

PAPER NAME

TA silvia rahmi annisa(cek plagiarism).docx

AUTHOR

Silvia Rahmi

WORD COUNT

7038 Words

CHARACTER COUNT

40482 Characters

PAGE COUNT

47 Pages

FILE SIZE

3.8MB

SUBMISSION DATE

Oct 22, 2024 4:11 PM GMT+7

REPORT DATE

Oct 22, 2024 4:12 PM GMT+7**● 26% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 24% Internet database
- 4% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 14% Submitted Works database

ABSTRAK

REDESIGN DIES BENDING UNTUK MENGURANGI SPRING BACK PADA PART BRACKET STAND SIDE DI PT METINDO ERA SAKTI

Oleh

Silvia Rahmi Annisa

NIM: 2920020

Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif

Industri manufaktur otomotif menghadapi tantangan signifikan dalam proses produksi *part* yang presisi, salah satunya adalah *part bracket stand side* yang di produksi oleh PT Metindo Era Sakti. Proses *bending* pada material logam sering kali menghadapi tantangan berupa fenomena *spring back*, yaitu kembalinya sebagian material ke bentuk semula setelah dilakukan pembengkokan. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil aktual dengan bentuk yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan *spring back* pada proses *bending part bracket stand side* yang terjadi pada pengujian sebelumnya yaitu sebesar 8,38 mm atau 5 derajat dengan standar *part* yaitu 8,1+0,20 mm. Penelitian ini dilakukan dengan peninjauan kembali terhadap *design dies* dan gaya proses yang terjadi pada proses *bending part bracket stand side* serta mengumpulkan data dari PT Metindo Era Sakti dan melakukan studi pustaka sebagai teori pendukung penelitian. Analisis dilakukan berdasarkan perhitungan gaya proses meliputi *bottoming pad force* dan *u-bending force* serta *design* komponen *bending* yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis kapasitas mesin, mesin press berkapasitas 200 Ton sudah memadai untuk menangani gaya yang dibutuhkan. Namun, pada *design dies* dengan sudut *bending* 90 derajat menyebabkan hasil akhir *part spring back*. Perbaikan *design* dilakukan dengan mengurangi sudut *bending* sebesar 2 derajat (mikromi). Setelah perbaikan, tingkat *spring back* berkurang menjadi 4,85 derajat atau sekitar 8,12mm yang menunjukkan bahwa *design* baru berhasil mengurangi potensi *spring back* dan menghasilkan *part* yang sesuai dengan standar yang diharapkan.

Kata kunci: *Spring Back, Dies Bending, Bracket Stand Side, Radius Bending.*

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan sekelompok perusahaan yang kegiatan utamanya adalah memproduksi produk mentah atau setengah jadi dan pengolahannya menjadi produk siap pakai. Proses produksi pada industri manufaktur merupakan bagian inti dari kegiatan manufaktur. Untuk menjalani proses produksi industri manufaktur harus dirancang dan direncanakan dengan tepat dan sebaik mungkin agar bisa menghasilkan produk yang bernilai jual tinggi (Harahap et al, 2023).

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur di Indonesia adalah PT Metindo Era Sakti yang memproduksi berbagai komponen otomotif, salah satunya adalah *part bracket stand side*. *Part bracket stand side* merupakan sebuah *part* yang berfungsi sebagai penghubung posisi *stand* samping kendaraan roda dua agar tetap kokoh saat kendaraan di parkir. Pembuatan *part bracket stand side* ini menggunakan alat yang biasa disebut *dies*. *Dies* merupakan suatu alat pencetak untuk menghasilkan suatu komponen yang di produksi sesuai desain yang diinginkan dan diproses pada mesin *press* (Tanshin, 2011). *Dies* yang digunakan pada pembuatan *part bracket stand side* ini salah satunya yaitu *dies bending*. *Dies bending* merupakan proses pembengkokan atau penekukan pada pembuatan *part bracket stand side*. Pada proses *dies bending part bracket stand side* ini ditemukannya masalah yaitu *part* mengalami *spring back* akibat radius *bending part* yang berlebih 0,08 mm atau 5 derajat dengan dimensi radius 8,38 mm yang menyebabkan *part* tidak sesuai dengan standar yang diharapkan yaitu 8,1+0,20 mm.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian dengan meninjau kembali *design dies* dan gaya proses yang terjadi pada *dies bending part bracket stand side* serta mengumpulkan data dari PT Metindo Era Sakti dan melakukan studi pustaka

sebagai teori pendukung penelitian. Tujuan dilakukan penelitian adalah untuk mengurangi *spring back* yang terjadi pada proses *bending part bracket stand side*.

2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas maka perumusan masalah yang terjadi ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi penyebab terjadinya *spring back* pada *dies bending part bracket stand side*?
2. Bagaimana solusi dan tindakan perbaikan terhadap penyebab terjadinya *spring back* pada *dies bending part bracket stand side*?
3. Bagaimana hasil pengurangan *spring back* setelah dilakukannya perbaikan *design dies bending part bracket stand side*?

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini nantinya diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan pembelajaran untuk pihak perusahaan maupun pembaca. Adapun tujuannya ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab terjadinya *spring back* pada *dies bending part bracket stand side*.
2. Mengetahui solusi dan tindakan perbaikan terhadap penyebab terjadinya *spring back* pada *dies bending part bracket stand side*.
3. Mendapatkan hasil pengurangan *spring back* setelah dilakukannya perbaikan *design dies bending part bracket stand side*.

4.1 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yaitu agar penelitian lebih terarah dan menghindari pembahasan diluar pokok permasalahan. Dalam penelitian Tugas Akhir ini digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengamatan dilakukan di PT Metindo Era Sakti yang terletak di Jl. Raya Narogong, KM 12,5 RT.004/RW.006, Cikiwul, Kec. Bantar Gebang, Kota Bekasi, Jawa Barat 17152.
2. Pengambilan data sesuai dengan kondisi yang terjadi di PT Metindo Era Sakti.

3. Penelitian ini berfokus kepada permasalahan dan perbaikan *spring back* yang terjadi pada *dies bending part bracket stand side*.
4. Penelitian ini tidak membahas terkait perencanaan biaya *dies bending part bracket stand side*.

5.1 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Pihak Perusahaan

Manfaat yang diberikan dari hasil penelitian ini bagi perusahaan yaitu dapat digunakan sebagai bahan masukan dan pertimbangan untuk melakukan perbaikan berdasarkan hasil penelitian dan perbaikan yang telah dilakukan.

2. Pihak Mahasiswa

Penelitian yang dilakukan memberikan kesempatan kepada penulis untuk menganalisa penyebab terjadinya permasalahan *spring back dies bending part bracket stand side* dan menerapkan ilmu yang diperoleh selama menempuh studi di Politeknik STMI Jakarta serta mendapat pengalaman baru di ruang lingkup industri.

3. Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran yang bermanfaat bagi para pembaca dan memperluas pengetahuan terkhusus di bidang industri otomotif serta menambah ilmu dan informasi untuk bahan pertimbangan dan perbandingan penelitian akademis di masa yang akan datang.

6.1 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan termasuk tahapan dalam penelitian Tugas Akhir ini yang bertujuan untuk memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami.

Sistematika penulisan yang diuraikan terdiri dari 6 (enam) BAB. Berikut uraian sistematika penulisan pada Tugas Akhir:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang dasar teori yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian dan dapat dipertanggungjawabkan untuk pemecahan masalah. Data teori bersumber dari jurnal, buku referensi dan sumber referensi lainnya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang proses kegiatan dalam bentuk *flowchart* sebagai pengarah dalam penelitian agar lebih skematis dan terstruktur. Adanya jenis dan sumber data yang diperlukan serta bagaimana hasil dan yang akan di analisis sampai mendapat kesimpulan.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang data yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian yang diteliti. Data yang diambil berdasarkan pengamatan dan wawancara secara langsung, baik data primer dan sekunder yang akan digunakan sebagai analisa masalah yang ada agar dapat diolah dengan metode yang telah ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisa masalah dan pembahasan yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan data melalui metode yang telah ditetapkan.

BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan masalah serta menjawab dari tujuan penelitiannya.

1 BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Bracket Stand Side*



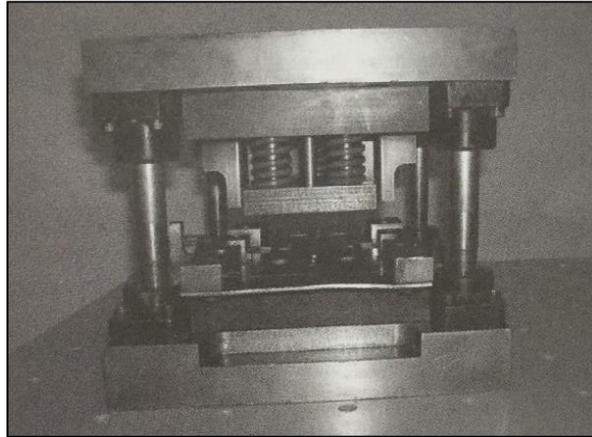
Gambar 2. 1 Posisi *Bracket Stand Side*

Sumber: id.made-in-china.com (2024)

Bracket stand side merupakan suatu komponen yang terdapat pada standar samping kendaraan bermotor roda dua. *Part bracket stand side* ini berfungsi sebagai penghubung posisi penyangga atau yang biasa disebut standar samping motor agar tetap kokoh saat kendaraan berdiri tegak tanpa bersandar pada benda lain maupun bantuan seseorang. Letak atau posisi dari *part bracket stand side* ini dapat diamati pada gambar 2. 1.

25 2.2 *Dies*

Dies adalah suatu cetakan yang digerakkan oleh mesin press untuk menekan atau mengepress bahan/material untuk menghasilkan barang sesuai dengan contoh (Sufyan, 2018). Beberapa fungsi *press dies* diantaranya yaitu untuk memotong (*cutting*) dan membentuk (*forming*) material *sheet metal* (plat baja), *Aluminium sheet* (plat aluminium), *stainless steel sheet* (plat baja tahan karat), berbagai pipa dan baja pejal yang menghasilkan produk yang biasa disebut *sheet metal product*. Dengan pemotongan dan pembentukan menggunakan mesin *press* dapat dihasilkan produk *sheet metal* dalam jumlah yang besar (*mass production*) dan kualitas yang stabil (Theryo RS, 2009). Pada Gambar 2. 2 diperlihatkan bentuk *press dies* dalam keadaan tertutup.



Gambar 2. 2 *Press Dies* dalam keadaan tertutup

Sumber: Theryo RS (2009)

Dengan penggunaan *dies* memberi keuntungan⁵ antara lain dapat memproduksi *part* yang banyak dengan dimensi yang sama dan kualitas yang baik. *Dies* dibuat dari besi atau baja jenis khusus tergantung dari besar dimensi dan bahan yang akan dipergunakan sebagai bahan mentah pembuatan *part*. Pada pembuatan *dies* terdapat beberapa proses meliputi *design*, *poly model*, pengecoran besi/*casting*, *machining*, *finishing*, dan *try out* (Cahyaningtyas, 2023).

2.2.1 Jenis-Jenis *Dies*

Di dalam dunia industri manufaktur tentunya terdapat berbagai macam jenis *dies*, jenis- jenis *dies* berdasarkan materialnya dapat dibedakan sebagai berikut:

1) *Dies Plate*

Dies plate adalah jenis *dies* berbahan dasar *insert (block)*. *Dies plate* ini tidak melalui proses pengecoran (Cahyaningtyas, 2023). Bentuk *dies plate*⁴⁸ ini dapat diamati pada gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Bentuk *Dies Plate*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

2) *Dies Casting*

Dies casting adalah jenis *dies* berbahan dasar hasil dari proses pengecoran (Cahyaningtyas, 2023). Bentuk *dies casting* ini dapat diamati pada gambar 2. 4.



Gambar 2. 4 Bentuk *Dies Casting*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

Berdasarkan operasional prosesnya, jenis-jenis *dies* dibagi menjadi tiga sebagai berikut:

1) *Tandem Dies*

Dies tandem merupakan *dies* yang menjalankan 1-5 operasional proses pada setiap *dies*-nya. Sehingga untuk membuat satu komponen atau *part* dibutuhkan beberapa *dies* (Cahyaningtyas, 2023). Bentuk dari tandem dies dapat dilihat pada gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Bentuk *Tandem Dies*

Sumber: Gaol (2024)

2) *Progressive Dies*

Dies progressive merupakan *dies* yang menjalankan seluruh operasional proses dalam satu *dies*. Berbeda dengan *dies* tandem, *dies progressive* dapat membuat satu komponen atau *part* hanya dengan menggunakan satu *dies* (Cahyaningtyas, 2023). Bentuk *dies progressive* ini dapat diamati pada gambar 2. 6.



Gambar 2. 6 Contoh *Dies Progressive*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

3) *Transfer Dies*

Dies transfer merupakan kumpulan dies tandem yang bekerja pada satu mesin *transfer press*. *Part* yang dihasilkan dari setiap proses, selanjutnya akan dipindahkan ke *dies* berikutnya dengan menggunakan bantuan *rail transfer* secara otomatis (Cahyaningtyas, 2023). Bentuk *transfer dies* ini dapat diamati pada gambar 2. 7.

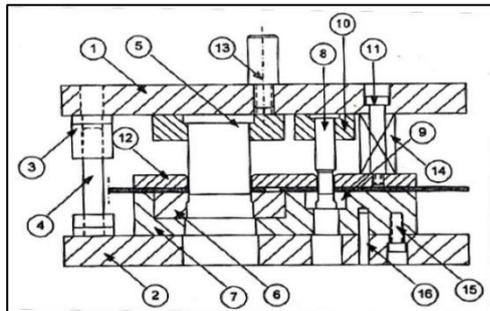


Gambar 2. 7 Contoh *Dies Transfer*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

2.2.2 **Komponen - Komponen *Dies***

Press dies terdiri atas gabungan dari beberapa komponen yang diperlihatkan pada Gambar 2. 8.



Gambar 2. 8 Bagian-bagian *Press Dies*

Sumber: Theyo RS (2009)

Berdasarkan Theryo RS (2009), beberapa komponen yang dimiliki *press dies* adalah sebagai berikut:

20
1) *Upper Plate*

Upper plate merupakan bagian teratas dari *dies*. *Upper plate* ini digunakan untuk menyangga *punch*, *punch retainer*, *guide bush* serta *stripper plate*.

2) *Lower Plate*

Lower plate merupakan bagian terbawah dari sebuah *dies*. *Lower plate* digunakan untuk menyangga *die*, *die retainer*, *guide pin* serta *blank holder*.

3) *Guide Post*

Guide post digunakan berpasangan dengan *guide pin* sebagai dudukan/*housing* agar tetap dalam satu sumbu dan bergerak naik turun bersama-sama. Posisi antara *die* dan *punch* bisa terjamin saat dijalankan dengan adanya *guide post*.

4) *Guide Pin*

Guide pin dan *bush* berfungsi sebagai pelurus antara *punch* dan *die*. Standar *guide pin* ini terikat pada *lower plate* yang akan masuk dengan *sliding-fit* pada lubang *guide bush*.

5) *Punch*

Punch berfungsi sebagai pisau pemotong atas (*male*) dari *press die* yang terikat pada *upper plate* serta terbuat dari material *tool steel*.

6) *Die*

Fungsi *die* yaitu sebagai pisau pemotong bawah (*female*) dari *press die* yang terikat pada *lower plate* dan terbuat dari material *tool steel*.

7) *Blank Holder*

Blank holder digunakan sebagai pemegang material atau *blank* pada proses *drawing* agar bentuk produk yang dihasilkan tidak berkerut dan sobek.

8) *Punch Piercing*

Punch piercing berfungsi untuk membuat lubang pada produk.

9) *Stripper*

Stripper digunakan untuk menahan material *sheet metal* pada proses *piercing* dan *blanking* agar tidak bergeser. Biasanya *stripper* ini digunakan pada proses *cutting*, beberapa juga ada yang menggunakan pada proses *forming*.

10) *Holder Punch Piercing*

Holder punch piercing merupakan bagian dari *press dies* yang berfungsi sebagai penahan *punch*.

11) *Stripper Bolt*

Stripper bolt digunakan sebagai pemegang *stripper plate* yang bergerak pada batas yang sudah ditentukan.

12) *Stripp Plate*

Stripp plate merupakan *press die* yang berfungsi untuk menahan material *sheet metal* pada proses *piercing* dan *blanking* agar tidak bergeser.

13) *Shank*

Shank ini merupakan bagian yang terpasang pada *upper plate* yang berfungsi untuk pengikat *upper die* pada mesin *press*. Pada umumnya *press die* diikat pada mesin *press* dengan *clamping*.

14) *Spring*

Spring merupakan standart *part* yang berfungsi sebagai penggerak mekanisme *stripper, pad* dan *blank-holder*.

15) *Baut*

Baut merupakan pengikat material satu dengan material yang lainnya supaya menjadi satu kesatuan.

16) *Pin*

Pin digunakan sebagai *positioning* baut.

2.2.3 Material Dies

Material yang biasanya digunakan untuk pembuatan *dies* merupakan material yang memiliki karakteristik tahan aus, kuat, tahan secara mekanik, mudah dan murah didapatkan di pasaran untuk dijadikan standar.

1) *Low Carbon Steel*

Baja karbon rendah mengandung kadar karbon kurang dari 0,25% berat. Baja karbon rendah memiliki sifat lunak tetapi memiliki sifat ulet dan ketangguhan yang sangat tinggi (Kristanto, 2009/2010). Material ini biasanya digunakan untuk produk yang memerlukan kekuatan atau ketahanan (*endurance*) sebagai penahan *die* atau *punch*. Contoh material *low carbon* (Imdia, 2011) yaitu sebagai berikut:

- a. SS41, digunakan untuk komponen *base* dan *rib*.
- b. SS400, digunakan untuk komponen *block* dan *support*.

2) *Medium Carbon Steel*

Baja karbon sedang mengandung 0,25% dan 0,6% berat. Baja karbon ini memiliki keseimbangan dan keuletan, serta dapat dikeraskan melalui proses pengerasan (*heat treatment*). Digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan ketahanan aus yang lebih baik dibandingkan baja karbon rendah (Kristanto, 2009/2010).

3) *High Carbon Steel*

Baja karbon tinggi mengandung karbon antara 0,60% sampai 1,4% berat. Baja karbon ini memiliki sifat paling keras, kuat, dan ulet dibanding baja karbon yang lain. Unsur campuran dalam baja karbon tinggi adalah kromium, vanadium, tungsten dan molibden. Unsur-unsur ini dikombinasikan dengan karbon membentuk sifat sangat keras dan membentuk senyawa karbida tahan keausan (Kristanto, 2009/2010). Material *high carbon* ini bisa dikeraskan dan tahan aus. Contoh material *high carbon* (Imdia, 2011) yaitu sebagai berikut:

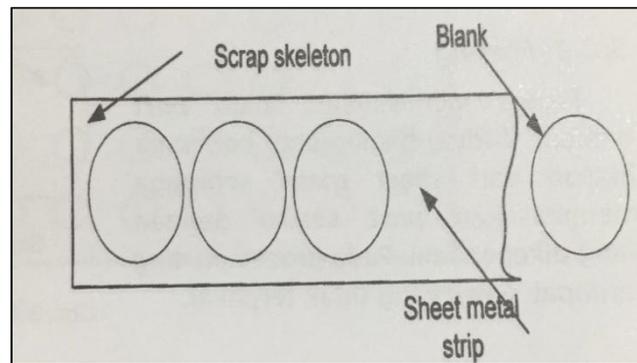
- a. SKD11, digunakan untuk pisau pemotong (*punch* dan *dies*)
- b. S10C-S58C, digunakan untuk penahan *sheet material* (*pad* dan *stopper*)

2.3 *Proses Stamping*

Proses *stamping* adalah proses pengolahan lembaran logam secara dingin dengan menggunakan Mesin *Press*, dan sebagai alat bentuknya digunakan *dies* untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki. Proses *stamping* umumnya merupakan sebuah metode pembentukan material dengan cara menekan atau menumbuknya menggunakan alat pendukung *dies* yang terpasang pada mesin. Proses ini juga dikenal sebagai proses tempa atau penempaan dengan cara diberikan gaya tekanan dan laju pembebanan tertentu untuk membentuk produk setengah jadi. Berikut terdapat beberapa jenis proses *stamping* menurut Theryo RS (2009):

2.3.1 *Blanking*

Blanking seperti yang terlihat pada gambar II.9 merupakan proses pemotongan *sheet metal* untuk mendapatkan hasil potongan, sisa potongan akan terbuang sebagai *scrap* atau dinamakan *scrap skeleton*. Proses *blank* ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan *punch* yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah penekanan (Theryo RS, 2009).

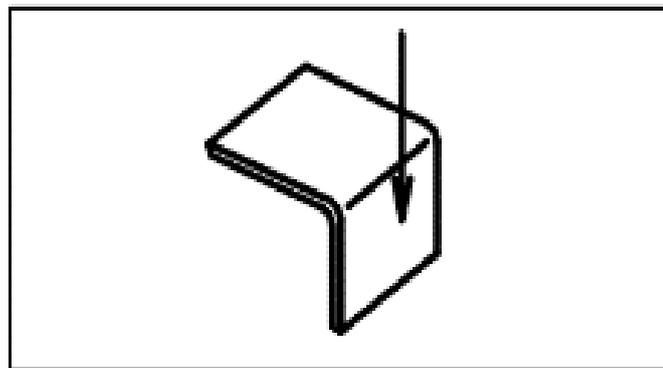


Gambar 2. 9 Produk Proses *Blanking*

Sumber: Theryo RS (2009)

2.3.2 ⁶⁸ *Bending*

³ *Bending* merupakan proses pemotongan *sheet metal* yang lurus seperti pada gambar 2. 10. 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*. Karena itu, bila terjadi kerusakan proses, maka pada radius bagian luar akan terjadi *crack* dan kerutan pada radius bagian dalam (Theryo RS, 2009).



Gambar 2. 10 Proses *Bending*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

1) *Minimum bending radius*

³ *Minimum bending radius* adalah nilai minimum dari radius *bending* agar hasil *bending* tidak sobek atau berkerut. Minimum bending radius dipengaruhi oleh ketebalan dan nilai konstan material. Berdasarkan Theryo (2009), nilai *minimum bending radius* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Rumus: $R_{min} = c \times s$ (2.1)

Keterangan:

R_{min} = Minimum bending radius

c = Nilai konstan material (terlihat pada tabel 2.1)

s = Tebal *sheet metal* (mm)

Tabel 2. 1 Data Nilai Konstan c , untuk *Minimum Bending Radius*

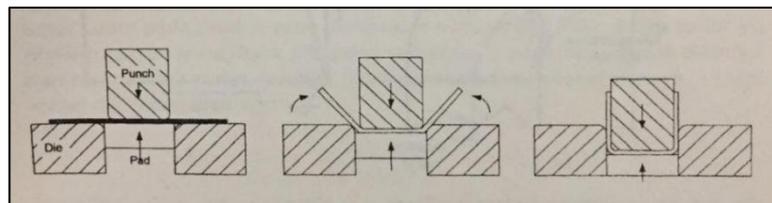
Jenis Material	Nilai c
ST 37 / ST 50	0,5
Copper	0,25
Brass	0,35
Bronze	1,2
Aluminium (murni)	0,7
Aluminium MG	1,4
Aluminium SI MG	2,5

Sumber: Theryo RS (2009)

2) Jenis Proses *Bending*

Jenis-jenis proses *bending* dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu *u-bending*, *v-bending* dan *l-bending*. Bentuk hasil dari jenis-jenis proses *bending* ini dapat diamati pada gambar 2. 11.

1. *U-bending*



Gambar 2. 11 Proses Part *U-bending*

Sumber: Theryo RS (2009)

Proses *u-bending* merupakan proses pembentukan *part* membentuk huruf U seperti yang terlihat pada gambar 2. 11. Pada proses pembentukan *sheet metal* masalah *spring back* akan selalu terjadi. Diperlukan metode *bottoming* untuk mencegah pelengkungan pada bagian dasar produk. Pada *punch* dibuat *bead* sehingga gaya *bending* akan terkonsentrasi pada bagian *bead* untuk dapat melewati *yield strength* dari *sheet metal* sehingga terbentuk permanen. Pada proses *u-bending* harus menggunakan *pad*, besarnya gaya dapat dihitung dengan rumus berikut (Theryo RS, 2009):

a. *U-bending Force* (Pbu)

$$\text{Rumus: } P_{bu} = 0,667 \times \frac{S W t^2}{L} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Pbu = *U-bending Force* (Kgf)

S = *Tensile Strength* (Kgf/mm²)

W = Panjang *sheet metal* (mm)

t = Tebal dari *sheet metal* (mm)

L = Lebar *span* (mm)

b. *Bottoming Pad Force* (Pbp)

$$\text{Rumus: } P_{bp} = 0,5 \times P_{bu} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Pbp = *Pad Force* (Kgf)

Pbu = *U-bending force* (Kgf)

$$\text{Total } U\text{-bending Force } (P'_{bu}) = P_{bu} + P_{bp} \quad (2.4)$$

c. Kapasitas Mesin Press (Pm)

$$\text{Rumus: } P_m = \frac{P'_{bu}}{1000} \times S_f \quad (2.5)$$

Keterangan:

Pm = Kapasitas mesin press (Ton)

P'bu = Total *u-bending force* (Kgf)

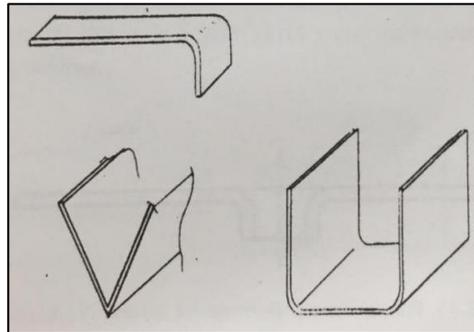
Sf = *Safety Factor* (1,2 ~ 1,5)

2. *V-bending*

V-bending merupakan jenis *bending* sederhana, standar sudut *punch* dan *die* pada umumnya 90°, walaupun ada yang lebih kecil seperti 60°. Radius dari *punch* yang terlalu kecil dapat menyebabkan gaya *bending* menjadi sangat besar. Proses *V-bending* ini tidak memerlukan penahanan material (*pad*), sehingga cetaknya sangat sederhana (Theryo RS, 2009).

3. ¹³ *L-bending*

L-bending atau *wiping bend* merupakan proses *bending* yang cukup sederhana. Prinsip dari *L-bending* ini yaitu ⁷ besi beton ditempatkan pada *jig* sederhana, kemudian dibengkokkan secara manual, membentuk sudut 90° (Theryo RS, 2009).

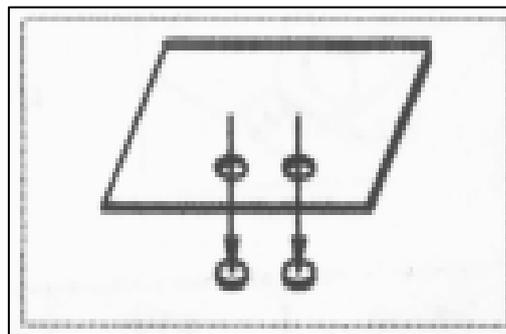


Gambar 2. 12 Produk Hasil Proses *Bending*

Sumber: Theryo RS (2009)

2.3.3 *Piercing*

Piercing merupakan ¹ proses pemotongan *sheet metal* untuk membuat lubang pada permukaan yang rata ataupun kontur. Bentuk dari lubang yang dihasilkan disesuaikan berdasarkan *punch* dan terdapat *scrap* pada proses ini.

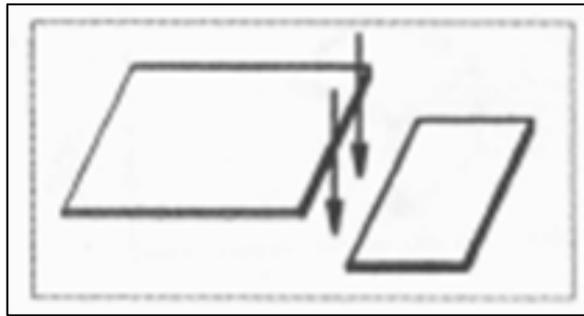


Gambar 2. 13 Proses *Piercing*

Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

2.3.4 *Cutting*

Cutting merupakan ¹ proses pemotongan satu atau beberapa bagian material/*sheet metal* atau *part*. Proses pemotongan tersebut ¹ mempunyai banyak tujuan, sesuai dengan fungsi dari proses pemotongan tersebut yang spesifik dan juga memiliki istilah yang berbeda.



Gambar 2. 14 Proses *Cutting*

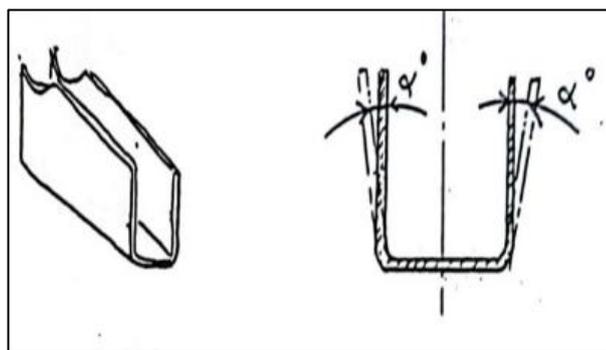
Sumber: Cahyaningtyas W (2023)

2.4 Macam-macam Cacat Proses *Bending*

Pada proses *stamping* terutama *bending*, produk yang dihasilkan sering terjadi *defect* atau cacat. Biasanya setiap jenis cacat disebabkan dengan faktor yang berbeda, mulai dari cetakan yang belum sempurna, karakteristik material serta faktor-faktor lainnya.

2.4.1 *Spring Back*

Spring back merupakan salah satu bentuk cacat produk pada proses *bending* ¹ dimana pada radius bagian luar terjadi gaya tarik dan gaya tekan pada radius bagian dalam yang membuat pergerakan kembali ke bentuk semula.



Gambar 2. 15 Cacat *Spring Back*

Sumber: Imdia (2011)

Pada gambar 2. 15 terdapat ilustrasi bentuk *spring back* pada *sheet metal* proses *u-bending*. *Spring back* ³ tergantung pada jenis material. Karena adanya *spring back*, sudut *die bending* tidak akan menentukan secara tepat sudut pada produk yang diinginkan. Rasio sudut ini disebut faktor *spring back* KR, yang dapat diketahui dengan persamaan berikut (Theryo, 2009):

$$\text{Rumus: } KR = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{ri_1 + 0,5 \times s}{ri_2 + 0,5 \times s} \quad (2.6)$$

Keterangan:

KR = *Spring back*

s = Tebal material (mm)

α_1 = Sudut bending ($^{\circ}$)

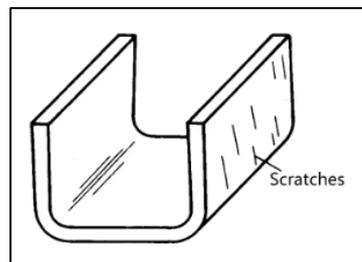
α_2 = Sudut produk ($^{\circ}$)

ri_1 = Radius punch (mm)

ri_2 = Radius produk (mm)

2.4.2 Goresan (*Scratch/Drag*)

Goresan atau biasa dikenal baret timbul menyerupai bentuk tali ragumi yang diakibatkan oleh gesekan yang terjadi pada area radius atau *bead*. Apabila temperatur antara *die* dan material panas (*burned*), maka akan terjadi tonjolan pada area itu dan mengakibatkan goresan. Contoh cacat goresan dapat diamati pada gambar 2. 16.



Gambar 2. 16 Cacat Baret (*Scratch*)

Sumber: Theyo RS (2009)

2.5 ¹⁹ *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design (CAD) merupakan teknologi yang digunakan untuk membuat *design* produk secara digital dengan menggunakan perangkat komputer untuk membantu kreasi, modifikasi, analisis, atau optimasi suatu desain. *Software CAD* adalah program komputer untuk melakukan fungsi komputer grafis dan fungsi rekayasa berupa desain 2D (dua dimensi) dan 3D (tiga dimensi). ²⁹ CAD adalah program komputer yang memungkinkan seorang perancang untuk membuat gambar rekayasa dengan mentransformasikan gambar geometris secara cepat. Fungsi utama dari CAD adalah menjelaskan bentuk suatu struktur menggunakan sistem sketsa dan sistem simulasi geometris (Ningsih, 2005).

Pada CAD 2D menggunakan sistem 2 axis yang mempunyai model point (berupa titik-titik yang disusun menjadi desain), garis, kurva, lingkaran, oval, kotak dan *spline*. Sedangkan 3D CAD menggunakan sistem 3 axis yang mempunyai model gambar desain berupa rangka dari benda yang akan di produksi, model solid atau gambar desain yang mirip dengan benda aslinya dan bisa terlihat dari semua sisi, model *surface* atau gambar desain yang berupa proses penyuntingan pada permukaan benda yang akan di produksi atau direncanakan (Anggono, 2018).

Jika dibandingkan dengan penggambaran teknis secara manual, penggunaan design menggunakan CAD dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para *designer*. Adapun manfaat-manfaat tersebut menurut Chai (2020) antara lain:

1. Pengurangan biaya produksi *design*

Penggunaan CAD dapat mengurangi biaya produksi karena meminimalkan kebutuhan akan bahan-bahan fisik dan memungkinkan optimisasi *design* sebelum produksi.

2. Pencapaian *project* lebih cepat

Alur kerja efisien dalam CAD memungkinkan desainer untuk bekerja lebih cepat, mengurangi waktu yang dibutuhkan dari konsepsi hingga implementasi.

3. Perubahan dapat dilakukan dengan mudah

CAD memungkinkan *designer* membuat perubahan dengan mudah tanpa harus memulai ulang seluruh sketsa, meningkatkan fleksibilitas dalam pengembangan *design*.

4. *Design* yang lebih jelas dan mudah dibaca

Design digital dalam CAD menawarkan kejelasan dan detail yang lebih baik daripada gambar tangan, memudahkan interpretasi oleh rekan kerja.

5. Kolaborasi yang lebih mudah

File digital memfasilitasi kolaborasi dengan rekan kerja, memungkinkan pertukaran informasi yang cepat dan efisien.

6. Fitur yang canggih

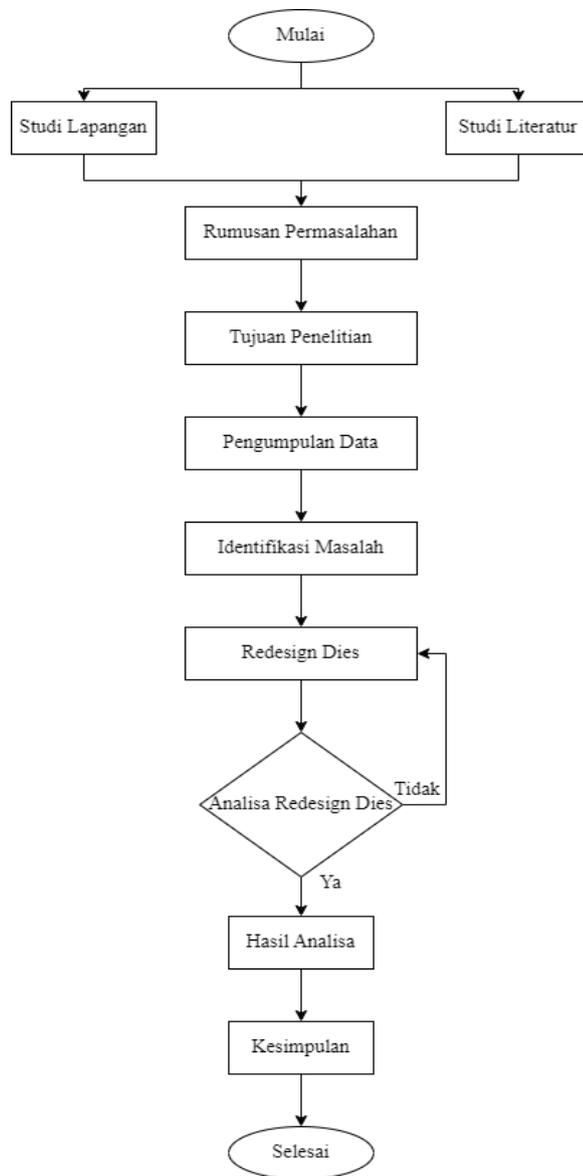
CAD menyediakan fitur canggih seperti pemodelan solid, melakukan simulasi dan fitur lainnya yang dapat memperluas kemampuan teknis *designer* untuk menghasilkan solusi inovatif dan efisien.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Agar proses pengerjaan pada penelitian *design dies part bracket stand side* ini ter-struktur maka terdapat beberapa tahap pengerjaan yang diperlihatkan pada gambar 3. 1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Pengolahan Data Pribadi (2024)

27 3.1.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara melakukan penelitian langsung dengan cara observasi objek penelitian untuk memahami kondisi aktual secara rinci dan mengetahui serta memperoleh informasi akurat tentang permasalahan dengan jelas.

6 3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur ini merupakan dasar teori penelitian yang dijadikan sebagai landasan dan teori pendukung pada penelitian ini.

2 3.1.3 Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah untuk dapat mengidentifikasi tujuan yang akan dicapai dan menjadi acuan dalam pengumpulan dan analisis data.

50 3.1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menentukan arah penelitian dan dasar dari seluruh proses penelitian untuk mencapai hasil yang diinginkan.

27 3.1.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan untuk mencari serta mendapatkan informasi yang relevan sebagai dasar yang kuat untuk membuat keputusan pada proses penelitian. Pada penelitian ini dikumpulkan data data seperti data *trial*, data *MPP*, spesifikasi produk serta *design dies bending part bracket stand side* yang digunakan sebelumnya.

74 3.1.6 Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah ini dilakukannya analisa terhadap faktor yang mempengaruhi *spring back* untuk mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi yaitu dengan menganalisa gaya proses dan juga komponen *bending part bracket stand side*.

3.1.7 Redesign Dies

Redesign dies dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi kesalahan yang sama dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.

3.1.8 Analisa *Redesign Dies*

Analisa *Redesign Dies* ini dilakukan untuk mengetahui bahwa solusi atau perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi *spring back* pada *part bracket stand side* sudah tepat dengan menggunakan perhitungan rasio faktor *spring back*.

3.1.9 Hasil Analisa

Pada hasil analisa ini terdapat data yang menunjukkan hasil perbandingan *design* sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan untuk mengurangi *spring back* yang terjadi sebelumnya pada *part bracket stand side*.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini terdapat jenis dan sumber data yang diperoleh. Hal ini sangat penting untuk memperjelas identitas data yang digunakan. Berikut jenis dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya tanpa melalui perantara pihak lain. Data primer ini digunakan untuk menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung, yang didapatkan dari sumber atau dokumen yang sudah ada.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan penelitian langsung pada objek yang diteliti di lapangan, berikut metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini:

3.3.1 Observasi

Observasi merupakan kegiatan mengamati langsung terhadap objek penelitian untuk mengambil dan memperoleh informasi akurat yang dibutuhkan. Tujuan dari observasi ini yaitu untuk memahami kondisi aktual secara rinci.

3.3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan dasar teori penelitian yang dijadikan sebagai landasan yang sesuai dengan permasalahan penelitian dan juga sebagai teori pendukung dalam penelitian ini.

3.4 Timeline Penelitian

Penelitian ini memiliki susunan dari rencana kegiatan dan waktu pelaksanaan sebagai acuan dalam melakukan penelitian Tugas Akhir agar berjalan dengan waktu yang telah ditentukan. Adapun kegiatan yang terdapat pada timeline penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Studi Lapangan dan Literatur,
2. Menentukan Tujuan dan Rumusan Permasalahan,
3. Pengumpulan Data,
4. Identifikasi Masalah,
5. *Redesign Dies*,
6. *Analisa Redesign Dies*,
7. Hasil Analisa *Redesign*,
8. Penyusunan Tugas Akhir,
9. Sidang Tugas Akhir.

Tabel 3. 1 *Timeline* Penelitian

No	Aktivitas	Feb-24				Jun-24				Jul-24				Aug-24				Sep-24				Oct-24		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Studi Lapangan dan Literatur																							
2	Menentukan Tujuan dan Rumusan Permasalahan																							
3	Pengumpulan Data																							

1 BAB IV

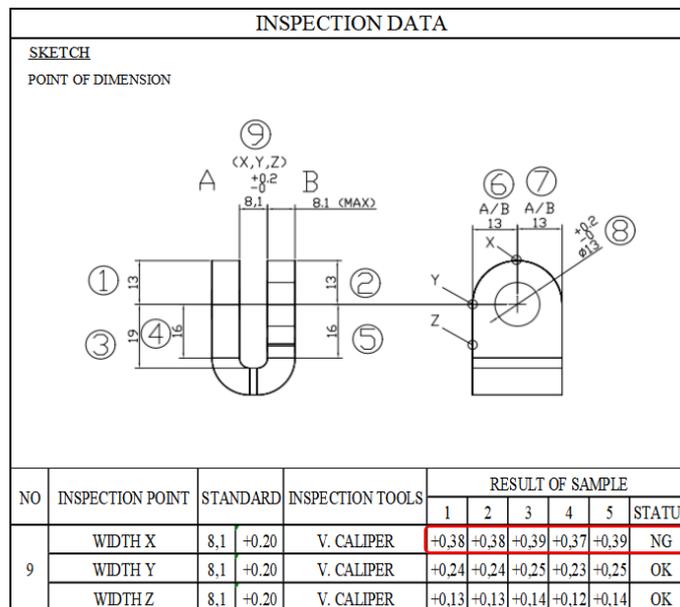
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan studi literatur dan juga menggunakan studi lapangan dengan melakukan observasi dan juga wawancara dengan pihak yang mengetahui dan memahami terkait permasalahan yang terjadi. Berikut beberapa data pendukung pada penelitian ini adalah:

4.1.2 Data Trial

Data *trial* ini merupakan data pengecekan akurasi *part* hasil pengujian proses *stamping* yang dikumpulkan selama proses uji coba atau *trial* sebelum ke tahap produksi komponen *bracket stand side*. Data ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan *redesign dies bending part bracket stand side*. Data *trial part bracket stand side* yang mengalami *spring back* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



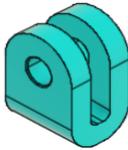
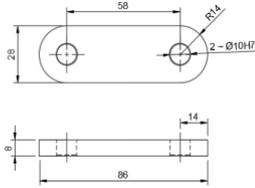
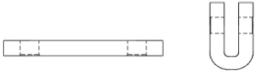
Gambar 4. 1 Data *Trial Spring Back Part Bracket Stand Side*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

Berdasarkan data *trial* yang ada pada gambar 4.1 diketahui bahwa hasil pengecekan 5 sampel produk pada *point 9 width X* mengalami NG (*Not Good*) atau melebihi standar *part* yang dibutuhkan. Standar *part* pada *width X* adalah 8,1 - 8,3 mm. Namun, pada hasil pengecekan menunjukkan bahwa *point 9 width X* rata-rata *part* adalah 8,38 mm yang berarti *part* melebihi standar *part* (*spring back*) sebesar 0,08 mm atau 5 derajat. Data *trial* ini penting untuk memastikan bahwa proses *stamping* berfungsi dan menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas sebelum melanjutkan proses produksi ke skala penuh.

4.1.3 Data MPP (*Manufacturing Process Plan*)

Dalam proses perancangan *dies bending*, dokumen MPP atau *Manufacturing Process Plan* yang terlihat pada gambar 4.2 berfungsi sebagai panduan penting untuk *design*. Data ini umumnya mencakup informasi tentang produk, spesifikasi mesin serta jenis dan kebutuhan proses. Dengan adanya MPP, *designer* dapat bekerja dengan fokus dan terstruktur, mengurangi kemungkinan kesalahan, serta meningkatkan efisiensi. Dokumen ini juga mempermudah komunikasi antar departemen yang terlibat dalam proses manufaktur, memastikan bahwa semua pihak memiliki pemahaman yang konsisten tentang spesifikasi dan persyaratan produksi.

PT X Manufacturing Process Plan			CUSTOMER			PART NAME BRACKET RADIATOR		
Categories of stamping operation	QTY	Press machine	MAX DIE DIMENSION (mm)			LOADING	UNLOAD	LIFTER
			RL	FB	DH			
BENDING	1	OH(200 T)	650	450	300	MANUAL	MANUAL	-
Sketch of finished part			Sketch of unprocessed material			Material spec		SPH270C-P
						Thickness		8 mm
						Material dimension	P	86 mm
							L	28 mm
							Diameter hole	10 mm
Rotational angle			Material shape					
			Blanking coil		Blanking sheet			
			Square		R cutting			

Gambar 4. 2 Data *Manufacturing Process Plan*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

4.1.4 Data Spesifikasi Produk

Data spesifikasi produk berfungsi sebagai acuan dalam melakukan *design dies bending part bracket stand side*. Berikut data spesifikasi produk berupa data spesifikasi material dan *drawing part* dari *bracket stand side*.

1) Material Part

Material yang digunakan pada *part bracket stand side* ini adalah material SPCH270C-P yang merupakan jenis baja karbon rendah yang masuk dalam kategori baja canai panas sesuai standar *Japanes Industrial Standards (JIS G3131)*. Pada tabel 4. 1 diketahui bahwa material SPH270C-P memiliki nilai kekuatan tarik atau *tensile strength* ≥ 270 MPa, *yield strength* 220 - 350 MPa.

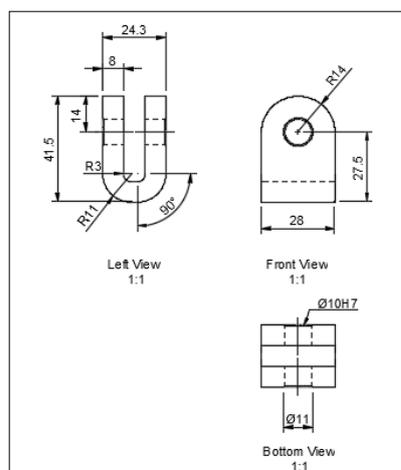
Tabel 4. 1 Tabel Karakteristik Material SPH270C-P

Grade	Yield Strength MPa	Tensile Strength MPa
SPH270C-P	220 - 350 MPa	≥ 270 MPa

Sumber: Standar JIS

2) Drawing Part

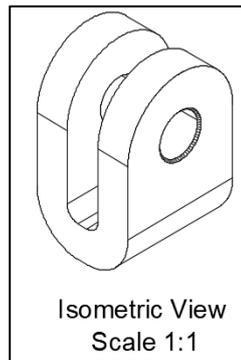
Data *drawing part* merupakan salah satu data penting yang digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan *dies bending part bracket stand side*. *Part bracket stand side* ini memiliki dimensi $28 \times 24,3 \times 41,5$ mm dengan sudut *bending* sebesar 90° .



Gambar 4. 3 *Drawing Part Bracket Stand Side*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

Pada gambar 4.3 di atas terdapat gambar 2D produk *bracket stand side* yang dilihat dari sisi kiri, depan dan bawah. Berikut juga ditampilkan *drawing part* dari posisi miring yang biasa disebut *isometric view* yang merupakan tampilan objek dari sisi miring yang memperlihatkan 3 sumbu utama seperti yang terlihat pada gambar 4.4 di bawah.

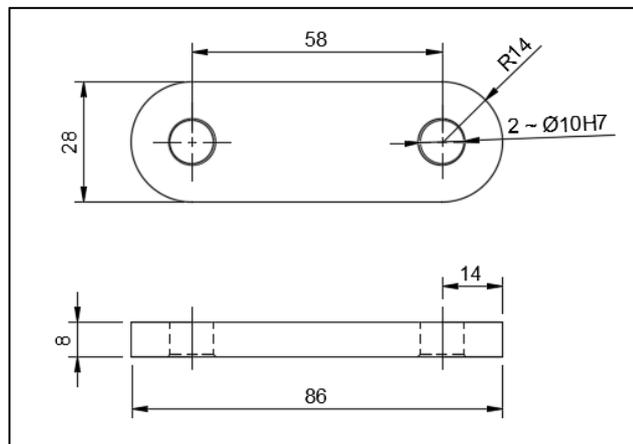


Gambar 4. 4 *Isometric View Part Bracket Stand Side*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

4.1.5 *Blank Size Part*

Blank size part merujuk pada ukuran material yang digunakan untuk melanjutkan proses. Sebelum *part* di *bending* atau di tekuk, *part* berbentuk lembaran baja yang dibentangkan. Pada *part bracket stand side* ini terdapat *blank size* dengan ukuran bentangan sepanjang 86 mm. Bentuk *blank size part bracket stand side* ini dapat dilihat pada gambar 4. 5.



Gambar 4. 5 *Blank Size Part*

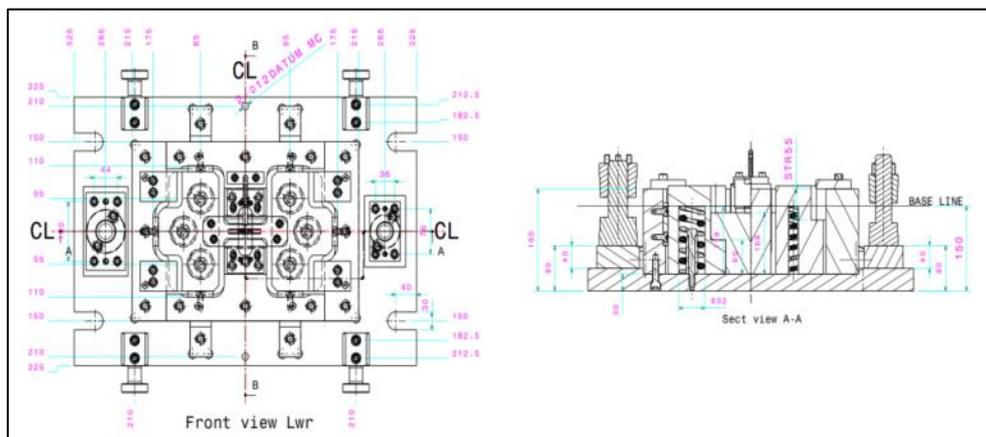
Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

4.1.6 Design Dies

Design dies dari *part bracket stand side* ini digunakan untuk arahan pekerjaan lapangan atau juga disebut sebagai bentuk komunikasi kepada orang lapangan dalam merealisasikan pembuatan *dies*. *Design* yang digunakan pada pembuatan *dies* terdapat dua bentuk yaitu 2D dan 3D.

1) Lower Dies

Lower dies merupakan komponen penyusun *dies* bagian bawah, yang terdiri dari *lower base*, *lower pad*, *coil spring*, *guide spring*, *support lower*, *stopper*, *guide post lower*, *support guide post lower*, *hook*, *rib*.

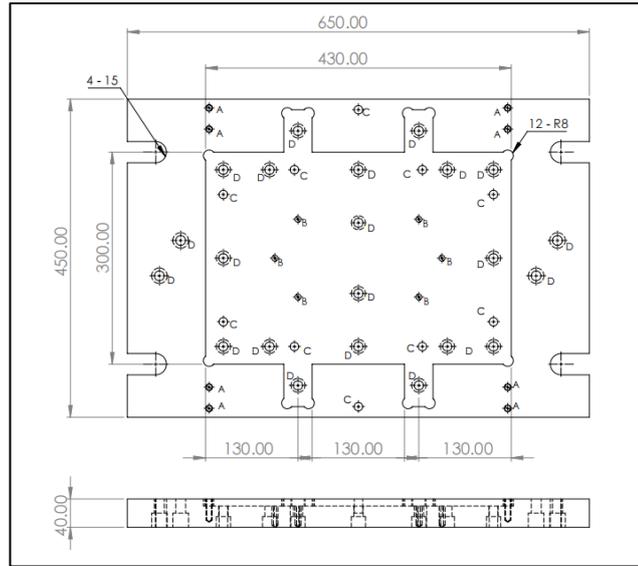


Gambar 4. 6 2D Design Lower Dies

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

a. Lower Base

Lower base merupakan komponen yang berfungsi sebagai bagian terbawah atau dasar dari sebuah *dies* yang digunakan untuk menyangga komponen penyusun *lower dies*. *Lower base* yang digunakan pada *dies bending* ini menggunakan bahan dasar SS41 dengan ukuran 650×450 dengan memiliki ketebalan sebesar 40 mm. *Design lower base* dari *dies* ini dapat dilihat pada gambar 4. 7 berikut.

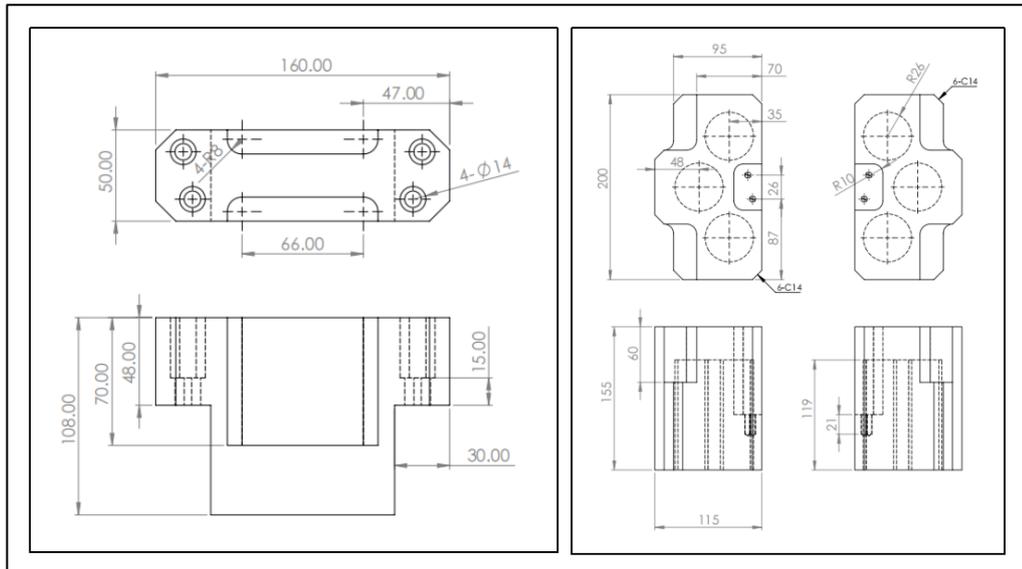


Gambar 4. 7 *Design Lower Base*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

b. *Lower Pad*

Lower pad pada *dies bending* ini menggunakan material S45C yang berjumlah 3 buah. Dua diantaranya terdapat *coil spring* yang berguna untuk membantu pergerakan naik turunnya *pad*. *Design* dari *lower pad* pada *dies bending* ini dapat dilihat pada gambar 4. 8 berikut.



Gambar 4. 8 *Design Lower Pad*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

c. *Coil Spring*

Spring yang digunakan untuk menggerakkan komponen pada proses bending yaitu SWM50-175 sebanyak 6 pcs. Spesifikasi SWM50-175 ini dapat dilihat pada gambar 4. 9 berikut.

D	d	L	Spring constant N/mm (lbf/in)	F=L×25.8%		F=L×28.8%		F=L×32%		Catalog No.	
				Fmm	Load N (lbf)	Fmm	Load N (lbf)	Fmm	Load N (lbf)		
Operation count				1,000,000		500,000		300,000		Type D-L	
50	25	50	306	31.2	12.8	14.4	16.0			SWM50-50	
		55	278	28.4	14.1	15.8	17.6			55	
		60	255	26.0	15.4	17.3	19.2			60	
		65	236	24.0	16.6	18.7	20.8			65	
		70	219	22.3	17.9	20.2	22.4			70	
		75	204	20.8	19.2	21.6	24.0			75	
		80	191	19.5	20.5	23.0	25.6			80	
		90	170	17.3	23.0	25.9	28.8			90	
		100	153	15.6	25.6	28.8	32.0	4900			100
		125	123	12.5	32.0	36.0	40.0	5000			125
		150	102	10.4	38.4	43.2	48.0			150	
		175	87.5	8.90	44.8	50.4	56.0			175	
		200	76.6	7.81	51.2	57.6	64.0			200	
		225	68.1	6.94	57.6	64.8	72.0			225	
		250	61.3	6.25	64.0	72.0	80.0			250	
		275	55.7	5.68	70.4	79.2	88.0			275	
		300	51.0	5.20	76.8	86.4	96.0			300	
		350	43.8	4.46	89.6	100.8	112.0			350	

Gambar 4. 9 Spesifikasi *Coil Spring*

Sumber: MISUMI

d. *Guide Spring*

Komponen *guide spring* ini merupakan komponen yang digunakan untuk menjaga posisi *coil spring* pada *lower base*. Setiap *coil spring* ini menggunakan satu *guide spring* yang sesuai dengan standar MISUMI yaitu SGC 23-80. Spesifikasi dari SGC 23-80 ini dapat diamati pada gambar 4. 10 berikut.

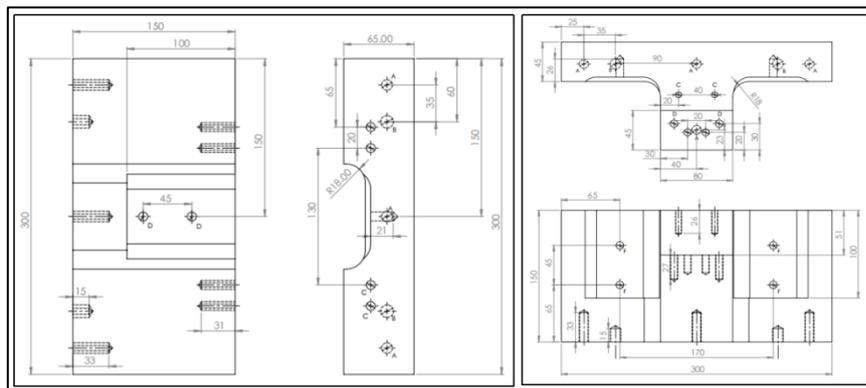
D	d	D ₁	B	M × P	H	S	ℓ ₁	Coil spring SW□				Catalog No.
								C	F	L-M-H B-G Z-Y	X	
Type D-L												
23	—	—	—	—	12	8	22	—	—	∅ 50	—	SGC23-30
												40
												60
												80
												100
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120*	

Gambar 4. 10 Spesifikasi *Guide Spring*

Sumber: MISUMI

e. *Support Lower*

Terdapat empat buah *support lower* pada *dies* ini yang masing-masing pasangannya digunakan sebagai penyangga *lower insert* atau *die bending* dan sepasang lainnya digunakan sebagai penyangga *pad* untuk membantu menahan gerakan *pad*. Material yang digunakan pada *support lower* ini yaitu SS41 dengan *design* yang dapat dilihat pada gambar 4. 11 berikut.

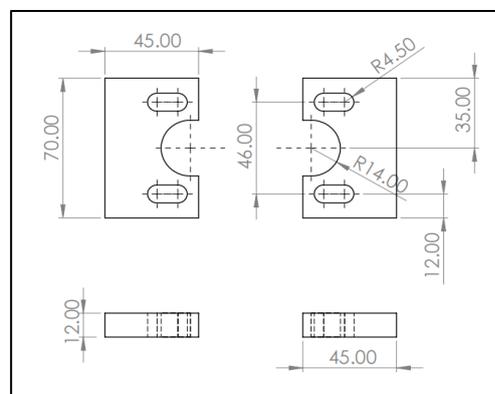


Gambar 4. 11 *Design Support Lower*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

f. *Stopper*

Stopper ini merupakan bagian yang digunakan sebagai penahan *sheet metal* pada saat akan diproses. Material yang digunakan pada komponen *stopper* ini adalah SS41. *Design* dari komponen *stopper* ini dapat dilihat pada gambar 4. 12 berikut.

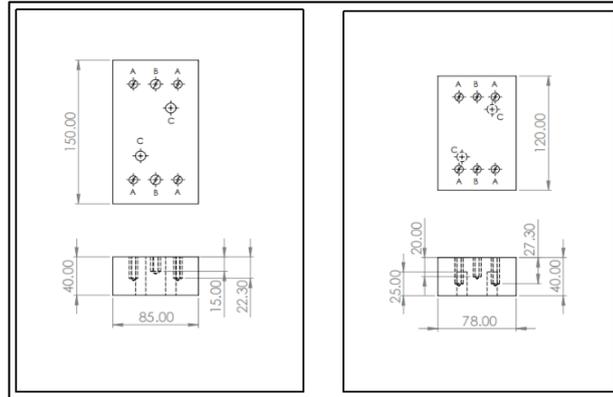


Gambar 4. 12 *Design Stopper*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

g. *Support Guide Post Lower*

Support guide post ini digunakan sebagai tempat bagi *guide post set* dan dirakit pada bagian *lower base* yang berjumlah dua buah. Komponen ini menggunakan material SS41. *Design support guide post* ini dapat dilihat pada gambar 4. 13 berikut.



Gambar 4. 13 *Design Support Guide Post Lower*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

h. *Guide Post Set*

Guide post set yang berfungsi sebagai dudukan agar tetap dalam satu sumbu dan bergerak naik turun bersama-sama ini memiliki ukuran yang berbeda bertujuan untuk mempermudah proses *assembly*. *Guide post set* yang digunakan pada rancangan *dies bending* ini merupakan standar MISUMI yaitu MYP38-150 yang dapat dilihat pada gambar 4. 14 berikut.

D	A	B	a	b	d	H	h ₁	T	Q	E	a ₁	h ₂	g ₁	g ₂	L (Provided hole)	Q (Provided hole)
20	74	44	56	30	6.6	30	40	15	42	56	28	15	6	6	60-300	MSTM 6-20
25	84	48	66	30	9	30	45	20	46	66	30	15	8	8	60-300	MSTM 6-30
32	100	58	78	35	11	40	50	20	56	78	30	18	8	8	60-300	MSTM 6-30
38	130	75	100	44	11	50	60	25	73	100	40	22	10	10	60-300	MSTM10-40
50	155	90	125	60	14	65	85	25	87	125	62.5	30	10	10	60-300	MSTM10-40
60	190	120	150	80	18	75	100	30	116	150	75	40	13	13	60-300	MSTM16-50
80	230	150	180	110	22	100	130	35	145	190	90	55	16	16	60-300	MSTM16-50

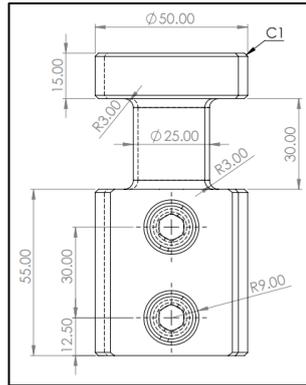
Catalog No.	L				Max. and price 1-8 pieces			
Type	D	L	Q	Q	MY	MYP	MYZ	MYZP
MY	20	80 90 100 110 120						
	25	80 90 100 110 120	130 140 150 160					
	32	90 100 110 120 130 140						
MYP	38		100 100 110 100 120 200					
	50		110 120 130 140 150 160 170 180					
MYZ	60			200 220 250 280 300				
	80		100 110 100 100 120 200	300 300 300				
			100 200 220 250 280 300	300 400				
			250 280 300 350	400 450				

Gambar 4. 14 Spesifikasi *Guide Post Set*

Sumber: MISUMI

i. Lower Hook

Lower hook yang digunakan merupakan standar perusahaan yang digunakan untuk memudahkan proses pemindahan upper base yang berjumlah empat buah. Design lower hook dapat dilihat pada gambar 4. 15 berikut.

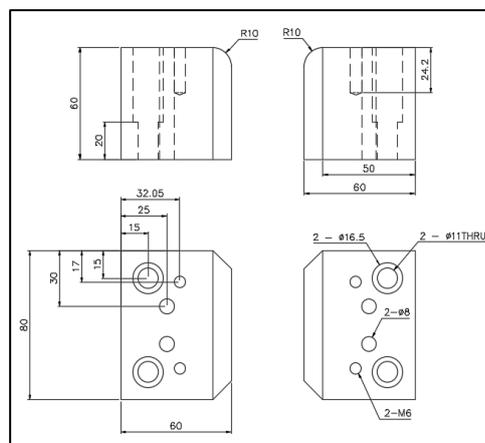


Gambar 4. 15 Design Lower Hook

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

j. Lower Insert (Die Bending)

Lower insert ini merupakan bagian utama pada lower die yang bisa disebut juga die bending. Die bending ini digunakan sebagai pembentuk part yang akan di bending atau di tekuk. Design dari lower insert/die bending ini dapat dilihat pada gambar 4. 16 berikut.

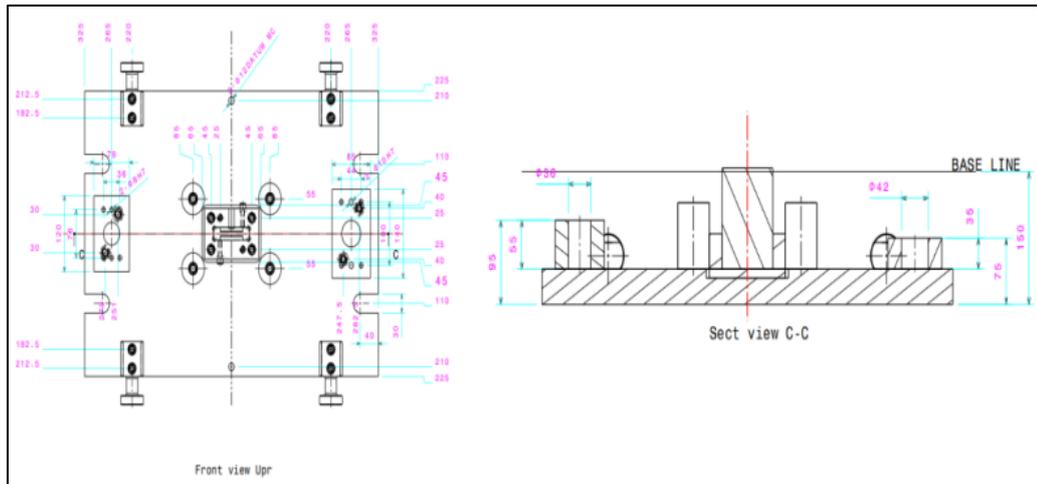


Gambar 4. 16 Design Lower Insert

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

2) Upper Dies

Upper dies merupakan komponen penyusun *dies* bagian atas, yang terdiri dari *upper base*, *punch bending*, *support guide post upper*, dan *hook upper*.

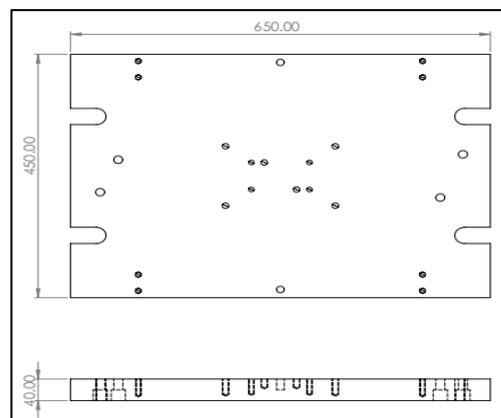


Gambar 4. 17 2D Design Upper Dies

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

a. Upper Base

Upper base ini memiliki fungsi sebagai bagian dasar tempat disusunnya komponen penyusun *upper dies*. *Upper base* yang dirancang pada *dies bending part bracket stand side* ini menggunakan bahan dasar SS41 dengan ukuran $p \times l \times t$ yaitu $650 \times 450 \times 40$. *Design upper base* ini dapat diamati pada gambar 4. 18.

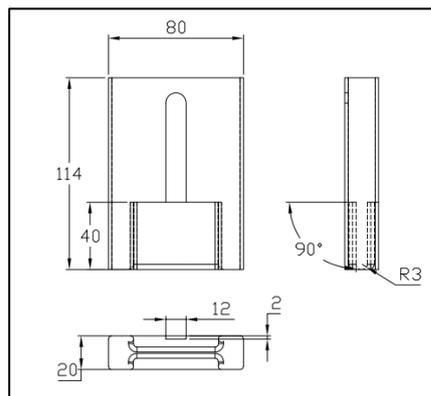


Gambar 4. 18 Design Upper Base

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

b. *Punch Bending*

Punch bending merupakan komponen utama pada *upper dies* yang akan membentuk part pada saat proses *bending*. Berdasarkan dari data perusahaan *punch* yang digunakan untuk membentuk *bending* pada produk memiliki ukuran $80 \times 20 \times 114$ mm. *Design* dari *punch bending* ini dapat dilihat pada gambar 4. 19.

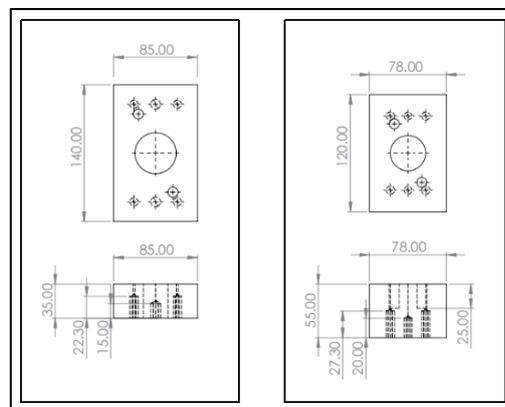


Gambar 4. 19 *Design Punch Bending*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

c. *Support Guide Post Upper*

Support guide post ini digunakan sebagai tempat bagi *guide post set* dan dirakit pada bagian *upper base* yang berjumlah dua buah. Komponen ini menggunakan material SS41. *Design support guide post* ini dapat dilihat pada gambar 4. 20.

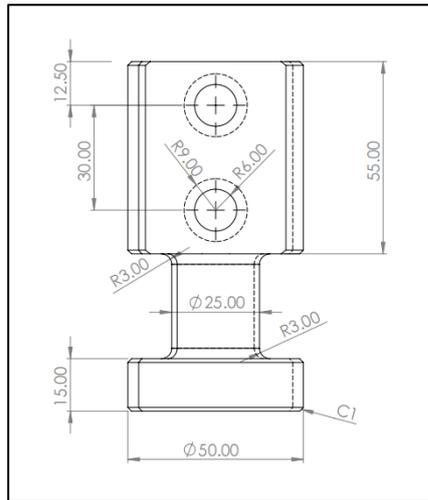


Gambar 4. 20 *Design Support Guide Post Upper*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

d. *Upper Hook*

Upper hook yang digunakan merupakan standar perusahaan yang digunakan untuk memudahkan proses pemindahan *upper base* yang berjumlah empat buah. *Design upper hook* dapat dilihat pada gambar 4. 21.



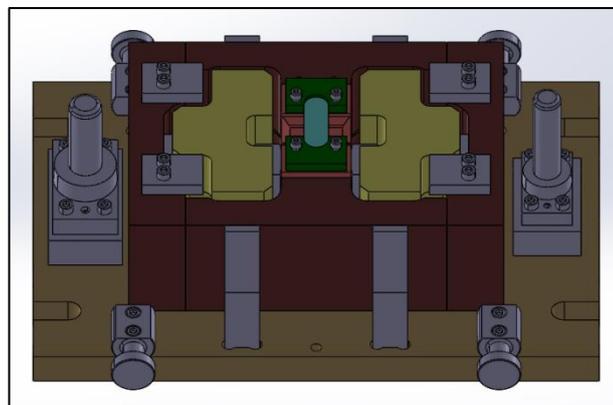
Gambar 4. 21 *Design Hook Upper*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

3) *3D Design Dies Assy*

a. *Lower Dies Assy*

Lower Dies Assy merupakan gabungan dari komponen-komponen yang menjadi penyusun *dies* bagian bawah, seperti yang terlihat pada gambar 4. 22.



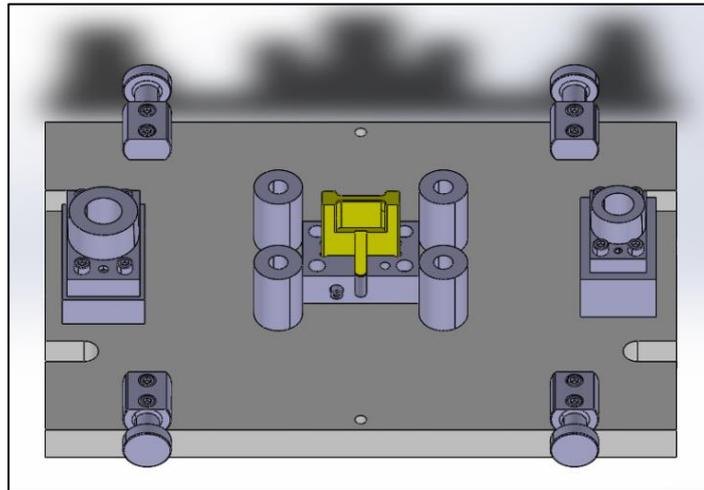
Gambar 4. 22 *3D Lower Dies Design*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

b. *Upper Dies Assy*

Upper Dies Assy merupakan gabungan dari komponen-komponen yang menjadi penyusun *dies* bagian atas, seperti yang terlihat pada gambar 4.

23

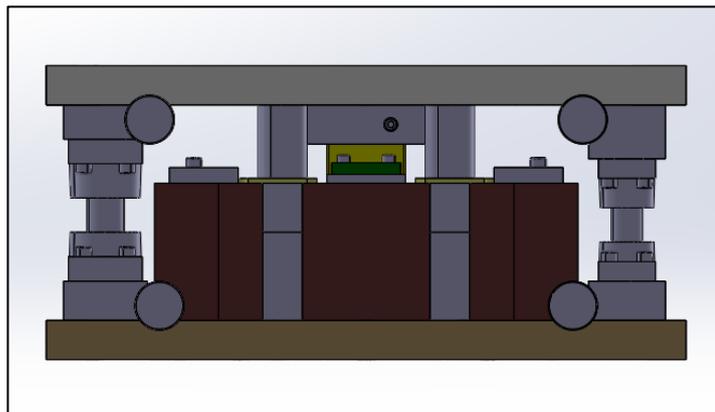


Gambar 4. 23 *3D Upper Dies Design*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

c. *Assembly Dies*

Assembly Dies merupakan gabungan antar komponen *upper* dan *lower dies* yang menjadi satu kesatuan sub komponen seperti yang terlihat pada gambar 4.24 dibawah..



Gambar 4. 24 *Assembly Dies Bending*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

4.2 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan dapat menjadi acuan dalam mengidentifikasi masalah yang terjadi pada *dies bending part bracket stand side*. Identifikasi masalah dari *problem* tersebut dengan melakukan beberapa analisa untuk memastikan penyebab terjadinya *spring back* pada produk.

4.2.1 Analisa Gaya Proses

Pada pembuatan *dies bending* ini tentu terdapat gaya yang dilakukan. *Spring back* yang terjadi bisa saja karena besar gaya yang kurang tepat, untuk itu diperlukan analisa gaya proses yang dilakukan pada *dies bending* ini dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1) *U-bending Force* (Pbu)

Diketahui:

$$\text{Tensile Strength (S)} = 270 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\text{Panjang sheet metal (W)} = 86 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal sheet metal (t)} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar span (L)} = 24,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian:

$$Pbu = 0,667 \times \frac{S W t^2}{L}$$

$$Pbu = 0,667 \times \frac{270 \cdot 86 \cdot 8^2}{24,5}$$

$$Pbu = 0,667 \times 60656,32 = 40457,76 \text{ Kgf}$$

2) *Bottoming Pad Force* (Pbp)

$$Pbp = 0,5 \times Pbu$$

$$Pbp = 0,5 \times 40457,76 = 20228,88 \text{ Kgf}$$

Total *U-bending force* (P'bu)

$$P'bu = Pbu + Pbp$$

$$P'bu = 40457,76 + 20228,88 = 60686,64 \text{ Kgf}$$

3) ⁸ Kapasitas Mesin Press (Pm)

$$Pm = \frac{P \cdot bu}{1000} \times Sf$$

$$Pm = \frac{60686,64}{1000} \times 1,5$$

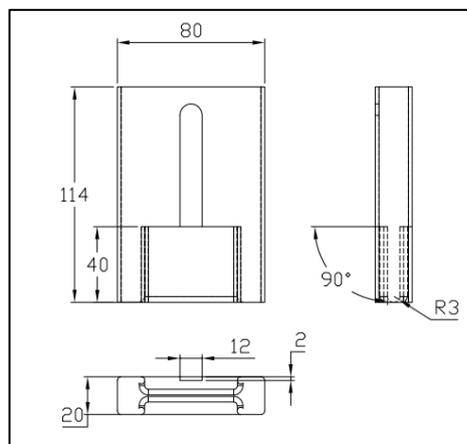
$$Pm = \frac{91029,96}{1000} = 91,03 \text{ Ton}$$

Dengan perhitungan gaya proses yang dilakukan di atas didapatkan hasil kapasitas mesin press minimal yang dibutuhkan yaitu 91,03 Ton. Dari data yang didapat dari perusahaan *dies bending part bracket stand side* ini spesifikasi ²⁴ mesin press yang digunakan yaitu mesin press dengan kapasitas 200 Ton, yang artinya bahwa mesin press yang digunakan tidak melewati batas minimal kapasitas mesin yang dibutuhkan. Untuk itu kemungkinan *spring back* yang disebabkan oleh gaya proses terhadap kapasitas mesin yang digunakan pada *dies bending part bracket stand side* ini kecil atau tidak berpengaruh.

4.2.2 Analisa Punch dan Die Bending Sebelum Perbaikan

Pada pembuatan *part bracket stand side* radius *punch* dan *die bending* merupakan komponen utama yang untuk perlakuan proses *bending*. Komponen ini dibuat dengan mengikuti kebutuhan produk. Namun pada *punch* dan *die* yang telah dibuat terdapat kendala *spring back* yang terdapat pada *part*.

1) *Design* Komponen *Punch*

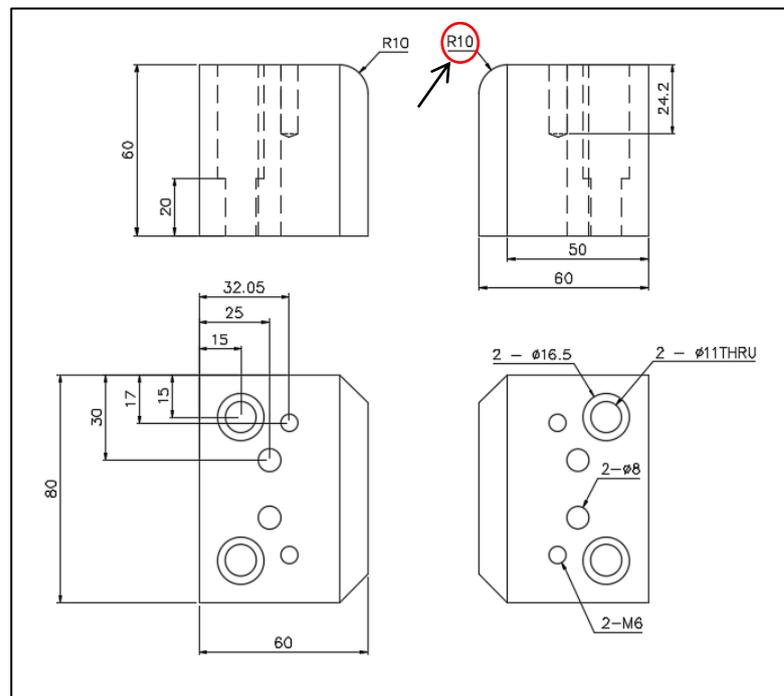


Gambar 4. 25 *Punch Dies Bending Bracket Stand Side*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

Punch yang digunakan pada dies dapat diamati pada gambar 4. 25. Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa sudut *bending* sebagai pembentuk produk bagian dalam yang digunakan pada *punch* ini yaitu 90 derajat yang sesuai dengan sudut kebutuhan produk dengan ukuran $p \times l \times t$ yaitu $80 \times 20 \times 114$ mm.

2) Die Bending



Gambar 4. 26 Die Bending Dies Bracket Stand Side

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

Pada gambar 4. 26 dapat diamati bentuk *die bending* yang digunakan pada proses pembuatan *part bracket stand side*. Besar radius yang digunakan pada *die bending* untuk pembentuk bagian luar produk ini yaitu 10 mm, dengan ukuran $p \times l \times t$ yaitu $60 \times 80 \times 60$ mm.

Dari data yang telah didapatkan di atas maka dapat dilakukan analisa dengan menghitung standar *minimum bending radius* pada pembuatan *part*

bracket stand side ini. Minimum *bending* radius dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$R_{min} = c \times s$$

Diketahui:

Konstan material (c) = 0,5

Tebal *sheet metal* (s) = 8 mm

Adapun penyelesaiannya sebagai berikut:

$$R_{min} = c \times s$$

$$R_{min} = 0,5 \times 8$$

$$R_{min} = 4 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan yang telah dilakukan di atas, maka dapat diketahui bahwa *minimum bending radius* adalah 4 mm. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa radius *die bending* yang ada pada *design* sebelumnya yaitu 10 mm berarti tidak melewati batas minimum radius *bending* dan juga tidak melebihi maksimal yang dibutuhkan *product* yaitu 11 mm.

4.2.3 Rencana Perbaikan

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan di atas dan analisa yang dilakukan, rencana perbaikan yang akan dilakukan terhadap permasalahan *spring back* yang terjadi pada *dies bending part bracket stand side* ini yaitu dengan melakukan *redesign* dari komponen *punch* pada *dies bending part bracket stand side* ini.

Langkah pada perbaikan *punch* ini yaitu melakukan pengurangan sudut *bending punch* untuk mengurangi *spring back* yang telah terjadi pada *trial* sebelumnya. Sudut *bending* yang dibutuhkan produk yaitu 90 derajat, namun pada *part* hasil *design* dengan menyesuaikan sudut yang dibutuhkan produk mengalami *spring back*. Untuk itu dilakukan pengurangan sudut *bending punch* atau bisa disebut mikomi sebesar 2 derajat, yang semula 90 derajat menjadi 88 derajat

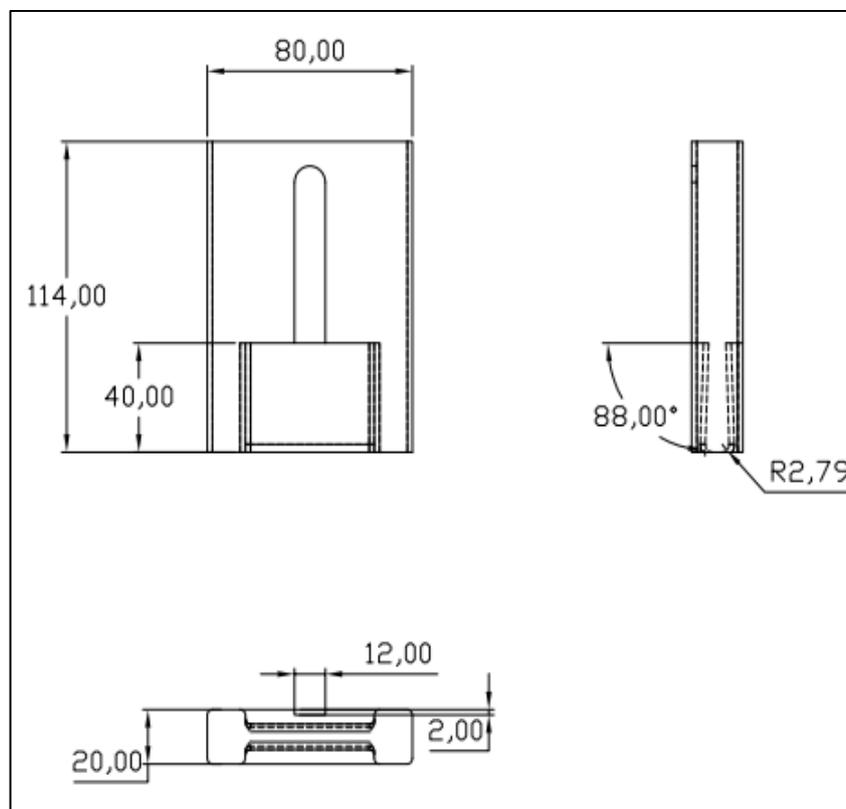
untuk membantu mengurangi *spring back* yang terjadi pada *part bracket stand side*.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Design Hasil Perbaikan

Dari analisa permasalahan dan rencana perbaikan yang dilakukan maka dihasilkan *design* yang baru untuk mengurangi *spring back* yang terjadi pada *part bracket stand side*. *Design punch* yang telah dilakukan perbaikan dapat diamati pada gambar 5. I berikut.



Gambar 5. 1 *Punch Hasil Redesign*

Sumber: Pengolahan Data Pribadi (2024)

Hasil *redesign punch bending* ini memiliki dimensi yang sama dengan sebelumnya dengan ukuran $p \times l \times t$ yaitu $80 \times 20 \times 114$ mm. Namun terdapat perbedaan pada sudut *bending* pada *punch* yang dikurangi sekitar 2° yaitu 88° .

5.2 Analisa *Redesign Dies*

Untuk mendapatkan keakuratan perbaikan terhadap perubahan *design* maka dilakukan dengan perhitungan faktor *spring back design* sebelum dan setelah perbaikan.

1) Faktor *Spring Back* Sebelum Perbaikan

Perhitungan faktor *spring back* sebelum perbaikan sebagai berikut:

Diketahui:

$$\alpha_1 = 90^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

$$r_1 = 3 \text{ mm}$$

$$r_2 = 3 \text{ mm}$$

Penyelesaian:

$$KR = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{ri_1 + 0,5 \times s}{ri_2 + 0,5 \times s}$$

$$KR = \frac{90^\circ}{90^\circ} = \frac{3 + 0,5 \times 8}{3 + 0,5 \times 8} = \frac{7}{7} = 1$$

Dengan perhitungan faktor *spring back* sebelum perbaikan secara manual maka didapatkan hasil dimana *spring back* 5 derajat memiliki rasio faktor *spring back* sebesar 1.

2) Faktor *Spring Back* Setelah Perbaikan

Untuk mengetahui rasio faktor *spring back* setelah perbaikan maka dapat dilakukan dengan perhitungan berikut:

Diketahui:

$$\alpha_1 = 88^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

Penyelesaian:

$$KR = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{88^\circ}{90^\circ} = 0,97$$

Setelah perbaikan, rasio faktor *spring back* berubah menjadi 0,97 yang dapat diartikan bahwa *part bracket stand side* ini mengalami *spring back* sebesar 4,85

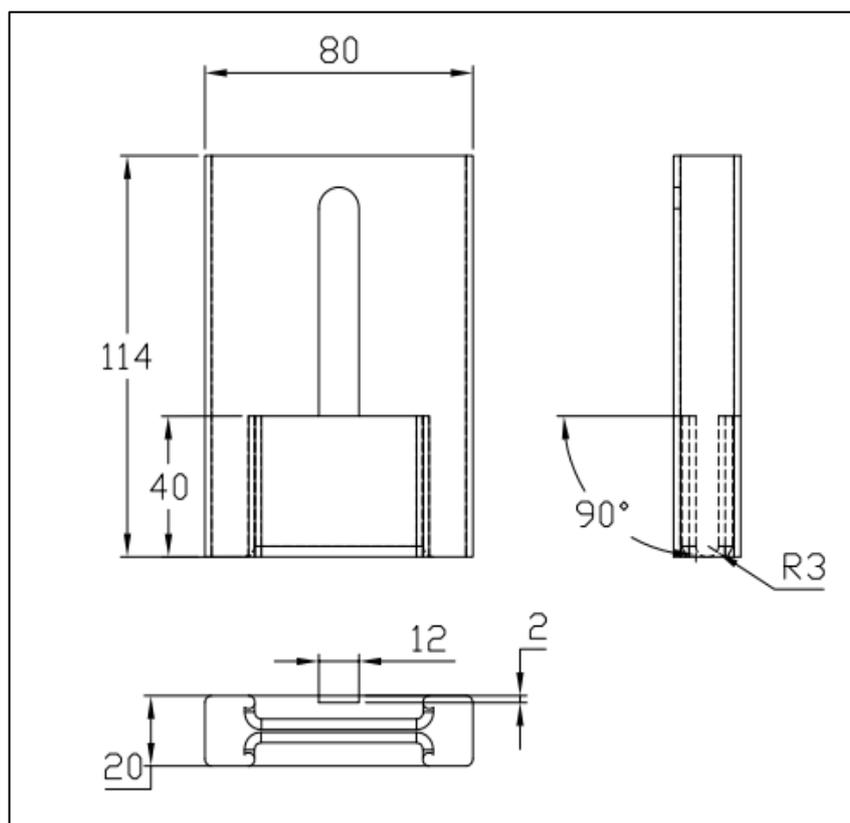
derajat atau 8,12 mm dan terbukti hasil *spring back* berkurang dan sesuai standar *part bracket stand side*.

5.3 Hasil Analisa

Dari data analisa di atas maka didapatkan hasil *redesign* yang dilakukan untuk mengurangi *spring back* pada *part bracket stand side* telah sesuai dengan kebutuhan standar *part*.

1) *Punch* Sebelum *Redesign*

Analisa yang dilakukan bahwa sebelum *redesign* sudut *bending* pada *punch* sebesar 90 derajat serta memiliki radius 3 mm dimana hasil *part* saat *trial* sebelum *redesign* terjadi *spring back*. Maka dari itu perubahan derajat harus dilakukan serta perubahan radius sangat menentukan hasil proses *bending* pada *part bracket stand side*. *Punch* sebelum *redesign* ini dapat diamati pada gambar 5. 2 dibawah.

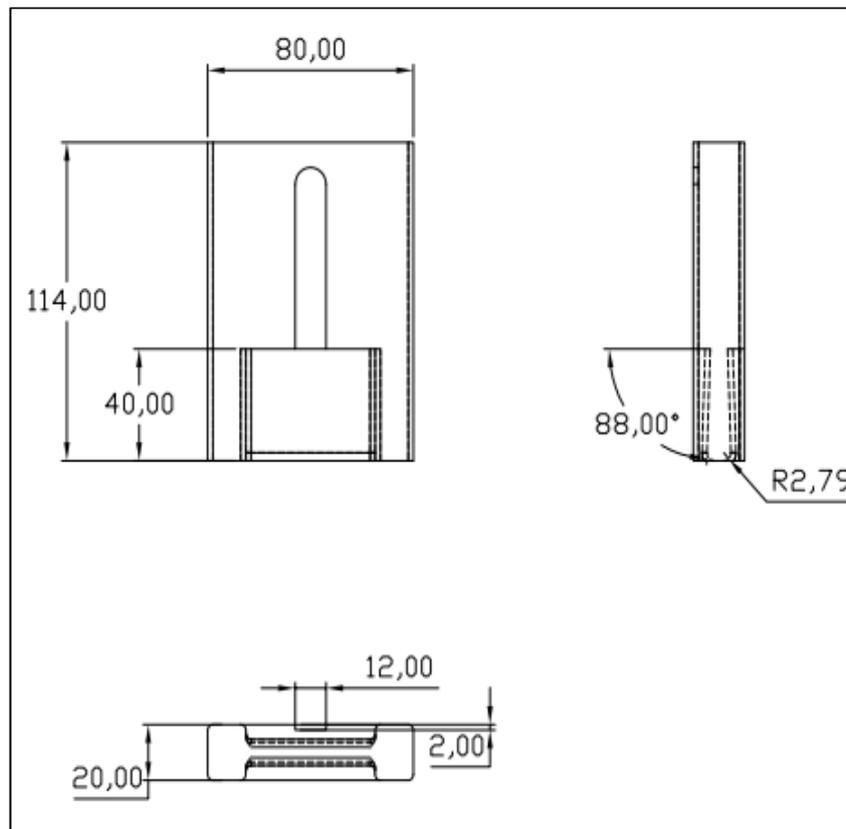


Gambar 5. 2 *Punch* Sebelum *Redesign*

Sumber: Dokumen Perusahaan (2024)

2) *Punch* Sesudah *Redesign*

Setelah dilakukan perhitungan secara manual, kemudian melakukan perubahan *design punch* sesuai dengan hasil perhitungan dengan mengubah sudut *bending punch* menjadi 88 derajat serta menyesuaikan radius menjadi 2,79 mm maka didapatkan hasil yang sesuai dengan standar *part*. Hasil dari *redesign punch* ini dapat diamati pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 *Punch* Sesudah *Redesign*

Sumber: Pengolahan Data Pribadi (2024)

● 26% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 24% Internet database
- 4% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 14% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	docplayer.info Internet	5%
2	repository.its.ac.id Internet	2%
3	eprints.umm.ac.id Internet	1%
4	123dok.com Internet	<1%
5	eprintslib.ummgl.ac.id Internet	<1%
6	repository.uin-suska.ac.id Internet	<1%
7	repository.umsu.ac.id Internet	<1%
8	jurnal.umj.ac.id Internet	<1%

9	journal.uhamka.ac.id Internet	<1%
10	text-id.123dok.com Internet	<1%
11	repository.metrouniv.ac.id Internet	<1%
12	sir.stikom.edu Internet	<1%
13	repositori.umsu.ac.id Internet	<1%
14	es.scribd.com Internet	<1%
15	yamagata1kana.blogspot.com Internet	<1%
16	repository.upi.edu Internet	<1%
17	Agus Purwanto, Oesman Raliby, Affan Rifa'i. "Evaluasi Proses Coating ..." Crossref	<1%
18	dspace.uui.ac.id Internet	<1%
19	slideshare.net Internet	<1%
20	eprints.poltektegal.ac.id Internet	<1%

21	scholar.unand.ac.id Internet	<1%
22	media.neliti.com Internet	<1%
23	President University on 2022-01-27 Submitted works	<1%
24	Universitas Muria Kudus on 2018-04-02 Submitted works	<1%
25	journal.unsika.ac.id Internet	<1%
26	dspace.umkt.ac.id Internet	<1%
27	repository.polman-babel.ac.id Internet	<1%
28	repository.radenfatah.ac.id Internet	<1%
29	docslide.us Internet	<1%
30	polytechnic-astra on 2024-09-13 Submitted works	<1%
31	eprints.iain-surakarta.ac.id Internet	<1%
32	fazri012.blogspot.com Internet	<1%

33	tkdn.kemenperin.go.id Internet	<1%
34	eprints.umg.ac.id Internet	<1%
35	Politeknik Negeri Bandung on 2017-07-14 Submitted works	<1%
36	ejournal.istn.ac.id Internet	<1%
37	doku.pub Internet	<1%
38	johannessimatupang.wordpress.com Internet	<1%
39	Syiah Kuala University on 2022-08-23 Submitted works	<1%
40	UIN Sunan Ampel Surabaya on 2021-03-03 Submitted works	<1%
41	informasiperusahaan.com Internet	<1%
42	digilib.iain-palangkaraya.ac.id Internet	<1%
43	repository.eafit.edu.co Internet	<1%
44	repository.ub.ac.id Internet	<1%

45	repository.unhas.ac.id Internet	<1%
46	Universitas Putera Batam on 2021-01-13 Submitted works	<1%
47	Washoe County School District on 2021-07-03 Submitted works	<1%
48	etheses.uin-malang.ac.id Internet	<1%
49	jalalalsukron.blogspot.com Internet	<1%
50	repositori.usu.ac.id Internet	<1%
51	repository.unibos.ac.id Internet	<1%
52	ndrangsan.com Internet	<1%
53	adoc.pub Internet	<1%
54	docobook.com Internet	<1%
55	eprints.walisongo.ac.id Internet	<1%
56	idoc.pub Internet	<1%

57	pt.scribd.com Internet	<1%
58	repository.binadarma.ac.id Internet	<1%
59	repository.ugj.ac.id Internet	<1%
60	repository.uinjkt.ac.id Internet	<1%
61	Fikri, Muhamad Ali. "Pengaruh Religiosity Terhadap Purchase Intention..." Publication	<1%
62	Universitas Gadjah Mada on 2024-07-17 Submitted works	<1%
63	Universitas Pelita Harapan on 2019-11-25 Submitted works	<1%
64	documents.mx Internet	<1%
65	edoc.pub Internet	<1%
66	elib.pnc.ac.id Internet	<1%
67	eprints.undip.ac.id Internet	<1%
68	eprints.uny.ac.id Internet	<1%

69	fr.scribd.com Internet	<1%
70	iGroup on 2014-12-31 Submitted works	<1%
71	id.123dok.com Internet	<1%
72	id.scribd.com Internet	<1%
73	pdfcookie.com Internet	<1%
74	repository.ppns.ac.id Internet	<1%
75	Universitas Sebelas Maret on 2019-05-12 Submitted works	<1%
76	Politeknik Negeri Bandung on 2017-08-02 Submitted works	<1%
77	Universitas Pertamina on 2020-09-16 Submitted works	<1%