satu stroke, yang akan secara signifikan meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Sebelumnya, diperlukan delapan stroke untuk menghasilkan satu bagian, tetapi dengan perbaikan desain, hanya lima stroke yang diperlukan. Melalui perancangan ulang desain dies proses blank-pierce, dengan mempertimbangkan mesin dengan kapasitas 200 ton, dapat disesuaikan parameter mesin sesuai dengan perhitungan yang telah ditetapkan. Kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk produksi proses blank-pierce adalah 36000 ton. Dengan demikian, penyempurnaan desain dies akan memungkinkan produksi yang lebih efisien dan produktif, serta penyesuaian kapasitas mesin untuk mencapai hasil yang diinginkan.

5. Referensi

- [1] E. Dosen, P. Studi, and T. Mesin, "Analisa Dimensi Blank Product Untuk Rear Bracket Cushion Sepeda Motor," *Presisi*, vol. 22, no. 2, p. 49, 2020.
- [2] M. F. Nugroho, "Perhitungan Tonase Proses Stamping pada Cover Muffler NIKA di PT. XYZ," *Ilm. Tek. Mesin*, vol. 03, no. 01, pp. 1–08, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sigmat/index>
- [3] Djunaedi, Thomas, Dadi Cahyadi, and Darmanto Darmanto. "Analisa Perhitungan Gaya-Gaya Mekanis Pada Pembuatan Komponen Otomotif Braket Upper Arm." *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 8.2 (2014).
- [4] Alan, Muchamad Syaeful, and Rizal Hanifi. "Perancangan Pengunci Side Guide Holder pada mesin Roll Former di PT. Inkoasku." *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 7.2 (2022): 100-105.
- [5] I. Suchy, *Handbook of Die Design*, 2nd Edition. New York: McGraw-Hill Education, 2006. [Online]. Available: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071462716>
- [6] Saepudin, Saepudin, and Adi Hilman Fadillah. "Perancangan Jig and Fixture dengan Sistem Elektropneumatic." *Semnastera (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan)*. Vol. 4. 2022
- [7] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing Material, Processes, and Systems*, 5th Edition. 2013.
- [8] Falah Cepty Nur; Rispianda; Prasetyo Hendro, "Rancangan Combination Dies Untuk Produk Engine Mounting T120SS Di PT. Jati Wangi," *Reka Integr. J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 03, no. 03, pp. 380–391, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/900>
- [9] Azmi, H. "Perancangan dan Analisis Stamping Dies untuk pembuatan produk Bracket Bumper Dengan Proses Press Multi Forging." *Universitas Gunadarma, Depok* (2008).
- [10] R. Riansyah and R. A. Darajatun, "Proses stamping press pembuatan Bracket Harness," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–5, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6301622.
- [11] N. Putri, A. R. Utary, and M. Nadir, "Analisis Manufacturing Cycle Effectiveness (Mce) Dalam Mengurangi Non Value Added Activities," *J. Manaj. FEB Univ. Mulawaraman*, vol. 8, no. 2, pp. 167–180, 2016.
- [12] A. S. Fauziyyah and B. Purwanggono, "Analisis Kasus Overstock Dan Outstanding Material Menggunakan Root Causes Analysis (Studi Kasus: Pt Showa Indonesia ...," ... *Eng. Online J.*, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/18279%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/18279/17358>
- [13] D. Agustin, I. Syihab, Abdul Wahid Arohman, Edwin Sahrial Solih, and Fredy Sumasto, "Analisis Pengaruh Clearance terhadap Hasil Potong pada Proses Stamping Produk Member Floor Side Inner LH," *J. Serambi Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 7603–7608, 2023, doi: 10.32672/jse.v9i1.708.
- [14] D. Agustin, A. W. Arohman, M. Agus, H. Sudrajat, and S. Solihin, "Analisis Finite Element Aluminium Alloy 6063-T5 Pada Jig Positioning Untuk Perakitan Rooftop Interior Mobil," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 23, no. 2, p. 1231, 2023, doi: 10.33087/jiubj.v23i2.3654.
- [15] I. P. Mulyatno, A. Trimulyono, and S. F. Khristyson, "Analisa Kekuatan Konstruksi Internal Ramp Sistem Steel Wire Rope Pada Km. Dharma Kencana VIII Dengan Metode Elemen Hingga," *Kapal*, vol. 11, no. 2, pp. 85–93, 2014.