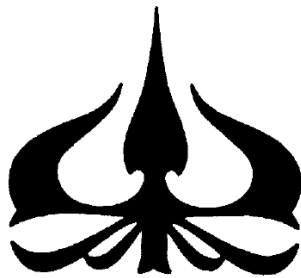


PROSES PEMBUATAN INSERT DIES PROYEK D37 EXHAUST HANGER

KERJA PRAKTIK

**Diajukan untuk Memenuhi
Persyaratan Kurikulum Sarjana Strata-1 Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Ali Rafi

NIM : 061002100002

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS TRISAKTI**

2024

Commented [dp1]: Apa tulisan ini sudah sesuai template laporan kp?

ABSTRAK

Pelaksanaan kerja praktik dilakukan di PT. Adyawinsa Stamping Industries, yakni sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang *stamping*. PT. Adyawinsa Stamping Industries memproduksi dan mendistribusikan *dies stamping* dan bagian *body* kendaraan bermotor. Kerja praktik dilakukan dengan melakukan observasi, pengambilan data dan analisa bagaimana cara merancang dan memproduksi *dies stamping*. Dari sekian banyak departemen dalam proses *stamping*, penulis berfokus pada *tool making department*. *Tool making department* adalah departemen yang berfokus dalam mengatur perencanaan dan pembuatan *dies stamping* yang dipesan oleh *customer* perusahaan. Penulis dalam kesempatan kerja praktik ini berfokus pada proses pembuatan *dies stamping* proyek *D37-Exhaust Hanger*.

Kata kunci : *dies, proyek, tool making, exhaust hanger, upsetting*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, karena atas perkenannya penulis dapat menyelesaikan Program Kerja Praktik dan dapat menyusun laporan kerja praktik dengan judul “Proses Pembuatan *Insert Dies* Proyek D37-*Exhaust Hanger*” dengan tepat waktu.

Penyusunan laporan ini disusun atas hasil dari kerja praktik yang penulis lakukan terhitung 1 Agustus 2023 sampai dengan 31 Agustus 2023 di PT. Adyawinsa Stamping Industries.

Pada kesempatan ini, penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan Program Kerja Praktik ini, khususnya kepada:

- (1) Allah SWT atas limpahan nikmat, rezeki, pertolongan, serta rahmat yang tiada terhingga sehingga penulis dapat melaksanakan kerja praktik dalam keadaan sehat dan diberi kekuatan.
- (2) Kedua orang tua dan kaka penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
- (3) Bapak Daisman Purnomo Bayyu Aji, S.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti.
- (4) Para Dosen Teknik Mesin khususnya Bapak Dr. Drs. Supriyadi-, M.Si. Universitas Trisakti selaku dosen pembimbing atas ilmunya yang telah diberikan sehingga penulis mendapat bekal sebelum menjalankan kerja praktik
- (5) Bapak Markus Maturo selaku presiden direktur PT. Adyawinsa Stamping Industries yang telah memberikan tempat untuk penulis melaksanakan kerja praktik.
- (6) Bapak Wahyudi, SKA. selaku kepala departemen *tool making*, atas bimbingan dan panduannya selama penulis melakukan kerja praktik.

(7) Segenap Karyawan, *Engineer*, dan Staff pada departemen *tool making* dan *tool service* PT. Adyawinsa Stamping Industries yang selalu memberikan banyak pengetahuan, bantuan dan dukungan kepada penulis selama melakukan kerja praktik.

Jakarta, 18 Januari 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Kerja Praktik	2
1.3 Manfaat Kerja Praktik	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Waktu Pelaksanaan Kerja Praktik	3
1.7 Metodologi	3
1.8 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2	5
TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1 Deskripsi Perusahaan	5
2.2 Visi dan Misi Perusahaan	5
2.3 Budaya, Logo, Pelanggan Perusahaan dan Lokasi Perusahaan.....	6
2.4 Struktur Bisnis Perusahaan.....	9
BAB 3	12
TINJAUAN PUSTAKA.....	12
3.1 Dies.....	12
3.2 Forging	13
3.3 Upsetting	14
3.4 Cold Working	15
3.5 Tipe mesin pres.....	15

BAB 4	18
HASIL DAN STUDI KASUS.....	18
4.1 Proses Design	18
4.2 Go Manufacturing	23
4.3 Permasalahan	31
BAB 5	37
KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Perusahaan Adyawinsa Stamping Industries	7
Gambar 2.2 Lokasi Perusahaan Adyawinsa Stamping Industries	9
Gambar 2.3 Hasil Proses Stamping Pt. Adyawinsa Stamping Industries	10
Gambar 2.4 Lengan Robot Pada Pt. Adyawinsa Stamping Industries	10
Gambar 2.5 Dies Stamping Pt. Adyawinsa Stamping Industries	11
Gambar 3.1 Dies Secara Umum [5]	12
Gambar 3.2 Macam-Macam Jenis Forging: (A) Open Dies Forging, (B) Penempaan Cetak, (C) Penempaan Tanpa Flash [2]	14
Gambar 3.3 Proses Pengerjaan Upsetting Secara Umum	14
Gambar 3.4 Salah Satu Contoh Dari Proses Upsetting	15
Gambar 3.5 Contoh Produk Dari Line Mesin Progresif [7]	16
Gambar 3.6 Line Mesin Pres Tranfer [7]	17
Gambar 4.1 3d Assembly Proyek D37	19
Gambar 4.2 Gambar 2d Proyek D37 Exhaust Hanger	19
Gambar 4.3 Master List Proyek D37 Exhaust Hanger	22
Gambar 4.4 Keseluruhan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	23
Gambar 4.5 Proses Pembuatan G-Code Insert Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	24
Gambar 4.6 Proses Cnc Insert Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	25
Gambar 4.7 Contoh Standard Part Untuk Pembuatan Dies	26
Gambar 4.8 Proses Pemasangan Insert Dies Pada Lower Dies	27
Gambar 4.9 Upper Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	27
Gambar 4.10 Lower Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	28
Gambar 4.11 Keseluruhan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	28
Gambar 4.12 Proses Pengetesan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger	29
Gambar 4.13 Proyek D37 Exhaust Hanger, Hasil Proses Cutting (Kiri), Hasil Proses Upsetting(Tengah), Hasil Proses Bending (Kanan)	30
Gambar 4.14 Pemeriksaan Produk Proyek D37 Exhaust Hanger	30
Gambar 4.15 Pemeriksaan Produk Proyek D37 Exhaust Hanger	31
Gambar 4.16 Regangan Lokal Pada Permukaan Dari Specimen Yang Terkompresi [10]	32
Gambar 4.17 Pengukuran Hasil Proses Upsetting Menggunakan Jangka Sorong	33
Gambar 4.18 Data Cad Volume Benda Kerja Sebelum Dan Sesudah Proses Upsetting	34
Gambar 4.19 Pemeriksaan Produk Proyek D37 Exhaust Hanger Setelah Perbaikan	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Standar dies General Motors [9].....	40
Lampiran 2 2D insert dies proyek D37 exhaust hanger.....	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Program kerja praktik dilaksanakan untuk memperoleh keterampilan tertentu, terutama yang tidak diperoleh di kampus dan hanya dapat diperoleh di dunia kerja, agar keterampilan tersebut dapat bermanfaat di masa depan dan digunakan dalam dunia kerja selanjutnya, khususnya dalam bidang pembuatan *dies*. Penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Adyawinsa Stamping Industries yang berlokasi di Karawang Timur.

Stamping dan *forging* merupakan salah satu proses yang penting dalam industri *metal forming*. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa hampir semua suku cadang yang diproduksi secara massal diproduksi menggunakan proses yang mencakup *stamping* dan *forging*, yang secara langsung mempengaruhi tidak hanya efisiensi proses, tetapi juga kualitas produk [1]. Hampir semua operasi pengepresan konvensional dilakukan dengan perkakas yang disebut sebagai cetakan (*dies*) [2]. *Dies* dirancang khusus sesuai dengan bagian produk benda yang akan dibentuk.

Proses perancangan *dies* mengharuskan memerhatikan aspek-aspek seperti: Pemilihan material *dies*, pemilihan jenis cetakan, menetapkan toleransi yang diperlukan untuk bagian yang akan dilakukan proses *pres* dan pemilihan mesin *pres* yang sesuai berdasarkan ukuran dan tonase yang dibutuhkan untuk operasi *forging*. Dalam perancangan *dies*, perancang juga harus mempertimbangkan ketebalan dan ukuran benda kerja yang akan dicetak, karena mempengaruhi desain cetakan dan gaya yang terlibat dalam proses pencetakan.[3]

Dengan mempertimbangkan semua aspek yang telah disebutkan dalam proses perancangan *dies*, maka perancangan *dies forging* proyek D37-Exhaust Hanger harus dilakukan dengan cermat dan teliti.

1.2 Tujuan Kerja Praktik

Maksud dan tujuan dari kerja praktik yang telah kami bahas akan kami jabarkan, antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui peran *mechanical engineer* dalam perencanaan suatu proyek konstruksi secara luas di Indonesia.
2. Mendapatkan ilmu teori dalam bagaimana perencanaan pembuatan *dies stamping* dan *dies forging*.
3. Mendapatkan pengalaman praktik dalam pembuatan *dies stamping* dan *dies forging*.
4. Memahami penerapan ilmu-ilmu teknik mesin yang diterapkan di departemen *tool making* PT. Adyawinsa Stamping Industries.

1.3 Manfaat Kerja Praktik

1. Memiliki gambaran bagaimana peran *engineer* pada *tool making* di PT. Adyawinsa Stamping Industries.
2. Mendapatkan pengalaman sebagai *mechanical engineer* dalam perencanaan *dies stamping* dari departemen *tool making*.
3. Mendapatkan wawasan baru mengenai lingkup pekerjaan yang dilakukan saat pembangunan dari suatu proyek.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas berikut rumusan masalah dari laporan ini:

1. Apa saja yang diperlukan dalam proses pembuatan *insert dies upsetting* proyek D37 *exhaust hanger* pada PT. Adyawinsa Stamping Industries.
2. Bagaimana cara mengoptimalkan panjang benda kerja yang akan dilakukan proses *upsetting* pada *dies forging* D37 PT. Adyawinsa Stamping Industries.

1.5 Batasan masalah

1. Unit yang dianalisis pada kerja praktik adalah *dies forging* yang sedang diproduksi oleh PT. Adyawinsa Stamping Industries .
2. Laporan kerja praktik ini menjelaskan bagaimana proses perancangan *insert dies* proyek D37 *Exhaust Hanger* dan cara menentukan panjang material benda kerja yang dibutuhkan.

1.6 Waktu Pelaksanaan Kerja Praktik

Tempat : PT. Adyawinsa Stamping Industries *Plant 1*

Alamat : Jalan Surotokunto, No.109, Warungbambu, Kec. Karawang Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41313.

Waktu : 1 Agustus 2023 – 31 Agustus 2023

1.7 Metodologi

Dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini berikut rangkaian metode yang dilakukan adalah:

1. Observasi lapangan
Melakukan pengumpulan data dengan cara observasi atau pengamatan secara langsung di lapangan.
2. Diskusi mengenai hasil observasi
Diskusi dengan pembimbing (mentor), *department manager*, *supervisor*, *team leader*, *staff*, dan karyawan PT. Adyawinsa Stamping Industries baik di kantor maupun di lapangan.
3. Pengolahan data berupa analisa hasil dan kesimpulan
Pengolahan data dilakukan dengan cara menganalisa permasalahan dengan

arahan dari pembimbing (mentor) sehingga analisis dapat mendapat hasil yang sesuai sebagai kesimpulan dan saran perbaikan yang sesuai dengan disiplin ilmu teknik mesin.

4. Penyusunan Laporan Kerja Praktik

Setelah langkah–langkah di atas, penyusunan laporan pelaksanaan kerja praktik.

1.8 Sistematika Penulisan

Berikut sistematika penulisan dari laporan kerja praktik ini:

➤ BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan kerja praktik, batasan masalah, metodologi dan sistematika laporan

➤ BAB 2 TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

Bab ini berisi tentang dasar teori dari penulisan laporan yang berisi tentang deskripsi perusahaan, pelanggan utama perusahaan, sejarah singkat, visi dan misi perusahaan, lokasi perusahaan, struktur organisasi dan divisi Plant Departement

➤ BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang proses perancangan *dies stamping*, dimulai dari desain-analisis-*manufacturing* hingga menjadi produk

➤ BAB 4 HASIL DAN STUDI KASUS

Bab ini berisi tentang pembahasan studi kasus kerja praktik tentang proses pembuatan *insert dies proyek D-37 exhaust hanger*, kesalahan apa saja yang terjadi selama rangkaian proses pembuatan *dies* dan bagaimana solusi atas permasalahan tersebut.

➤ BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan studi kasus kerja praktik yang telah dilakukan. Saran yang diberikan berupa usulan perbaikan dan hal lain bagi perusahaan serta bagi mahasiswa berikutnya yang akan melakukan kerja praktik.

BAB 2

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Deskripsi Perusahaan

PT. Adyawinsa Stamping Industries merupakan adalah satu anak perusahaan dari Adyawinsa Group dan bergerak di bidang otomotif. PT. Adyawinsa Stamping Industries merupakan perusahaan manufaktur komponen otomotif dan *service part* yang didirikan pada tahun 2005. PT. Adyawinsa Stamping Industries berlokasi di Jl. Surotokunto No. 09 Warung Bambu, Karawang Timur, Jawa Barat. Pada tahun 2005, PT. Adyawinsa Stamping Industries dikenal sebagai perusahaan yang bergerak di bidang stamping dan *sub-assy parts* untuk kendaraan roda empat dan pembuatan cetakan (*dies*). Pada tahun 2012 PT. ASI berkembang dengan adanya aktivitas *Cathodik Electro Dipping (CED) Painting*. Pada tahun 2016, PT. ASI menyiapkan fasilitas untuk memproduksi *fuel tank*.

PT. Adyawinsa Stamping Industries saat ini menjadi pemasok pabrik otomotif seperti: Daihatsu, Toyota, Hyundai dan beberapa perusahaan otomotif Asia lainnya di bidang usaha *stamping, welding, painting, dan tool making*. PT. Adyawinsa Stamping Industries mempunyai luas tanah 61.535 m² dan luas bangunan 34 239 m² dengan jumlah karyawan yaitu 748 *manpower* (terhitung per akhir oktober 2018), PT. Adyawinsa Stamping Industries memiliki sertifikasi ISO TS 16949 dan ISO 1400:1.

2.2 Visi dan Misi Perusahaan

2.2.1 Visi Perusahaan

Best company to be with for our customers, for our employees, for our suppliers and for our shareholders.

2.2.2 Misi Perusahaan

Excel for a better environment and society

2.3 Budaya, Logo, Pelanggan Perusahaan dan Lokasi Perusahaan

2.3.1 Budaya Perusahaan

Budaya 5S atau 5R merupakan budaya yang diterapkan pada seluruh karyawan PT. Adyawinsa Stamping Industries. 5S atau 5R memiliki makna:

(1) *Seiri* (Ringkas)

Seiri (Ringkas) memiliki arti memisahkan barang perlu dan tidak perlu, singkirkan atau membuang barang yang tidak perlu dari tempat kerja. yang perlu disimpan di tempat pada tempat yang mudah ditemukan.

(2) *Seiton* (Rapi)

Seiton (Rapi) merupakan menepatkan barang yang diperlukan secara rapi dan berturut agar mudah dilihat, dimengerti, dan mudah diambil pada waktu diperlukan.

(3) *Seiko* (Resik)

Seiko (Resik) merupakan membersihkan daerah kerja (pembersihan) mesin, peralatan, dan lainnya dari debu dan kotoran-kotoran lainnya dan segera saat diketahui.

(4) *Seiketsu* (Rawat)

Seiketsu (Rawat) memiliki arti memelihara keadaan teratur, rapi, bersih secara terus menerus

(5) *Shitsuke* (rajin)

Shitsuke (rajin) memiliki arti disiplin dalam melaksanakan segala hal sesuai standar peraturan dan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan merupakan kebudayaan.

2.3.2 Logo Perusahaan

Logo perusahaan merupakan satu identitas melambangkan jati diri perusahaan. Logo Perusahaan PT. Adyawinsa Stamping Industries seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Logo Perusahaan Adyawinsa Stamping Industries

Commented [dp2]: So. Mohon seluruh Font pada judul gambar disamakan dengan templat laporan kp

Logo perusahaan tersebut mempunyai makna pada setiap sisinya, “Adya” mempunyai arti yaitu nomor satu atau terdepan dan “winsa” yaitu pemenang. Bentuk elips melambangkan dunia, dan warna biru memberi kesan profesional dan dipercaya. Jadi arti logo dari Adywinsa Group yaitu perusahaan Adyawinsa Grup dengan profesional dan kepercayaan konsumen terhadap perusahaan, dan ingin menjadi perusahaan nomor satu di seluruh dunia.

2.3.3 Pelanggan Perusahaan

Saat ini ada beberapa perusahaan yang telah bekerja sama secara langsung dan tidak langsung dengan perusahaan PT. Adyawinsa Stamping

Industries. PT. Adyawinsa Stamping Industries telah berhasil mencatatkan pengalamannya dalam bidang otomotif dengan kerja sama pekerjaan, di antaranya [4]:

- Astra Daihatsu Motor (ADM)
- PT. Honda Prospect Motor (HPM)
- PT. Toyota Motor *Manufacturing* Indonesia (TMMIN)
- PT. Hyundai Motor *Manufacturing* Indonesia (HMMI)
- PT. Nissan Motor Distribution Indonesia (NMDI)
- PT. Mitsubishi Motor Krama Yudha Indonesia (MMKI)
- PT. Mitsubishi Krama Yudha Motor and *Manufacturing* (MKM)
- PT. Suzuki Indonesia Motor (SIM)
- PT. Gaya Motor (GM),
- PT. ADM Aspira
- PT. ADM PPL
- PT. Gemala Kempa Daya (GKD)
- PT. Mekar Armada Jaya (MAJ)
- PT. Krama Yudha Ratu Motor (KRM)
- PT. TJU.

2.3.4 Lokasi Perusahaan



Gambar 2.2 Lokasi Perusahaan Adyawinsa Stamping Industries

Lokasi PT. Adyawinsa Stamping Industries beralamat di Jl. Surotokunto No. 109 Warung Bambu, Karawang Timur, Jawa Barat-Indonesia, 41313.

Telepon : (+62267) 404555

Faximile : (+62267) 404544

Email : marketing_asi@adyawinsa.com

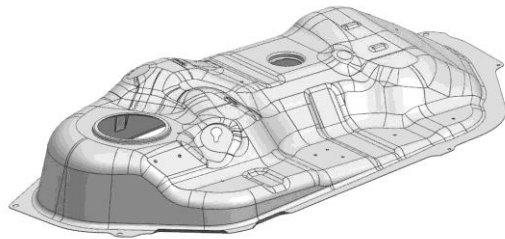
Website : www.adyawinsa.com

2.4 Struktur Bisnis Perusahaan

Dalam mengembangkan bisnis yang telah di jalankan, PT. Adyawinsa Stamping Industries bergerak pada bidang :

1. *Stamping*

Stamping adalah proses pencetakan material logam secara dingin dengan menggunakan *dies* dan mesin *pres*. Contoh hasil produk *stamping* PT. Adyawinsa Stamping Industries seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hasil Proses **Stamping** PT. Adyawinsa Stamping Industries

Commented [dp3]: Typo

2. *Welding*

Welding atau pengelasan adalah proses menyambung logam dengan melalui fase cair logam tersebut sebelum akhirnya membeku dan tercipta sambungan. Proses pengelasan dilakukan untuk menyatukan komponen-komponen hasil dari proses *stamping*.

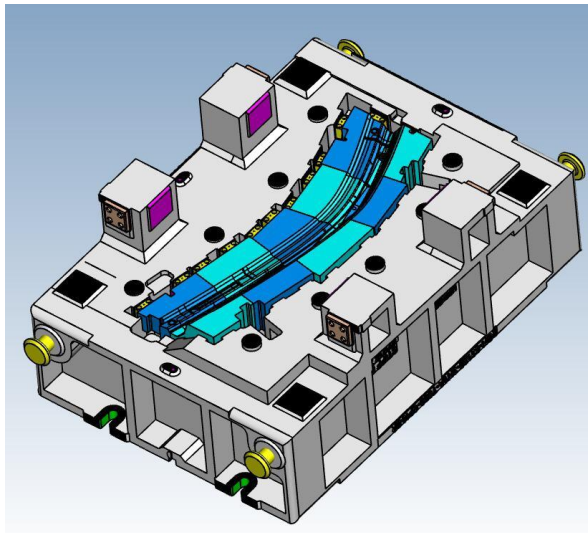


Gambar 2.4 **Lengan Robot** pada PT. Adyawinsa Stamping Industries

Commented [dp4]: Beri lingkaran pada gambar, yang menunjukkan itu adalah lengan robot

3. *Tool Making*

Tool making merupakan divisi yang mempunyai tugas untuk membuat *dies* yang akan digunakan untuk proses *stamping*. Contoh dari produk *tool making* PT. Adyawinsa Stamping Industries seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Dies Stamping PT. Adyawinsa Stamping Industries

4. *Painting*

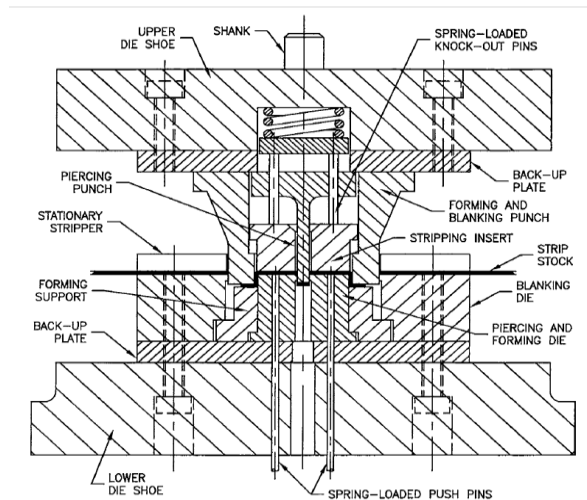
Painting merupakan proses pengecatan pada logam yang berfungsi sebagai pelapis untuk melindungi media dari korosi atau untuk memperindah dari logam tersebut. Contoh dari produk *painting* PT. Adywainsa Stamping Industries seperti pada gambar [4]

BAB 3

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Dies

Dies merupakan cetakan atau alat yang digunakan untuk memotong, membentuk, atau mengekstrusi material menjadi bentuk yang diinginkan. *Dies* terdiri *lower base* dan *upper base*. Kedua *base* tersebut, disejajarkan menggunakan pin pemandu (*guide post*). *Guide post* memberikan keselarasan yang tepat dari dua bagian tersebut selama operasi. [5]



Gambar 3.1 Dies Secara Umum [5]

Commented [dp5]: Ukuran seluruh gambar di laporan ini sebaiknya seragam. Biar terlihat bagus dan rapi. Terutama ukuran lebar. Biasanya 3 atau 4 inch

Base dies dilengkapi dengan komponen pembentuk benda kerja yang dinamakan *insert*. Benda kerja diletakan dan ditekan di antara *insert lower* dan *insert upper*. *Insert dies* terbuat dari baja perkakas, dikeraskan setelah proses pemesinan.

3.2 Forging

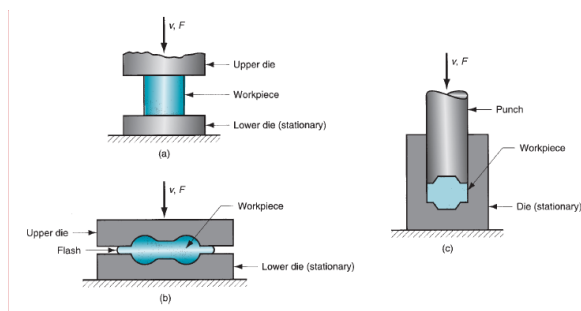
Forging adalah proses deformasi benda kerja yang dikompresi di antara dua cetakan (*dies*), menggunakan antara dampak atau tekanan gradual untuk membentuk benda kerja tersebut.

Forging dapat dikerjakan dengan beberapa cara. Salah satu cara untuk mengklasifikasi operasinya, yaitu dengan menentukan temperatur pengerjaan. Kebanyakan dari proses *forging* dilakukan pada temperatur panas (*hot*) atau sedang (*warm*). Namun pengerjaan dingin (*coldworking*) juga sangat umum untuk beberapa jenis produk. Kelebihan dari *cold forging* adalah untuk meningkatkan kekuatan karena adanya *strain hardening* yang terjadi pada benda kerja.

Selain jenis gaya yang digunakan (dampak atau gradual). Jenis *forging* juga dibedakan dari kelengkapan yang digunakan pada proses. Mesin *forging* yang menggunakan dampak adalah mesin *forging hammer* dan jenis yang menggunakan tekanan gradual dinamakan *forging press*.

Perbedaan lain antara proses penempaan adalah sejauh mana aliran logam kerja dibatasi oleh cetakan. Dengan klasifikasi ini ada tiga jenis proses penempaan yaitu : (a) penempaan cetakan terbuka (*open-die forging*), (b) penempaan cetakan (*impression-die forging*), dan (c) penempaan tanpa *flash* (*flashless forging*). penempaan cetakan terbuka, benda kerja ditekan di antara dua permukaan rata, sehingga memungkinkan logam mengalir tanpa kendala dalam arah lateral terhadap permukaan cetakan. Dalam penempaan cetakan, permukaan cetakan mengandung bentuk atau cetakan yang diberikan pada benda kerja selama kompresi, sehingga membatasi aliran logam. Dalam jenis operasi ini, sebagian logam kerja mengalir melampaui cetakan untuk membentuk *flash*, seperti yang ditunjukkan pada gambar

3.2. *Flash* adalah kelebihan logam yang nantinya harus dipangkas. Dalam penempaan tanpa *flash*, pekerjaan sepenuhnya dibatasi di dalam cetakan dan tidak ada *flash* berlebih yang dihasilkan. Volume benda kerja awal harus dikontrol dengan ketat agar sesuai dengan volume rongga cetakan. [2]

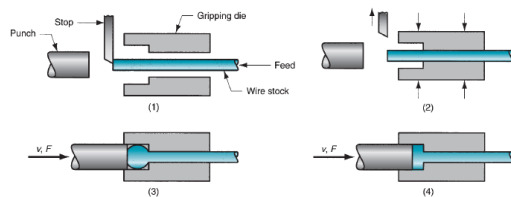


Commented [dp6]: Ukuran lebar gambar ini sudah diatur menjadi 4 inch

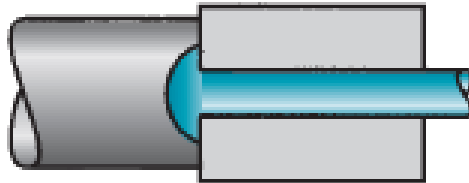
Gambar 3.2 Macam-Macam Jenis Forging: (A) Open Dies Forging, (B) Penempaan Cetak, (C) Penempaan Tanpa Flash [2]

3.3 Upsetting

Upsetting atau *bulging* adalah proses deformasi pada sebuah benda silinder yang bertujuan untuk meningkatkan diameter dan mengurangi panjang benda kerja. [2]



Gambar 3.3 Proses Pengerjaan Upsetting Secara Umum



(b)

Gambar 3.4 Salah Satu Contoh dari Proses Upsetting

3.4 Cold Working

Cold working atau *cold forming* adalah proses pembentukan material logam yang dilakukan pada temperatur ruangan, atau sedikit lebih tinggi (di bawah suhu rekristalisasi material). [3] Keuntungan signifikan dari *cold forming* dibandingkan dengan *hot working* adalah: (1) Akurasi yang lebih tinggi (2) Kekasaran permukaan yang lebih baik (3) Kekuatan dan kekerasan yang lebih (4) Tidak adanya proses pemanasan material yang dibutuhkan, sehingga lebih hemat dalam biaya produksi karena tidak ada pengeluaran lebih untuk listrik dan bahan bakar.

Cold forming menjadi proses yang sangat penting dalam proses produksi masal. *Cold working* memberikan toleransi yang ketat dan kekasaran permukaan yang baik, sehingga meminimalisirkan penggunaan *machining* lanjut.[6]

3.5 Tipe mesin pres

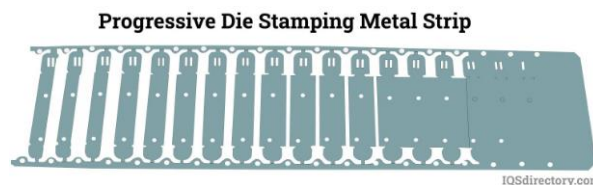
Jenis mesin pres yang digunakan tergantung pada proses pembuatan dan kebutuhan spesifik. Masing-masing memiliki tujuan berbeda dalam pengerjaan logam dan industri manufaktur lainnya.

- Pres Tandem (Manual)

Mesin pres tandem umumnya digunakan untuk pengoperasian yang sederhana dan tidak terlalu otomatis. Mesin ini merupakan mesin pengepresan manual atau semi-otomatis di mana operator mengontrol pengumpanan bahan dan proses pengepresan secara manual. Mesin pres tandem sering digunakan untuk proses produksi yang lebih kecil, pembuatan prototipe, atau ketika fleksibilitas dalam proses manufaktur diperlukan.

- Pres Progresif

Mesin pres progresif dirancang untuk produksi komponen stempel dalam jumlah besar. Dalam mesin pres progresif, satu kumparan material diumpankan melalui serangkaian cetakan atau stasiun, dengan masing-masing stasiun melakukan operasi tertentu (misalnya, pemotongan, pembengkokan, atau pembentukan). Materi bergerak melalui stasiun secara berurutan, dan bagian akhir diproduksi dalam satu kali lintasan melalui mesin.

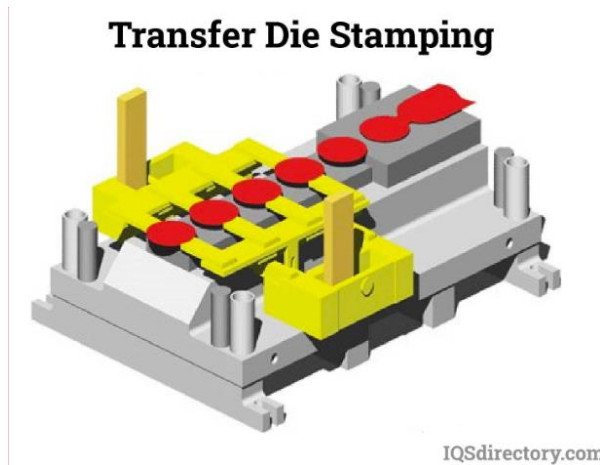


Gambar 3.5 Contoh Produk dari Line Mesin Progresif [7]

- Pres Transfer

Mesin pres transfer digunakan untuk operasi *stamping* logam yang kompleks dan presisi tinggi. Dalam mesin transfer pres, material diumpankan dari kumparan atau strip ke dalam serangkaian cetakan, strip bergerak secara berurutan melalui stasiun, setiap stasiun dilengkapi dengan mekanisme transfer

(misalnya, lengan robot atau transfer mekanis). Sistem transfer memindahkan material dari satu stasiun ke stasiun lainnya, memungkinkan pengoperasian yang rumit dan presisi tinggi. [7]



Gambar 3.6 Line Mesin Pres Tranfer [7]

Commented [dp7]: Posisikan setiap gambar pada "centred"

BAB 4

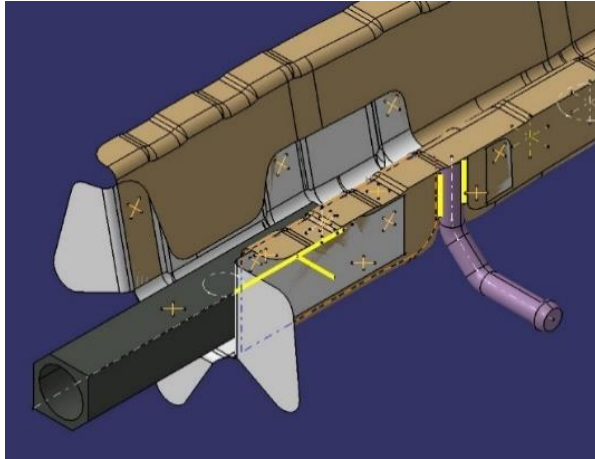
HASIL DAN STUDI KASUS

Proses Design

Proses desain diawali dengan divisi desain menerima *file* gambar teknik dari produk yang akan dibuat, gambar yang diterima merupakan gambar 3D *CATIAv5* dan 2D. Dari gambar 3D dan 2D ini proses desain menentukan apa saja yang harus diperhatikan dalam membuat *dies* tersebut. Hal tersebut dirangkum dalam *file Microsoft excel* yang dinamakan *file masterlist*. *Master list* adalah sebuah daftar mengenai properti suatu *dies*.

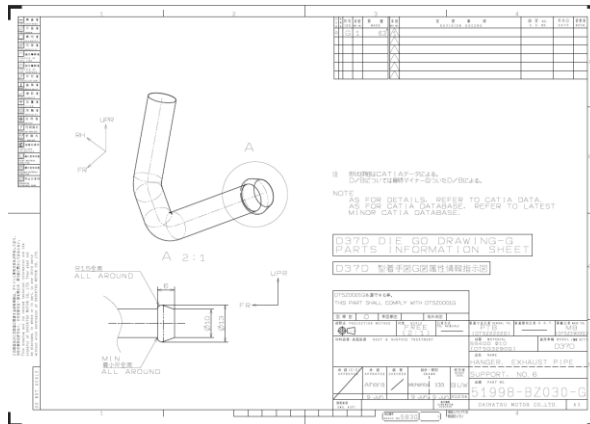
Gambar yang diterima tim desain adalah gambar 3D menggunakan *software* CATIA V5 serta gambar 2D yang merinci spesifikasi teknis produk tersebut. Langkah awal dalam proses desain adalah melakukan analisis mendalam terhadap kedua jenis gambar ini guna memastikan bahwa semua aspek yang relevan telah diperhatikan.

Dari gambar 3D, tim desain melakukan evaluasi terhadap geometri produk yang akan dihasilkan. Hal ini mencakup analisis terhadap dimensi, toleransi, dan komponen-komponen yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan *dies*. Selain itu, perlu memastikan bahwa semua fitur-fitur penting telah diidentifikasi dengan baik.



Gambar 4.1 3D Assembly Proyek D37

Dari gambar 2D, divisi desain memeriksa spesifikasi teknis yang lebih rinci, termasuk ukuran, toleransi, dan material yang digunakan. Proses ini memastikan bahwa semua persyaratan teknis telah diambil ke dalam perhitungan dalam perancangan *dies*.



Gambar 4.2 Gambar 2D Proyek D37 Exhaust Hanger

Selanjutnya, hasil dari analisis gambar 3D dan 2D tersebut dituliskan dalam *file master list*. *Master list* ini berfungsi sebagai daftar terperinci mengenai semua properti yang relevan untuk *dies* yang akan dibuat. Informasi dalam daftar induk meliputi dimensi, toleransi yang harus dipenuhi, bahan yang dibutuhkan, pekerjaan fabrikasi yang diperlukan, dan catatan lainnya.

Dengan menggunakan *master list*, tim desain memiliki tujuan yang jelas tentang apa yang perlu dipertimbangkan selama desain dan pembuatan cetakan. Hal ini memastikan bahwa produk yang dihasilkan akan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dan memenuhi standar kualitas yang tinggi. Proses ini merupakan langkah penting untuk memastikan keberhasilan produksi cetakan yang tepat dan efisien. Pembuatan *master list*, *master list* mencakup data properti suatu *dies* seperti:

- A. Menentukan proses apa saja yang perlu digunakan untuk membuat suatu part (benda kerja), Misalnya: Proses upsetting, proses *bending* dan sebagainya.
- B. Menentukan dimensi material yang diperlukan untuk sebuah *dies* agar dapat memproses benda kerja.
- C. Menentukan seberapa banyak gaya yang diperlukan untuk membentuk benda kerja menjadi produk jadi. Menentukan seberapa banyak gaya diperlukan rumus sebagai berikut:

$$P = d \times C \times \sigma \times sf \quad (4.1)$$

Dimana:

P = gaya (N)

d = Tebal benda kerja (mm)

C= keliling benda kerja (mm)

σ = kekuatan tarik material (Mpa)

Sf = Safety Factor (30%)

Untuk memastikan keamanan, perusahaan menetapkan kebijakan *safety factor* sebesar 30%,

Menggunakan persamaan (4.1) Pada Proyek D37 *exhaust hanger*

Di mana:

$$D = 10\text{mm}$$

$$C = \pi D$$

$$= 3.14 \times 10$$

$$= 31.4\text{mm}$$

$$\sigma = 400 \text{ Mpa [8]}$$

Dengan menyubstitusi nilai di atas dengan persamaan (4.1) diperoleh:

$$P = 10\text{mm} \times 31.4\text{mm} \times 400 \text{ Mpa} \times 30\%$$

$$P = 163280 \text{ N}$$

1. *Manufacturing Process Planning*

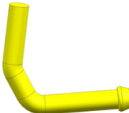
A. Menentukan tipe mesin pres yang digunakan

Pilihan mesin pres bergantung pada kebutuhan produksi spesifik, termasuk kompleksitas komponen, volume produksi yang diinginkan, dan tingkat otomatisasi yang diperlukan. *Dies* Proyek D37 *Exhaust Hanger* dirancang untuk menggunakan mesin pres tandem, karena dimensi benda kerjanya yang tidak terlalu besar dan hanya menggunakan 1 langkah proses saja.

B. Menentukan material yang diperlukan untuk membuat *insert dies*.

Pemilihan material *dies (insert)* harus mengacu ke standar internal perusahaan. Untuk material *insert dies upsetting* (proses pembentuk), benda kerja yang memiliki ketebalan lebih dari 1mm menggunakan *insert* dengan material SLD MAGIC. Sedangkan untuk benda kerja yang memiliki ketebalan kurang dari 1mm menggunakan *insert* dengan material HMD 5 atau FCD 55.

Proyek D37 *exhaust hanger* memiliki benda kerja dengan tebal 10mm, sehingga material *insert* yang akan digunakan adalah material SLD MAGIC.

LEVEL			PART NO	PART NAME	MINOR CHANGE	SKETCH
1	2	3				
5			51998-BZ030	HANGER, EXHAUST PIPE, NO. 6	G	

VOL/MONTH	MATERIAL							
	SPECIFICATION	t	W	L	QTY	R/M MASS	PART MASS	YIELD RATE
						(gr)	(gr)	(%)
1210	SS400 ø10	10.00	10	105	1	82.4	60	72.8%

SAIATSU MOTOR CO., LTD.		SAIATSU MOTOR CO., LTD.	
PTB		MB	
(0197222000)		(019722000)	
品名 MATERIAL	車名 MODEL (車型)		
SS400 ø10	D37D		
(0197222000)			
品名 NAME			
HANGER, EXHAUST PIPE			
SUPPORT, NO. 6			
品名 PART NO.			
51998-BZ030-G			
SAIATSU MOTOR CO., LTD.		A1	

Gambar 4.3 Master List Proyek D37 Exhaust Hanger

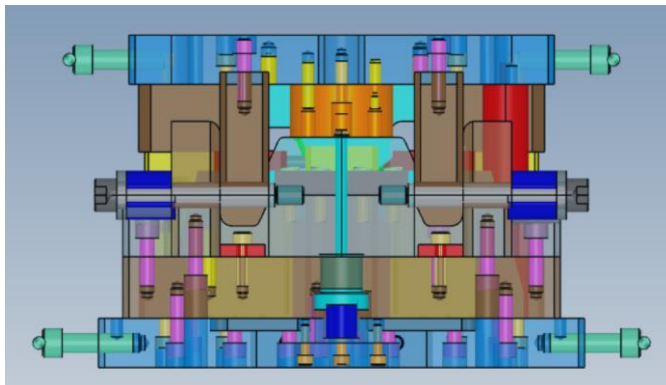
2. Computer Aided Engineering (CAE)

Proses ini digunakan untuk mensimulasikan, mengecek potensi masalah. Pada proses ini diperlukan *software* komputer yaitu *autoform*. Pada proses ini, *software* dapat memeriksa hal-hal seperti *formability*. Analisis

formability digunakan untuk mensimulasikan apakah material yang digunakan untuk membentuk benda kerja dapat terbentuk sesuai dengan gambar desain tanpa terjadi kerusakan-kerusakan seperti: *thinning*, *wrinkle* dan *spring back*.

3. Design

Merancang dan membuat gambar teknik dari *dies tool* yang dibuat dalam bentuk 2D dan 3D. Untuk penggambaran 2D menggunakan aplikasi AutoCAD dan untuk 3D menggunakan SiemenNX. Pada tahap ini, *property tool* seperti toleransi, *clearance*, akurasi ditentukan. Pada proses pembuatan *dies*, ada standar yang harus dipenuhi. Standar yang digunakan di Perusahaan Adyawinsa Stamping Industries adalah standar internal Perusahaan, yang dikembangkan dari standar *General Motors* dan *Toyota*. (Lampiran 1)

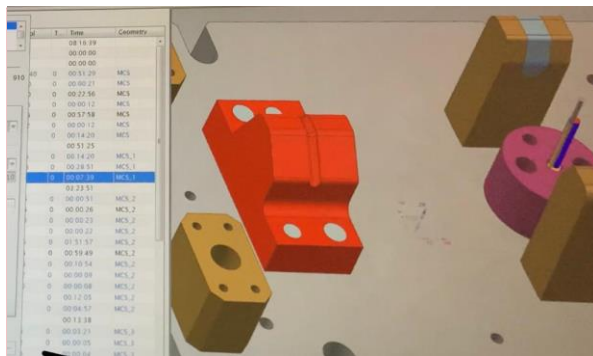


Gambar 4.4 Keseluruhan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger

4.2 Go Manufacturing

Go manufacturing adalah proses pembuatan *dies* (*machining*). Proses pembuatan *insert dies* selanjutnya dimulai dengan divisi *machining* menerima gambar 3D dari divisi *design*. Dari gambar *insert* 3D ini dibuat *program CNC* (*g-code*). Berbagai parameter harus ditentukan dengan baik, mencakup pengaturan

kecepatan *spindle* mesin CNC yang optimal, pemilihan pahat yang paling sesuai untuk material dan desain *insert dies*, serta pengaturan alat pemotong yang diperlukan. Semua parameter ini harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa proses permesinan akan berjalan efisien dan menghasilkan produk akhir yang akurat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.



Commented [dp9]: Gambar ini sudah di adjust sehingga lebarnya berukuran 4 inci

Gambar 4.5 Proses Pembuatan G-Code Insert Dies Proyek D37 Exhaust Hanger

Setelah proses CAM selesai dan program *g-code* berhasil dibuat, langkah selanjutnya adalah mengirimkan program ini ke mesin CNC *milling* yang akan melakukan pemotongan dan permesinan *insert dies*. Mesin CNC *milling* akan membaca instruksi-intruksi dalam *file g-code* untuk menggerakkan alat pemotong secara presisi, mengontrol kecepatan *spindle*, dan melakukan semua operasi yang diperlukan untuk menciptakan *insert dies* yang sesuai dengan desain yang telah disetujui.



Gambar 4.6 Proses CNC Insert Dies Proyek D37 Exhaust Hanger

Setelah selesai proses *machining* pada part *insert*, langkah berikutnya adalah melakukan proses *assembly* dengan komponen-komponen lainnya untuk membentuk *dies* secara keseluruhan. Proses ini memerlukan tingkat presisi yang tinggi, karena *upper dies* dan *lower dies* harus bertemu dengan pas agar *dies* dapat bekerja dengan baik.

Commented [dp10]: Gambar ini memiliki lebar 4 inci

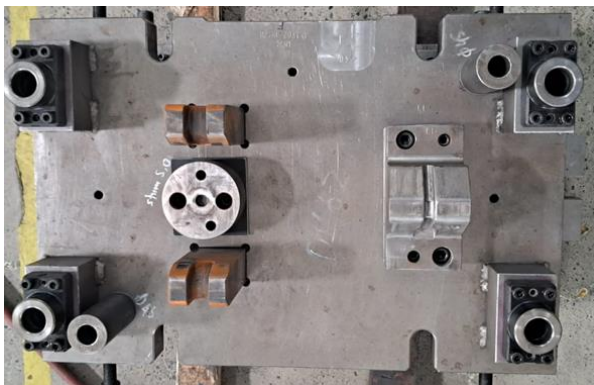


Gambar 4.7 Contoh Standard Part Untuk Pembuatan Dies

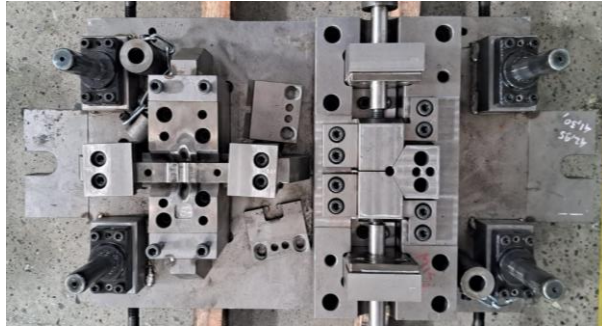
Jika terdapat pergeseran antar *upper dies* dan *lower dies* akan terjadi permasalahan seperti, *insert dies* yang akan cepat haus dan hasil benda kerja yang tidak sesuai. Pada tahap ini, semua bagian yang telah diproduksi akan dirakit untuk menciptakan kesatuan yang merupakan wujud dari *dies* yang lengkap.



Gambar 4.8 Proses Pemasangan Insert Upsetting Pada Upper Dies



Gambar 4.9 Upper Dies Proyek D37 Exhaust Hanger



Gambar 4.10 Lower Dies Proyek D37 Exhaust Hanger



Gambar 4.11 Keseluruhan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger

Setelah *dies* dalam bentuknya yang final terbentuk, langkah berikutnya adalah melanjutkan ke proses pengetesan (*trial*). Pengetesan ini menjadi tahap penting dalam memastikan bahwa hasil dari benda kerja yang dicetak oleh *dies* sudah memenuhi spesifikasi yang diminta oleh pelanggan.



Gambar 4.12 Proses Pengetesan Dies Proyek D37 Exhaust Hanger

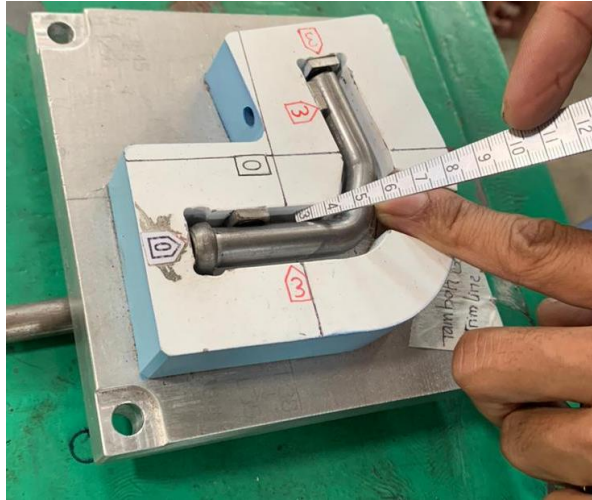
Proses pengetesan ini dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang disebut sebagai *checking fixture*, yang dirancang untuk memeriksa toleransi geometri dengan presisi tinggi. Benda kerja yang diperiksa harus dapat memenuhi batasan toleransi sebesar $\pm 0.3\text{mm}$. Selain itu, uji visual juga menjadi bagian yang penting dalam proses ini, setiap benda kerja hasil pengetesan diperiksa dengan teliti untuk memastikan bahwa tidak ada goresan (*scratches*) atau cacat (*dents*) yang terlihat pada permukaan benda kerja.



Gambar 4.13 Proyek D37 exhaust hanger, benda kerja sebelum proses (kiri), hasil proses upsetting(Tengah), hasil proses bending (kanan)



Gambar 4.14 pemeriksaan produk proyek D37 exhaust hanger



Gambar 4.15 pemeriksaan produk proyek D37 exhaust hanger

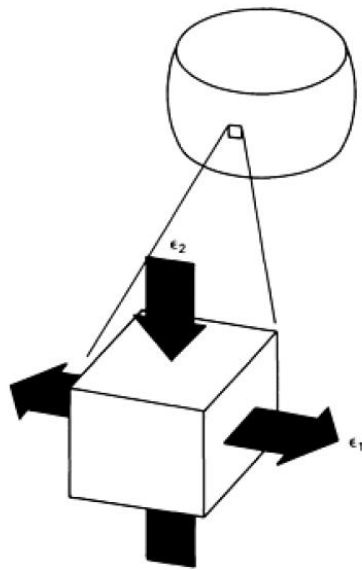
Hasil dari pengetesan ini adalah penentu kritis dalam memastikan kualitas produk *dies*. Jika hasil dari benda kerja yang dihasilkan oleh *dies* memenuhi semua standar dan toleransi yang telah ditetapkan, maka *dies* dianggap berhasil dan siap untuk digunakan dalam proses produksi selanjutnya. Sebaliknya, jika ada ketidaksesuaian atau masalah yang terdeteksi selama pengetesan, proses selanjutnya adalah segera perbaikan agar *dies* memenuhi harapan pelanggan dan standar kualitas yang telah ditetapkan.

4.3 Permasalahan

Hasil pertama dari *trial proyek* tidak lolos *checking fixtures* atau standar toleransi yang diberikan oleh perusahaan pelanggan. Bagian yang terproses *upsetting* melebihi ukuran yang dikehendaki yaitu sebesar 6mm dengan toleransi $\pm 0.3\text{mm}$. Namun, dimensi yang diperoleh setelah proses *upsetting* yaitu sebesar

7,5mm seperti pada Gambar 4.17. Hal ini terjadi karena terjadinya kelebihan panjang material benda kerja yang digunakan pada saat proses *trial*.

Volume bagian yang akan dilakukan proses *upsetting* harus memiliki volume yang sama sebelum dan sesudah proses *upsetting*. Hal ini dikarenakan sifat dari material logam yang tidak dapat dikompresi.



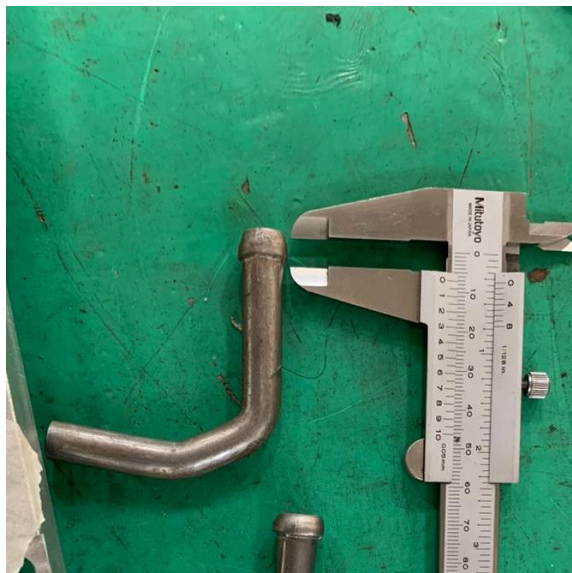
Gambar 4.16 Regangan Lokal pada Permukaan dari Specimen yang terkompresi [10]

Jika volume material sebelum dilakukan proses *upsetting* kurang dari seharusnya, maka hasil proses akan tidak sesuai dengan cetakan (*dies*). Sama halnya jika kelebihan volume, namun jika volume material sebelum mengalami proses melebihi volume seharusnya, maka ada potensi kerusakan pada *dies*. Misalnya, *insert dies* terdeformasi, atau contoh yang terjadi di lapangan, yaitu *cam holder* tidak dapat menahan tekanan dari material benda kerja, sehingga terdefleksi.

Commented [dp11]: Font judul ini berbeda.

So. Mohon seluruh Font pada judul gambar disamakan dengan templat laporan kp!

Hasil dari kelebihan material ini menyebabkan hasil memiliki diameter yang berlebih, dan geometri yang tidak diinginkan.



Gambar 4.17 Pengukuran Hasil Proses Upsetting Menggunakan Jangka Sorong

Untuk mengoptimalkan volume agar hasil *upsetting* sesuai, terdapat persamaan untuk menentukan volume benda yang dibutuhkan, yaitu:

Volume Constancy:

$$V_{in}=V_{out} \quad (4.2)$$

$$\text{Atau}$$

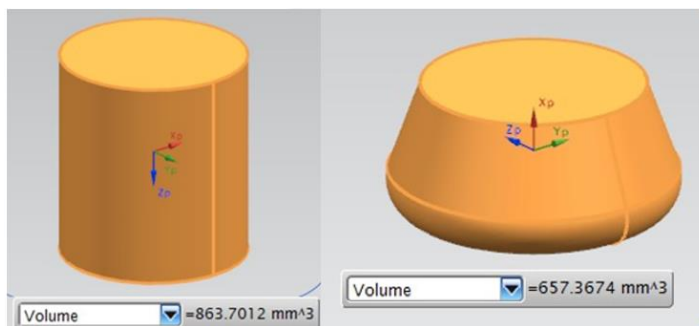
$$A_{in} T_{in} = A_{out} t_{out} \quad (4.3)$$

Di mana:

V_{in} = volume original dari benda kerja

V_{out} = Volume benda kerja pada saat proses deformasi

Dari persamaan diatas, bisa disimpulkan bahwa, kita harus menentukan panjang volume benda kerja dengan cara menghitung volume bagian yang akan di *upsetting* (V_{in}) dan setelah diproses *upsetting* (V_{out}). Hasil dari kedua perhitungan ini harus memiliki nilai yang sama. Agar kedua volume tersebut sama, parameter yang harus diubah adalah pada bagian yang sebelum diproses, (karena setelah proses merupakan *requirement* sehingga parameter tersebut sudah mutlak). Untuk parameter yang sebelum diproses *upsetting*, kita dapat mengubah diameter benda kerja (D) atau ketinggian benda kerja (h).



Gambar 4.18 Data CAD Volume Benda Kerja Sebelum dan Sesudah Proses Upsetting

Dari *Gambar 4.18* diperoleh:

- Volume benda kerja sebelum proses (V_{in}) = 863.7012 mm³

- Volume benda kerja seharusnya (V_{out}) = 657.3674 mm³
- Selisih volume antara sebelum dan sesudah proses ($V_{in} - V_{out}$) = 206.3338 mm³
- Terdapat volume berlebih pada desain 3D sebanyak 206.3338 mm³

Mencari tinggi benda kerja sebelum proses (t) agar sesuai dengan volume setelah proses:

- $V_{out} = 657.3674 \text{ mm}^3$

Substitusi ke-persamaan (4.2), diperoleh:

$$V_{out} = \frac{\pi}{4} D^2 t \quad (4.4)$$

Di mana:

- V = Volume sesudah proses
- D = diameter (10mm)
- t = tinggi (dicari)

$$657.3674 \text{ mm}^3 = \frac{\pi}{4} \times 10^2 \times t$$

$$t = 8.37028 \text{ mm}$$

Tinggi seharusnya (t) = 8.37028 mm $\approx$ 8.4 mm. Yang tercantum pada desain adalah 11mm, perbedaan yang sangat signifikan. Dari perhitungan-perhitungan di atas, panjang kerja pada bagian yang diproses *upsetting* ditetapkan yaitu 8.4mm. Selanjutnya pengetesan akan diulangi dengan panjang *upsetting* benda kerja 8.4mm.



Gambar 4.19 Pemeriksaan Produk Proyek D37 Exhaust Hanger Setelah Perbaikan

Setelah melalui tahap tersebut, pelanggan perusahaan melakukan pemeriksaan dan penilaian terhadap hasil uji coba produk. Aspek-aspek penilaian mencakup toleransi geometri dan deteksi kerusakan seperti goresan, *blurry*, dan penyok (*dents*). Pada tahap ini, pelanggan menerima bahwa toleransi geometri produk telah memenuhi standar yang ditetapkan. Namun, karena ditemukan goresan pada permukaan, perlu dilakukan peningkatan kualitas *insert dies* dengan proses *polishing*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada laporan kerja praktik ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *dies* proyek D37 *exhaust hanger* mengharuskan ketelitian yang tinggi dalam proses pendesainan maupun dalam proses pembuatan, sehingga benda kerja yang dihasilkan dapat diterima oleh pelanggan perusahaan dengan baik.
2. Proses pendesainan *dies* harus memerhatikan aspek-aspek meliputi dimensi benda kerja, kekuatan tarik material benda kerja, tonase mesin pres, pemilihan material *dies*, akurasi, dan ketelitian produk. Memahami dan mempertimbangkan semua aspek ini sangat penting untuk mencapai kesuksesan dalam pembuatan *dies* yang efisien, aman, dan dapat diandalkan dalam memproduksi benda kerja sesuai spesifikasi yang diinginkan.
3. Pemilihan mesin pres bergantung pada kebutuhan produksi spesifik, termasuk kompleksitas komponen, volume produksi yang diinginkan, dan tingkat otomatisasi yang diperlukan. Setiap jenis mesin pres memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, dan produsen memilih salah satu yang paling sesuai dengan kebutuhannya.
4. Terdapat permasalahan yang terjadi pada proses pembuatan *dies* proyek D37 *exhaust hanger* yaitu perbedaan nilai panjang pada material benda kerja antara gambar 3D, *masterlist* dan aktual.

5.2 Saran

Setelah penulis mengikuti kegiatan magang ini selama kurang lebih 1 bulan maka penulis memiliki beberapa saran yang dapat diberikan kepada perusahaan PT. Adyawinsa Stamping Industries:

1. Untuk selalu mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam pekerjaan apa pun sesuai dengan prosedur operasional perusahaan dan memastikan setiap tenaga kerja yang bekerja dalam kondisi sehat serta menggunakan alat pelindung diri yang lengkap.
2. Agar lebih efisien sebaiknya selalu dilakukan *quality control* pada setiap sub divisi, sehingga produk yang kurang baik (*not good*) dapat diketahui sedari awal.
3. Tenaga kerja diharapkan untuk selalu memperhatikan dan menjaga kebersihan lingkungan kerja, baik sebelum maupun sesudah melakukan pekerjaan, demi menjaga kondisi tempat kerja yang bersih dan sehat
4. Perusahaan diharapkan dapat meningkatkan fasilitas yang lebih ergonomis guna memberikan dukungan optimal bagi kesejahteraan dan produktivitas para tenaga kerja, seiring dengan perkembangan kebutuhan pekerjaan saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cortina, Magdalena, Jon Arrizubieta, Amaia Calleja, Eneko Ukar, and Amaia Alberdi. "Case Study to Illustrate the Potential of Conformal Cooling Channels for Hot Stamping Dies Manufactured Using Hybrid Process of Laser Metal Deposition (LMD) and Milling." *Metals* 8, no. 2 (2018): 102. <https://doi.org/10.3390/met8020102>.
- [2] Groover, Mikell P. *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems*. 7th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2020. Pages 372-381, 383, 406
- [3] Metal stamping and die design: The definitive guide | machinemfg. Accessed November 6, 2023. <https://www.machinemfg.com/metal-stamping-and-die-design/>.
- [4] PT Adyawinsa Stamping Industries. Accessed November 5, 2023. <https://stampingadyawinsa.com/>.
- [5] Suchy, I. *Handbook of Die Design*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill. 2006 Pages 95-97
- [6] Callister, W.D. (2019) *Materials science and engineering*. 10th edn. New York: Wiley. Pages 200.
- [7] Search, Industrial Quick. "Die Stamping." What is it? Process, Steps, Progressive vs. Transfer. Accessed November 21, 2023. <https://www.iqsdirectory.com/articles/metal-stamping/die-stamping.html>.
- [8] Rolled steels for general structure, JIS G 3101-1995
- [9] Fasteners and locators, Die design standards, General Motors 41.10.00-2008
- [10] Irfan, Osama. (2015). INFLUENCE OF SPECIMEN GEOMETRY AND LUBRICATION CONDITIONS ON THE COMPRESSION BEHAVIOR OF AA6066 ALUMINUM ALLOY. *International Journal of Mechanical Engineering (IJME)*. 5, Issue, Dec –Jan 2015, 14-24.

Commented [dp12]: Mohon penulisan daftar pustaka di rapikan lagi sehingga sesuai templat laporan kp

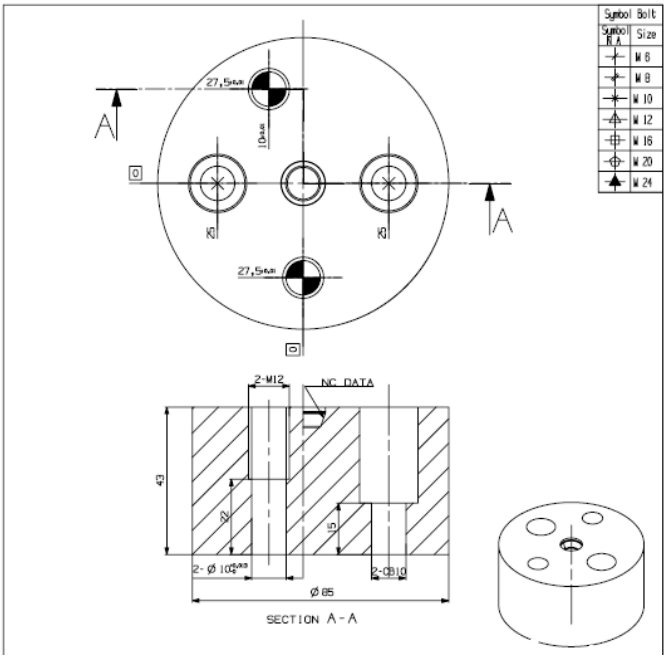
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

GENERAL MOTORS DIE DESIGN STANDARDS		No. 41.25.15		Page 01 of 02
FASTENERS AND LOCATORS		Valid for INSERTS		Link to
Sub-title DIE DESIGN REQUIREMENTS - FASTENER LOCATION AND ERROR PROOFING				
WHEN POSSIBLE KEEP ALL HOLES AT LEAST COUNTERBORE SCREW HEAD $\frac{\phi}{2}$ + 3 MINIMUM AND AS FAR FROM FORM AND WORK OR HOLDING AS POSSIBLE. COUNTERBORE SCREW HEAD $\frac{\phi}{2}$ + 3 MINIMUM COUNTERBORE SCREW HEAD $\frac{\phi}{2}$ + 3 MINIMUM ERROR PROOFING INSERTS • DO NOT USE SYMMETRICAL SCREW PATTERNS GOOD NOT ACCEPTABLE GOOD NOT ACCEPTABLE GOOD				
Implementation Timing:		File Path: gbl2edr9\41fast\41_25_15p1.cvx		04 FEB 08

Lampiran 1 Standar dies General Motors [9]

LAMPIRAN 2



Lampiran 2 2D insert dies proyek D37 exhaust hanger