

PROSEDUR PEMBUATAN **KNALPOT RACING**

PURBALINGGA



Oleh :

Kriswanto, S.Pd., M.T.
Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.
Arimaz Hangga, S.T., M.T.
Bayu Wiratama, S.E., M.M.
Mohamad Ali Imron

PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT RACING

PURBALINGGA



Oleh :

Kriswanto, S.Pd., M.T.
Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.
Arimaz Hangga, S.T., M.T.
Bayu Wiratama, S.E., M.M.
Mohamad Ali Imron

PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT RACING PURBALINGGA

PENULIS	: KRISWANTO, S.Pd., M.T. AHMAD ROZIQIN, S.Pd., M.Pd. ARIMAZ HANGGA, S.T., M.T. BAYU WIRATAMA, S.E., M.M. MOHAMAD ALI IMRON
EDITOR	: ADE IQBAL SYAHID TRI KUSUMA WIJAYA AL MUHYI IVAN AKBAR FANNESA
LAYOUTER	: ZARO ISRIDHO ZIDNA BARKAN
DESAIN COVER	: MOHAMAD DZIKRI KHOTIB
PENERBIT	: LPPM Universitas Negeri Semarang

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 Ayat (1) Huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp.100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 Ayat (1) Huruf c, Huruf d, Huruf f, dan/atau Huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 Ayat (1) Huruf a, Huruf b, Huruf e, dan/atau Huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah)

**PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT RACING
PURBALINGGA**

KRISWANTO, S.Pd., M.T.
AHMAD ROZIQIN, S.Pd., M.Pd.
ARIMAZ HANGGA, S.T., M.T.
BAYU WIRATAMA, S.E., M.M.
MOHAMAD ALI IMRON



PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT RACING PURBALINGGA

Penulis : Kriswanto, S.Pd., M.T.
Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.
Arimaz Hangga, S.T., M.T.
Bayu Wiratama, S.E., M.M.
Mohamad Ali Imron

Editor : Ade Iqbal
Syahid Tri Kusuma Wijaya Al Muhyi
Ivan Akbar Fannesa

Tata Letak : Zaro Isridho Zidna Barkan

Desain Cover : Mohamad Dzikri Khotib

Diterbitkan Oleh:
LPPM Universitas Negeri Semarang

ISBN:

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang diberikan kepada tim penulis sehingga buku “*Prosedur Pembuatan Knalpot Racing Purbalingga*” ini dapat terselesaikan.

Maksud dan tujuan buku *Prosedur Pembuatan Knalpot Racing Purbalingga* adalah sebuah buku ajar pembelajaran yang membahas tentang cara pembuatan knalpot racing secara sistematis sesuai prosedur.

Buku ini membahas tentang tutorial pembuatan knalpot racing meliputi *proses stamping, tig welding stainless steel, pemotongan shearing, bending pipe, rolling pipe, polishing*, dan prosedur pembuatan knalpot. Selain itu, agar pembaca juga lebih paham dan cepat mamahami prosedur pembuatan knalpot racing.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga buku ini dapat dibuat. Tim penulis menyadari bahwa penulisan buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, tim penulis mohon maaf karena tim penulis juga masih tahap belajar yang masih haus akan ilmu pengetahuan. Semoga dengan buku ini dapat menunjang ilmu dalam membantu pembaca untuk memahami langkah pembuatan knalpot racing.

Semarang, 21 September 2022

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1. PROSES STAMPING	1
A. Pengertian Proses Stamping	1
B. Jenis-Jenis Proses Stamping	2
1. Proses cutting	2
2. Proses forming	3
3. Proses Compression (penekanan)	4
C. Tahapan-Tahapan Proses Stamping	5
1. Pemotongan Bahan Baku	5
2. Pemanasan	6
3. Penekanan (Stamping)	6
4. Pendinginan.....	6
5. Trimming	6
D. Hal-Hal yang Harus Diperhatikan dalam Proses Stamping.....	7
E. Jenis-Jenis Cacat pada Proses Stamping.....	8
1. Retak	8
2. Kurang penuh (KP)	8
3. Bintik (Su)	9
BAB 2. TIG WELDING STAINLESS STEEL.....	10

A.	Pengertian Welding	10
B.	Welding Stainless Steel	11
C.	Proses Pengelasan (welding) Pada Stainless Steel	13
	1. Persiapan Material	13
	2. Pengelasan.....	13
D.	Jenis-Jenis Pengelasan	14
	1. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)	14
	2. Friction Stir Welding.....	18
	3. Shielded Metal Arc Welding.....	19
	4. Metal Inert Gas (MIG).....	20
E.	Bagian-Bagian TIG Welding	21
	1. Elektroda tungsten	21
	2. Bahan tambahan las (filler rod).....	22
	3. Gas pelindung las TIG	22
	Perangkat yang Digunakan pada Las TIG	22
F.	Parameter Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG)	22
	1. Arus pengelasan.....	23
	2. Tegangan pengelasan	23
	3. Kecepatan saat pengelasan (travel speed).....	24
	4. Pemilihan elektroda	24
G.	Sifat-Sifat Mekanik Bahan Las	24
	1. Kekuatan	24
	2. Kekerasan permukaan.....	24

3.	Kekuatan tarik.....	25
4.	Keuletan	25
5.	Batas luluh	25
BAB3. PEMOTONGAN SHEARING.....		26
B.	Prinsip Kerja Shearing Machine	26
C.	Proses Shearing Dibagi Menjadi 2 Kelompok Besar 27	
D.	Penggolongan Mesin Shears	28
BAB 4. BENDING PIPE.....		30
A.	Pengertian Bending Pipe (pembengkokan pipa) ..	30
B.	Teknik Pembengkokan Pipa	30
C.	Jenis-Jenis Metode Pembengkokan Pipa	31
1.	Metode ram (ram style bending)	31
2.	Metode rotary (rotary draw bending)	31
3.	Metode roll (roll bending)	32
4.	Metode compression bending	32
D.	Uji Kekerasan.....	32
BAB 5. ROLLING PIPE.....		34
A.	Pengertian Mesin Roll	34
1.	Flat Rolling.....	34
2.	Rolling Milling	34
3.	Ring Rolling.....	35
B.	Perencanaan Roll.....	35

BAB 6. POLISHING	36
BAB 7 PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT.....	38
A. Prosedur Pembuatan Header Knalpot	38
1. Cutting.....	38
2. Blocking (pembersihan sisa potongan)	39
3. Persiapan Flange	39
4. Bending	40
5. Trimming	41
6. Pemasangan Stopper.....	42
7. Forming Header	43
8. Welding	45
9. Polishing	46
10. Pemasangan Dudukan Per	47
11. Pengecatan	48
B. Prosedur Pembuatan Silencer.....	49
1. Pemotongan	49
2. Pembentukan.....	50
3. Pembuatan tutup	50
4. Welding	51
5. Polishing	53
6. Penyetelan saringan dan glasswool.....	53
7. Pemasangan dudukan per	55
8. Pengeboran	56

DAFTAR PUSTAKA	57
GLOSARIUM.....	60

BAB 1

PROSES STAMPING

A. Pengertian Proses Stamping

Proses *stamping* atau biasa disebut juga sebagai proses pengepresan yang menggunakan teknik tumbukan dengan penekanan atau penumbukan suatu material menjadi bentuk yang diinginkan menggunakan alat pendukung pencetakan yang terpasang pada mesin. Sementara itu, proses *stamping* secara khusus memiliki definisi sebagai proses penempaan dengan cara membentuk bahan baku logam yang dipanaskan dengan suhu yang tinggi kemudian ditekan dengan memberikan gaya tekan dan laju pembebanan tertentu sehingga produk setengah jadi dihasilkan.



Gambar 1.1

Pada proses tempaan ini, suhu dan volume material harus memadai untuk dapat mengisi seluruh rongga cetakan dengan baik. Penentuan volume benda kerja relatif sulit, sehingga volume harus menggunakan ukuran yang lebih besar. Kelebihan volume ini berfungsi untuk mengalirkan aliran material secara lateral yang melebar ke arah luar rongga *mold* dan sehingga membentuk pita logam yang tipis atau bisa juga disebut sebagai sirip.

Untuk menghindari sirip yang berlebihan, pada *mold* harus dibuat sebuah rongga penampung.

B. Jenis-Jenis Proses Stamping

1. Proses cutting

Proses ini akan melakukan pemotongan terhadap material sesuai dengan ukuran yang sudah direncanakan. Proses pemotongan ada beberapa jenis, yaitu :

a) *Blanking*

Proses pemotongan jenis ini akan memotong sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan sebelumnya yang bertujuan untuk mendapatkan hasil potongan yang *blank* dan sisa potongan yang akan dibuang sebagai sampah atau bisa disebut sebagai *scrap*.

b) *Cutting*

Proses pemotongan pada material yang masih berbentuk lembaran (*blank material*). *Cutting* adalah proses pemotongan pada beberapa bagian part dan sisa dari potongan part disebut sebagai *scrap*.

c) *Trimming*

Proses pemotongan pada bagian pinggir suatu part. Proses ini merupakan proses lanjutan dari proses sebelumnya seperti *draw*, *stamp*, dan sebagainya.

d) *Notching*

Proses pemotongan yang dilakukan pada bagian samping suatu *part*, biasanya pada

progressive dies. Dengan melakukan proses tersebut, *part* secara tidak langsung akan terbentuk meskipun *part* tersebut masih menempel pada *scrap* skeleton.

e) *Parting* atau *Separating*

Proses pemisahan suatu part menjadi beberapa bagian dari *sheet metal strip* sehingga *part* yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan dan pada proses *separating* terdapat *scrap* yang tidak terpakai.

2. Proses forming

Forming adalah istilah yang sering dipakai pada saat proses pembentukan *sheet metal* untuk mendapatkan hasil *contour* yang sudah ditentukan. Pada proses ini tidak ada penghilangan atau pengurangan pada material.

a) *Bending*

Bending adalah proses dimana plat mengalami penekukan dan hasil dari penekukan ini berbentuk garis yang sesuai dengan bentuk sudut yang diinginkan.

b) *Flanging*

Flanging adalah sama seperti proses bending namun perbedaannya terletak pada garis dimana garis pada proses *bending* mengikuti bentuk suatu part atau garis yang dihasilkan tidak lurus. Proses ini bertujuan untuk memperkuat bagian sisi dari produk.

c) *Forming*

Forming adalah deformasi dari *sheet metal* yang merupakan kolaborasi dari proses *bending* dan *flanging*. Pada proses *forming* menghasilkan bentuk produk yang sangat kompleks dengan tekukan-tekukan serta *contour part* yang rumit.

d) *Drawing*

Drawing adalah proses *forming* yang cukup dalam sehingga pada saat proses pembentukan memerlukan sebuah *blank holder* atau *stripper* dan *air cushion / spring* untuk mengontrol aliran dari material. Pada bentuk yang tidak diinginkan diperlukan *bead* agar menyeimbangkan aliran material. *Steel sheet* khusus proses *drawing* yang menggunakan mesin press hidrolik dibutuhkan untuk menghasilkan produk yang lebih baik.

e) *Deep Drawing*

Deep drawing adalah proses *drawing* yang dalam sehingga untuk mendapatkan bentuk dan ukuran produk akhir dibutuhkan proses *drawing* berkali-kali. *Blank holder / stripper* mutlak diperlukan dan diproses melalui mesin press hidrolik dengan menggunakan *sheet metal* khusus untuk *deep drawing*.

3. Proses Compression (penekanan)

Proses dalam operasi *forming* dimana *sheet metal* diberi tekanan yang kuat untuk menciptakan tegangan kompresi yang kuat pada plat untuk

menghasilkan deformasi plastis. Jenis-jenis proses penekanan ini adalah :

a) *Heading*

Heading adalah proses pembentukan kepala dari part, biasanya pada material *steel bar*. Proses pembentukannya dengan *cold forging* atau proses *hot forging* dimana pada ujung *part* diproses melalui *pressing dies* untuk pembentukan kepala.

b) *Sizing*

Sizing adalah dimana material plat diberikan tekanan tinggi yang menyebabkan material mengalir, proses *sizing* bertujuan untuk memperbesar *part* / benda kerja.

c) *Mesin Press Brake*

Mesin *press brake* diatur untuk membentuk lekukan dan *shape logam*, yang dapat menangani lembaran lebar dan dapat menampung beberapa *dies*. Mesin ini berfokus untuk memanjangkan dan membengkok lurus. Mesin *press brake* biasa digunakan untuk pekerjaan *corrugating*, *seaming*, *notching*, *embossing*, *wiring*, atau *curling* dan membentuk silinder taper tabung.

C. Tahapan-Tahapan Proses Stamping

1. Pemotongan Bahan Baku

Pemotongan bahan baku dilakukan dengan mengikuti ukuran yang sudah ditentukan sebelumnya. Bahan baku yang digunakan adalah batangan kuningan (*brass bar*).

2. Pemanasan

Setelah batang dipotong sesuai ukuran, batang akan dimasukkan ke dalam tungku dengan suhu rata-rata 750°C pada jangka waktu tertentu. Dalam proses pemanasan, batang akan melunak.

3. Penekanan (Stamping)

Logam yang sudah lunak dimasukkan ke dalam cetakan khusus, kemudian akan ditekan menggunakan mesin *Melcopress*.

4. Pendinginan

Setelah bahan baku itu ditekan, kemudian dikeluarkan dari cetakannya dan langkah selanjutnya adalah pendinginan dengan mencelupkan logam kuningan tersebut ke dalam air dengan suhu rendah.

5. Trimming

Trimming merupakan proses pemotongan bagian-bagian dari batang kuningan yang tidak diperlukan dan diakhiri dengan proses *finishing*.

D. Hal-Hal yang Harus Diperhatikan dalam Proses Stamping

- 1) Jika dies atau cetakan terlalu besar, mesin yang dipakai tonase kurang, tidak memadai, tidak memikirkan faktor keamanan, maka hal tersebut akan menyebabkan mesin cepat rusak, terutama pada bagian *bearing* dan poros engkol, demikian juga motor bisa terbakar akibat *overload*.
- 2) Jika *stroke setting* terlalu tinggi, produk yang dihasilkan tidak bagus *reject*.
- 3) Jika *stroke* terlalu rendah akan menyebabkan *upperdie* dan *lowerdie* tabrakan, cetakan bisa pecah.
- 4) Jika *upperdie* dan *lowerdie* tidak *center* akibat *slider stroke* sudah aus, maka produk yang dihasilkan tidak bagus *reject*.
- 5) Jika *guide post* dan *guide bush* sudah aus atau tidak *center*, produk yang dihasilkan tidak bagus.
- 6) Jika *clearance* pada *blanking* antara *upperdie* dan *lowerdie* terlalu kecil bisa menyebabkan *die* pada saat stamping tidak membuka atau bisa juga *die* cepat aus. Akan tetapi, jika *clearance*-nya terlalu besar, hal tersebut akan menimbulkan bari.
- 7) Jika *hardening die* terlalu keras, die gampang pecah. Namun, jika *hardening die* terlalu lunak, *die* gampang aus.
- 8) Jika pemilihan material *die* tidak bagus, *die* cepat rusak.

- 9) Jika toleransi ketebalan material yang ditekan tidak stabil akan menyebabkan *die* cepat rusak dan produk tidak bagus.
- 10) Jika *bearing* mesin sudah aus, terutama pada bagian yang berhubungan dengan *stroke*, *die* bisa cepat rusak atau produk tidak bagus.
- 11) Jika yang mendesain *die* kurang ahli, maka *die* akan memiliki probabilitas rusak yang lebih tinggi.
- 12) Jika komponen-komponen *die* berasal dari kualitas rendah, *die* akan cepat rusak dan produk tidak bagus.

E. Jenis-Jenis Cacat pada Proses Stamping

1. Retak

Retak adalah dimana jenis cacat ini terdapat goresan garis kecil pada produk. Jenis cacat ini sulit dikenali pada saat proses stamping dikarenakan permukaan pada produk masih terdapat bagian yang kasar.

2. Kurang penuh (KP)

Kurang penuh (KP) adalah jenis cacat ini biasanya terjadi pada saat proses stamping sedang berlangsung. Cacat kurang penuh adalah dimana bagian pada produk terdapat bagian yang hilang atau terbentuk secara tidak sempurna.

3. Bintik (Su)

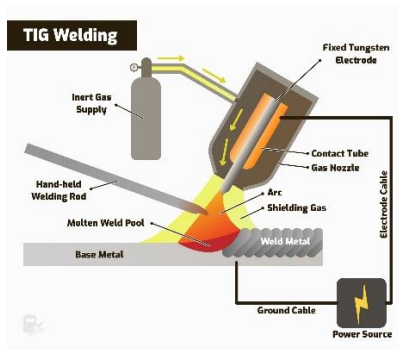
Bintik atau Su adalah dimana jenis cacat ini terjadi pada bagian *body part* yang terdapat bintik kecil berwarna hitam.

BAB 2

TIG WELDING STAINLESS STEEL

A. Pengertian Welding

Pengelasan atau *welding* dapat diartikan sebagai proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanasinya pada suhu yang tepat.



Gambar 2.1

Pengelasan adalah cara penyambungan material yang pada umumnya digunakan di bidang konstruksi ataupun aplikasi di industri. Parameter pengelasan akan mempengaruhi sifat mekanik yang dihasilkan material setelah disambungkan. Oleh karena itu, parameter tersebut perlu diperhatikan.

Karakterisasi sifat-sifat mekanik tersebut bisa diperoleh dengan melakukan uji tarik dan pengamatan mikro sehingga didapatkan daerah yang mengalami perubahan setelah dilakukan pengelasan.

B. Welding Stainless Steel

Material austenetic stainless steel merupakan salah satu jenis stainless steel yang tahan terhadap korosi yang sering digunakan oleh industri. Sifat anti korosi akan menguntungkan karena waktu penggunaan akan lebih panjang. Selain itu, biaya operasionalnya juga relatif murah.



Gambar 2.2

Di industri itu sendiri, *stainless steel* sering digunakan sebagai material konstruksi dan biasanya akan disambungkan dengan cara pengelasan dengan bentuk dan ukuran yang sudah disesuaikan sebelumnya.

Sifat mekanik dan performa utilitas dari peralatan dipengaruhi oleh pengelasan. Besarnya tegangan sisa akibat pemanasan proses pengelasan tersebut dapat menurunkan kekuatan material yang sudah dibuat sehingga peralatan yang sudah jadi akan rentan mengalami keretakan.

Penggunaan *stainless steel* dalam industri dengan proses pengelasan untuk menyatukan dua bagian logam akan menimbulkan terjadinya perubahan struktur metalurgi maupun tegangan termalnya. Salah satu masalah yang bisa terjadi pada hasil proses pengelasan stainless steel adalah permukaan hasil yang kasar dan getas. Selain itu, panas yang digunakan juga akan

mempengaruhi struktur mikro dan pertumbuhan ukuran butir.

Panas pada proses pengelasan stainless steel akan menimbulkan efek pada daerah yang terkena panas yang biasa disebut sebagai *Heat Affected Zone* (HAZ). Proses yang terjadi pada HAZ yaitu pemanasan hingga pendinginan yang secara fisik akan mempengaruhi kekuatan logamnya. Maka dari itu, pengatur heat input juga harus diperhatikan.

Selain panas, kuat arus juga dapat mempengaruhi kekuatan logam. Kumar dan Shahi pernah melakukan penelitian terhadap kekuatan logam setelah dilakukan pengelasan dengan kuat arus sebagai variabelnya. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat arus mempengaruhi kekuatan dengan semakin tingginya arus yang digunakan, maka kekuatan logam akan menurun. Kekerasan logam juga ikut menurun. Bila arus yang digunakan terlalu rendah, maka penyalaan busur listrik juga akan suar dilakukan dan menjadi tidak stabil. Hasilnya adalah hasil las akan memiliki rigi-rigi dan tidak rata. Sebaliknya, jika arus las terlalu tinggi maka akan dihasilkan hasil permukaan las yang terlalu lebar karena elektroda akan mecair terlalu cepat sehingga akan mengakibatkan tarikan yang rendah berujung hasil pengelasan yang rapuh.

Kemudian, setelah panas dan kuat arus, sudut kemiringan posisi pegelasan juga berpengaruh pada hasil pengelasan. Terbentuknya *weld pool* yang sesuai dan tidak sesuai akan dipengaruhi oleh sudut pengelasan.

C. Proses Pengelasan (welding) Pada Stainless Steel

1. Persiapan Material

Material SS 304 yang berbentuk *plat* dengan ukuran tertentu akan dijadikan bahan materialnya. Material SS akan dipotong menggunakan mesin gerind dengan aliran pendingin (*coolant*) agar tidak menimbulkan perubahan struktur, baik dari sifat fisik maupun komposisi kimianya. Sudut pemotongan juga harus ditentukan. Sudut pemotongan biasa disebut juga sebagai sudut kempuh (*groove*).

2. Pengelasan

Proses pengelasan akan menggunakan mesin las, arus listrik, dan tegangan listrik. Permukaan material akan dibersihkan terlebih dahulu. Kemudian pengelasan tersebut dilakukan dengan menggunakan elektroda dengan diameter tertentu. Kecepatan pengelasan harus diatur agar tetap konstan.

Proses pengelasan jenis ini banyak digunakan karena proses pengelasannya menghasilkan sambungan yang relatif kuat dan juga mudah untuk digunakan.

Mesin las SMAW berdasarkan arusnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu mesin las arus searah atau *direct current*, mesin las arus bolak-balik atau *alternating current*, dan mesin las arus ganda.



Gambar 2.3

Dalam proses las SMAW, logam induknya akan mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan dari benda kerjanya. Arus listrik keluar dari mesin las, sementara elektrodanya berupa sebuah kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks.

D. Jenis-Jenis Pengelasan

1. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

GTAW atau bisa disebut juga sebagai TIG (Tungsten Inert Gas) merupakan suatu proses pengelasan yang menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap yang terbuat dari *tungsten*. Sementara sebagai bahan adisi digunakan bahan yang sama atau sejenis dengan material bahan yang akan dilas dan terpisah dari pistol las. Gas pelindung yang digunakan biasanya berupa gas kekal (99% Argon). Las TIG bisa menjangkau proses pengelasan yang luas dan memiliki abilitas yang cukup tinggi untuk mengintegrasikan logam, serta dapat pula mengelas pada berbagai posisi dengan kepadatan yang tinggi. Hal ini dikarenakan oleh daya

busurnya yang tidak bergantung pada bahan tambah yang digunakan.



Gambar 2.4

Prinsip kerja las TIG adalah dengan memberikan gas lindung untuk mencegah terjadinya oksidasi pada bahan las yang panas. Untuk menghasilkan busur nyala, digunakan elektroda yang tidak terkonsumsi terbuat dari logam *tungsten*.

Komponen utama las TIG terdiri atas obor (*torch*), elektroda tidak terkonsumsi (*tungsten*), sumber arus as, dan gas pelindung. Beberapa kelebihanannya sebagai berikut :

1. Hasil sambungan yang memiliki mutu tinggi dan biasanya bebas cacat.
2. Relatif tidak memiliki *spatter* atau percikan bekas pengelasan.
3. Dapat digunakan bahan tambahan.
4. Penembusan pengelasan akan dapat terendali dengan baik.
5. Produksi pengelasan autogenous tinggi dan murah.
6. Dapat menggunakan tenaga dengan harga yang relatif murah.

7. Kemungkinan pengendalian variabel atau parameter las akan terjadi secara akurat.
8. Bisa digunakan pada hampir semua jenis logam, termasuk pada pengelasan dengan jenis logam yang berbeda.
9. Memungkinkan untuk mengendalikan secara manduru sumber panas maupun penambahan *filler* metal.

Adapun beberapa kekurangan dari las TIG adalah

1. Laju deposisi material yang lebih rendah dibandingkan dengan pengelasan elektroda terkonsumsi.
2. Memerlukan kecakapan tangan dan koordinasi juru las yang lebih tinggi dibandingkan dengan las GMAW ataupun SMAW.
3. Untuk penyambungan bahan $>3/8$ (10mm), GTAW lebih mahal dibandingkan las dengan elektroda terkonsumsi.
4. Jika kondisi lingkungan terdapat angin yang cukup kencang, maka fungsi gas pelindung akan berkurang karena hembusan angin.

Metode pengelasan jenis SMAW merupakan proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan energi listrik (AC/DC) yang dikonversi menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui sebuah elektroda (Syahrani dkk, 2018). Penyalaan busur listrik dilakukan dengan mendekatkan elektroda ke bahan yang akan dilas pada jarak tertentu sehingga arus listrik akan mengalir ke dalam bahan material tersebut.

Untuk menghitung berat logam las persatuan panjang dan meter, yang perlu kita ketahui adalah

1. Luas Area (A)
2. Panjang logam las (L)
3. Tebal logam las (T)

Volume Daerah Root

$$(V_r) = R_O \times T_1 \times L \text{ (mm}^3\text{)} \dots\dots\dots(1)$$

Volume daerah bevel

$$(V_b) = L_x \times T_2 \times L \text{ (mm}^3\text{)} \dots\dots\dots(2)$$

$$T_2 = T_1 - R_f \text{ (mm)} \dots\dots\dots(3)$$

$$L_x = T_2 \frac{\text{Tan}}{2} \text{ (mm)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- T1 = Tebal Plate (mm)
- T2 = Tebal Plate dengan roof (mm)
- Lx = Panjang bevel (mm)
- L = Panjang Daerah Lasan (mm)

Total daerah lasan

$$(V_t) = V_r + V_b \text{ (mm}^3\text{)} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Berat Logam Las (m)} = \rho = \frac{m}{v} \text{ (kg)} \dots\dots\dots(6)$$

$$M = \frac{V_t}{7.85} \text{ (kg)} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan

- M = Massa (kg)
- P = Massa Jenis ($7.85\text{Gr}/\text{cm}^3$)

Kebutuhan kawat las yang dipakai (kg) dengan menggunakan acuan efficiency electrode (Eff).

Kebutuhan kawat las = berat logam las (weld metal) / eff electrode

Kecepatan pengelasan (V) biasanya sesuai standar welding procedure standard (WPS) yang sudah ditetapkan.

$$V = S.t \text{ (mm/mnt)} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- S = Panjang logam
- T = Waktu (menit)

2. Friction Stir Welding

Friction stir welding merupakan sebuah metode yang bisa menjadi sebuah solusi untuk sebuah masalah karena pengelasan jenis ini memiliki area yang secara termomekanis akan terpengaruh yang lebih kecil sehingga kerusakan bisa direduksi. Pada pengelasan ini, efisiensi perpindahan panas dari efek aliran terhadap hasil lasan membutuhkan beberapa model transfer panas dengan katup sensor untuk

mendesripsikan perpindahan panas yang terjadi dari proses pengelasan.

3. Shielded Metal Arc Welding

Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat dari pemanasan busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerjanya. Busur listrik tersebut dinyalakan dari suatu mesin las. Elektroda tersebut dibungkus sebuah pelindung berupa fluks. Elektroda ini akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersamaan membentuk kampuh las. Elektroda yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam dengan lapisan campuran kimia. Fungsi elektroda ini adalah sebagai bahan tambah. Bagian yang tertutup selaput disebut fluks dan bagian tidak berselaput untuk menjepitkan tiang las. Sementara fungsi fluks adalah untuk melindungi logam cair dari udara sekitar, menghasilkan gas pelindung, dan menstabilkan busur. Fluks biasanya terbuat dari serbuk besi dan hidrogen rendah.



Gambar 2.5

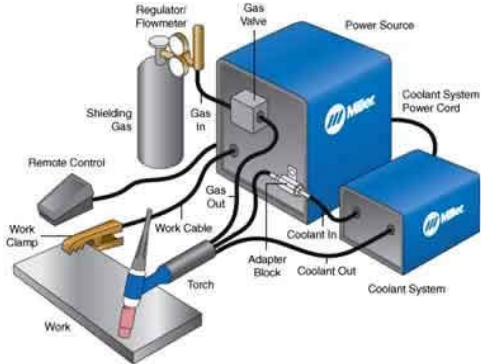
Proses pemindahan elektroda akan terjadi saat elektroda mencair menjadi butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Ukuran butirnya akan berbanding terbalik dengan kuat arus busur listrik, ketika arus listriknya kuat, maka butirannya akan kecil, sedangkan ketika arus busur listriknya lebih kecil, butirannya akan relatif besar.

Pola pemindahan logam cair akan sangat berpengaruh terhadap sifat mampu las dari logam tersebut. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi jika pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Sementara itu, pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh kuat arus listrik dan komposisi dari bahan fluks pembungkusnya.

4. Metal Inert Gas (MIG)

Metode pengelasan MIG merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih melalui proses pencairan setempat dengan menggunakan elektroda gulungan yang sama dengan logam dasarnya serta menggunakan gas pelindung.

E. Bagian-Bagian TIG Welding



Gambar 2.6

1. Elektroda tungsten

Elektroda *tungsten* merupakan elektroda yang tak termakan atau tak terumpan yang memiliki fungsi sebagai pencipta busur nyala untuk digunakan sebagai pencair kawat las yang ditambahkan dari luar untuk disambungkan menjadi satu kesatuan sambungan. Elektroda ini terbuat dari *tungsten sinter*. Untuk memperbaiki sifatnya maka biasanya akan ditambahkan oksida logam lain, yaitu zirhoniumoksida. Elektroda *tungsten* terdiri atas elektroda murni dan elektroda paduan.

2. Bahan tambahan las (filler rod)

Benda ini merupakan logam pengisi kampuh las. Pemilihan bahan tambahan ini bergantung pada bahan logam dasar yang akan dilas. Komposisi bahan tambahan ini lebih unggul daripada bahan dasar logam yang akan dilas. Hal ini dilakukan karena saat mengelas akan ada unsur logam yang sifat-sifat mekaniknya menurun.

3. Gas pelindung las TIG

Pada las TIG yang paling umum digunakan sebagai gas pelindung adalah gas argon. Gas argon dikenal sebagai gas dengan kemurnian kimianya pada suhu tinggi. Argon murni maupun yang bercampur banyak digunakan untuk gas lindung pengelasan baja dan *stainless steel*.

Perangkat yang Digunakan pada Las TIG

1. Mesin las AC/DC
2. Regulator gas lindung
3. Selang gas dan perlengkapannya
4. Elektroda gas *tungsten*
5. Gas pelindung
6. Kabel elektroda
7. Stang las (*welding torch*)

F. Parameter Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG)

Parameter utama dari pengelasan TIG adalah tegangan busur (*arc length*), arus pengelasan, kecepatan gerak pengelasan (*travel speed*), dan gas lindung. Jumlah energi yang dihasilkan harus berbanding lurus dengan

arus dan tegangan, sementara jumlah bahan las yang dideposisikan per satuan panjang berbanding terbalik dengan kecepatan gerak pengelasan. Busur yang dihasilkan dengan gas pelindung helium lebih dalam dibandingkan dengan gas argon.

1. Arus pengelasan

Arus bisa mempengaruhi tembusnya penetrasi logam las, bentuk rigi-rigi lasan, area HAZ, dan ilusi. Arus ini diatur dan disesuaikan pada benda kerja dan elektroda yang dipakai.

2. Tegangan pengelasan

Tegangan ini dapat berhubungan langsung dengan keselamatan kerja welder karena tubh manusia tidak akan bisa menahan tegangan listrik yang sangat tinggi. Tegangan yang diukur antara elektroda dengan bahan induknya pada umumnya disebut sebagai tegangan busur. Tegangan akan sangat bergantung kepada arus busur, bentuk ujung elektroda *tungsten*, jarak antara elektroda *tungsteen* dengan bahan material induk dan jenis gas pelindung.

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ N/m}^2$$

dimana

F = Beban

A = Luas Penampang

3. Kecepatan saat pengelasan (travel speed)

Kecepatan pengelasan mempengaruhi lebarnya jalur las dan kedalaman penetrasi pada pengelasan TIG, hal ini berpengaruh juga pada biayanya. Cepatnya air elektroda jika tidak seimbang dengan kecepatan pengelasan akan menimbulkan tumpukan-tumpukan cairan logam hasil dan lasan.

4. Pemilihan elektroda

Benda kerja yang memiliki jenis dan ketebalan berbeda harus disesuaikan pula dengan jenis elektroda dan diameter elektroda yang digunakan.

G. Sifat-Sifat Mekanik Bahan Las

1. Kekuatan

Merupakan ketahanan suatu bahan terhadap deformasi plastis. Pada kekuatan luluh, nilai besaran adalah besaran gaya pada saat luluh dibagi luas penampang.

2. Kekerasan permukaan

Merupakan ketahanan bahan akibat penetrasi pada permukaannya. Kekerasan brinell dilakukan dengan memberikan beban statis berupa penekanan dengan indenter.

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Di mana :

P = Beban (Kg)

D = Diameter indenter (mm)

D = Diameter hasil penekanan rata-rata (mm)

3. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik merupakan kemampuan bahan untuk menahan tarikan agar bahan tersebut tidak berubah bentuk. Kekuatan tarik menyatakan bahwa besarnya beban maksimum yang dapat diterima oleh bahan dibagi dengan luas penampang mula.

$$\sigma = \frac{P_{maks}}{A_0} \quad (2)$$

4. Keuletan

Keuletan ditunjukkan dengan regangan patah atau pertambahan panjang dan dapat juga dinyatakan dengan reduksi penampang.

$$c = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \quad (3)$$

5. Batas luluh

Batas luluh merupakan batas daerah yang mengalami deformasi elastis dan deformasi plastis.

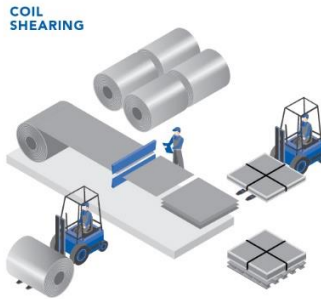
$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \quad (4)$$

BAB 3

PEMOTONGAN SHEARING

A. Pengertian Pemotongan Shearing

Shearing adalah proses pemotongan bahan baku tanpa melalui proses pembentukan chip atau tanpa melalui proses burning atau melting. Bahan baku yang sudah dipotong akan melalui proses-proses selanjutnya. Hasil dari proses pemotongan bahan baku sangat berpengaruh pada saat proses jig atau fixture yang sudah ditentukan ukurannya pada material yang akan diproses.



Gambar 3.1

Jika pada saat pemotongan ukuran pada material tidak sesuai maka proses selanjutnya tidak akan bisa dilanjutkan. Dari visual plat yang sudah dipotong tidak boleh terdapat kerusakan karena benturan yang akan menjadi penghambat pada proses selanjutnya dan secara estetika produk yang mengalami kerusakan kurang baik di hasil akhir.

B. Prinsip Kerja Shearing Machine

Pada saat proses pemotongan suatu material menggunakan shearing machine. Prinsip kerja pada mesin

ini adalah material dipotong dengan menggunakan pisau pemotong yang digerakkan secara mekanik atau secara manual ataupun menggunakan tenaga hidrolik.

Proses pemotongan menggunakan shearing machine adalah posisi material plat diletakkan di atas meja, lalu ukuran plat yang akan mengalami proses pemotongan diatur dengan mempertimbangkan ukuran yang ada pada meja. Posisi plat diletakkan di antara pisau bawah yang tetap dan pisau atas yang bergerak turun. Sebelum proses menggunting dengan menggunakan pisau atas yang bergerak turun, maka stopper penahan akan bergerak turun terlebih dahulu untuk menahan material plat yang akan mengalami proses pemotongan. Bagian stopper ini berfungsi untuk menahan material plat agar tidak terjadi gaya balik pada saat proses pemotongan sedang berlangsung.

C. Proses Shearing Dibagi Menjadi 2 Kelompok Besar

a. *Shear Forming*

Bentuk-bentuk seperti kerucut, setengah bola sering kali dibentuk dengan *shear forming* atau *flow turning*, yaitu merupakan modifikasi dari proses spinning dimana *tool forme*-nya berputar dan bergerak maju.

b. *Shearing*

Sewaktu *punch* turun mengenai benda kerja, logam terdeformasi plastis didalam *die*. Karena kelonggaran diantara punch dan die hanya 5-10% dari

tebal benda kerja maka deformasi terlokalisasi di daerah itu saja.

c. *Slitting*

Pada proses *shearing* ini menggunakan rol pemotong sepanjang benda kerja dengan lebar pemotongan sama dengan jarak antar rol. Proses *slitting* ini merupakan proses lanjutan dan dapat melakukan pengoperasian secara cepat dan ekonomis.

d. *Piercing dan Blanking*

Piercing dan blanking adalah operasi shearing yaitu bentuk pisau yang berbentuk lengkungan tertutup. Perbedaan blanking dan piercing dapat dilihat dari benda kerja dan skrapnya. Apabila hasil yang sudah di punch adalah benda kerja sedangkan bentuk yang tidak sesuai atau tidak diinginkan tertinggal pada plat sisa adalah skrapnya, ini dinamakan proses blanking. Apabila hasil yang di punch adalah skrapnya sedangkan bentuk yang tidak sesuai atau tidak diinginkan tertinggal pada plat sisa adalah benda kerja, ini dinamakan piercing.

D. Penggolongan Mesin Shears

- a. Pisau pemotong (*blade shear*)
- b. *Billet* atau gunting struktur
- c. *Nibbler*



Gambar 3.2

BAB 4

BENDING PIPE

A. Pengertian Bending Pipe (pembengkokan pipa)

Proses *bending* (pembengkokan) proses mengubah bentuk benda kerja dari yang awalnya lurus berubah menjadi lengkungan. Proses *bending* berpengaruh pada permukaan luar benda yang mengalami gaya tarik dan bagian dalam mengalami gaya tekan. Salah satu alat yang familiar di tengah masyarakat adalah mesin tekuk pipa. Mesin tekuk pipa dapat mempersingkat waktu kerja dan memiliki produk yang lebih presisi untuk produksi yang efisien serta lebih baik dari hasil proses konvensional.

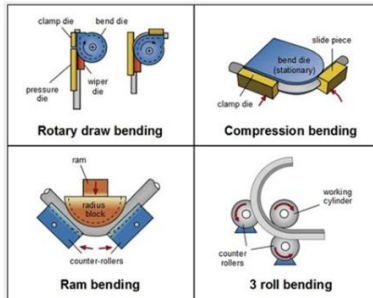
Pembengkokan pipa yang tidak dilakukan dengan baik dan benar akan menghasilkan bengkakan pipa yang tidak memenuhi standar. Sudut pembengkokan juga akan memiliki pengaruh terhadap kekerasan dari hasilnya. Nilai kekerasan harus disesuaikan dengan standar yang sudah diatur oleh industri yang bersangkutan. Jika hasil dari pembengkokan tersebut tidak memenuhi standar, maka harus dilakukan *heat treatment* yang membutuhkan waktu relatif lama.

B. Teknik Pembengkokan Pipa

1. Pembengkokan pipa yang menggunakan pasir sebagai isian dari pipa sebelum pipanya dibengkokkan. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penyusutan diameter pada pipa setelah proses pembengkokan.
2. Dengan pemanasan terlebih dahulu yakni sebelum pipa dibengkokkan, pipa dipanaskan agar pipa melentur.

3. Penggunaan mandrel dengan cara memasukkan mandrel ke dalam pipa sebelum dibengkokkan.

C. Jenis-Jenis Metode Pembengkokan Pipa



Gambar 4.1

1. Metode ram (ram style bending)

Metode ini berfokus pada penekanan batang, lalu pipa yang akan melalui proses penekukan dipasang dua penahan. Selanjutnya pipa akan mengalami proses penekanan diantara dua penahan. Sehingga pipa akan tertekuk, namun pada metode ini mempunyai kelemahan yaitu ketidaktepatan bentuk akhir yang diinginkan, yang seharusnya bulat bisa menjadi oval.

2. Metode rotary (rotary draw bending)

Metode ini berfokus pada penjepitan pada salah satu ujung pipa. Kemudian pipa diputar ke sekeliling cetakan atau *dies* dengan jarak tekuk yang sesuai dengan radius *roll* oval.

3. Metode roll (roll bending)

Metode ini digunakan untuk proses penekukan pada pipa secara berkelanjutan dengan membentuk suatu radius yang besar. Metode ini menggunakan tiga rol. Rol tersebut saling terhubung dengan tida poros yang berbeda. Rol-rol tersebut dibagi menjadi dua, yaitu rol atas atau *upper roll* dan rol bawah *lower roll*.

4. Metode compression bending

Cara kerja pada metode ini sama dengan metode *rotary*. Namun metode *compression bending* ini diam. Proses pelengkungan pipa mirip seperti kereta geser yang mengelilingi cetakan.

D. Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan kebolehan suatu material untuk tahan terhadap indentasi atau abrasi. Kekerasan adalah sebuah sifat mekanik sebuah material yang penting karena pengujian sifat ini dapat digunakan untuk menguji homogenitas suatu material. Selain itu, sifat ini juga bisa digunakan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik lainnya.

Ada beberapa metode pengujian kekerasan logam, antara lain :

1. Metode pengujian Brinel
2. Metode pengujian Rockwell
3. Metode pengujian Vickers

$$\text{DPH} = \frac{2P \sin\left(\frac{\alpha}{20}\right)}{d^2} \quad (1)$$

Untuk $\alpha = 136^\circ$

$$\text{DPH} = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (2)$$

Di mana :

P = gaya tekan (kg)

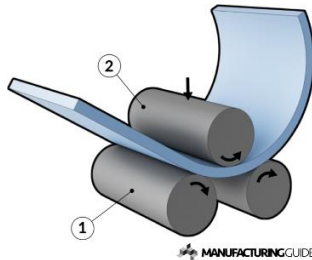
D = diagonal identasi (mm)

$$= \frac{d_1 + d_2}{2}$$

BAB 5 ROLLING PIPE

A. Pengertian Mesin Roll

Mesin *roll* merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah bentuk atau penampang pada suatu benda kerja dengan cara mereduksi.



Gambar 5.1

Jenis-jenis pengerollan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Flat Rolling

Proses pengerollan *strip* dengan tebal awal sebelum masuk ke celah *roll* (*roll gap*) akan dikurangi tebalnya dengan sepasang *roll* yang berputar pada poros dengan tenaga putar dari motor listrik.

2. Rolling Milling

Dalam proses *rolling milling* membutuhkan investasi yang besar. Terutama untuk mesin yang mempunyai kemampuan tinggi dalam hal toleransi, kualitas *plat* dan lembaran produksi yang besar.

3. Ring Rolling

Proses deformasi di mana cincin berdinding tebal dari diameter yang lebih kecil digulung menjadi cincin berdinding tipis dari diameter yang lebih besar. Kelebihan menggunakan *ring rolling* adalah penghematan material, dan penguatan melalui pengerjaan dingin. Jenis-jenis komponen yang dibuat menggunakan proses *ring rolling* bola dan bantalan rol ras, ban baja untuk roda kereta api, dan cincin untuk pipa, dan mesin berputar.

B. Perencanaan Roll

Langkah awal perencanaan *roll* untuk membuat panel plat beralur adalah merencanakan desain mesin dan kemudian membuatnya. Ada beberapa pilihan yang dapat dianalisa dan mengambil desain yang paling memungkinkan untuk diterapkan menjadi mesin pembentuk alur. Dalam pembentukan alur ini dapat dilakukan dengan metode banding, metode pengepressan, dan metode *roll*.

BAB 6

POLISHING

Proses pemolesan (*polishing*) merupakan salah satu tahapan preparasi spesimen di mana dalam proses ini dilakukan pengampelasan pada permukaan spesimen. Hal ini bertujuan untuk meratakan permukaan yang sebelumnya tidak rata sehingga didapatkan hasil permukaan yang halus. Pengampelasan ini dilakukan menggunakan mesin poles metalografi yang mempunyai piringan berputar dan menggunakan gaya abrasif.

Proses pemolesan sering digunakan agar benda lebih mengkilap, halus, menghilangkan oksidasi, ataupun mencegah korosi pada pipa. Dalam metalografi dan metalurgi, pemolesan digunakan untuk membuat plat rata, membuat permukaan benda kerja bebas dari cacat sehingga akan memudahkan dalam pemeriksaan struktur mikro logam dengan mikroskop.

Mesin poles dan ampelas adalah salah satu alat yang bekerja menggunakan energi listrik. Sifat mekanik suatu logam atau paduan dapat diamati, salah satunya adalah dengan menganalisis struktur mikro material.

Komponen-komponen utama dari mesin poles dan ampelas adalah sebagai berikut :

- a. Poros yang berfungsi sebagai alat penghubung terjadinya perubahan energi.
- b. Motor yang berfungsi sebagai penggerak utama yang ditenagai listrik.
- c. Rangka yang berfungsi untuk menahan semua komponen alat.
- d. Bantalan yang berfungsi sebagai penahan poros terhadap rangka utama.

- e. *Pulley* yang berfungsi sebagai transmitor daya dari putaran motor ke piringan poles.

BAB 7

PROSEDUR PEMBUATAN KNALPOT

A. Prosedur Pembuatan Header Knalpot

1. Cutting

Pipa diposisikan pipa arah horizontal. Posisi mata gerinda tegak lurus dengan posisi pipa. Pipa dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Pastikan kecepatan pemotongan pipa stabil agar pipa terpotong dengan rapi.



Gambar 6.1 Desain potongan pipa



Gambar 6.2 Pemotongan pipa menggunakan gerinda potong

2. Blocking (pembersihan sisa potongan)

Pembersihan sisa potongan bagian luar menggunakan gerinda untuk menghasilkan potongan yang rata. Sementara untuk bagian dalam menggunakan gerinda duduk.



Gambar 6.3 Proses blocking dalam

3. Persiapan Flange

Flange dilakukan pengepresan menggunakan mesin press agar flange menjadi rata. Diameter lubang flange menyesuaikan ukuran diameter header dan dibuat dua lubang untuk baut agar bisa dipasangkan ke cylinder head.



Gambar 6.4 Desain flange



Gambar 6.5 Proses pengepresan flange

4. Bending

Dilakukan penyetelan sudut pada mesin bending sesuai dengan sudut header yang akan dibuat. Pipa yang sudah terpotong kemudian dicekam pada matras mesin bending. Proses bending akan dilakukan oleh mesin bending sesuai dengan settingan yang telah ditentukan.



Gambar 6.6 Desain pipa awal



Gambar 6.7 Desain pipa setelah proses bending



Gambar 6.8 Proses bending

5. Trimming

Pada proses ini dilakukan pemotongan pada bagian pipa yang tidak terpakai. Pemotongan dilakukan menggunakan gerinda potong.



Gambar 6.9 Pemotongan bagian pipa yang tidak terpakai

6. Pemasangan Stopper

Pipa dimasukkan ke flange sambungan knalpot. Kemudian pipa disambungkan ke stopper dan dilakukan pengelasan.



Gambar 6.10 Desain awal pipa



Gambar 6.11 Desain pipa setelah pemasangan stopper



Gambar 6.12 Proses pengelasan stopper dengan header

7. Forming Header

Dilakukan penyesuaian bentuk pada header menggunakan mal (alat penyetel header). Pada sambungan pipa disesuaikan sudut dan kemiringannya. Kemudian dilakukan spot welding agar sambungan tidak berubah posisi. Lalu dilakukan pembentukan garis timbul yang mengelilingi lingkaran pipa.



Gambar 6.13 Desain awal pipa



Gambar 6.14 Desain setelah forming garis timbul



Gambar 6.15 Proses penyetelan header



Gambar 6.16 Proses forming garis timbul

8. Welding

Dilakukan pengelasan pada tiap sambungan pipa yang telah dilakukan spot welding. Untuk beberapa sambungan dilakukan menggunakan tig welding untuk memberikan hasil las yang rapi.



Gambar 6.17 Desain header sebelum penyambungan



Gambar 6.18 Desain header setelah penyambungan



Gambar 6.19 Pengelasan sambungan pipa

9. Polishing

Proses polishing dilakukan agar permukaan header mengkilat dan untuk merapikan sambungan las. Pengerjaan polishing menggunakan mesin poles.



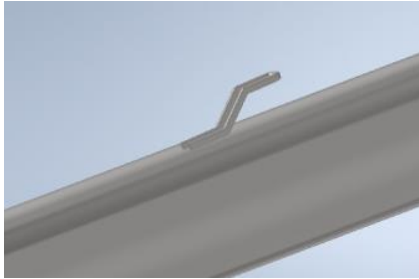
Gambar 6.20 Proses polishing menggunakan mesin poles

10. Pemasangan Dudukan Per

Dilakukan pengelasan untuk pemasangan dudukan per pada header.



Gambar 6.21 Desain dudukan per



Gambar 6.22 Desainudukan per terpasang



Gambar 6.23 Proses Pengelasanudukan per

11. Pengecatan

Pada ujung header dan flange sambungan knalpot dilakukan pengecatan menggunakan cat semprot.

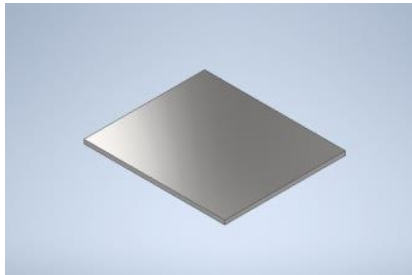


Gambar 6.24 Proses pengecatan

B. Prosedur Pembuatan Silencer

1. Pemotongan

Bahan baku plat dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan menggunakan mesin shearing. Untuk pemotongan plat dengan ukuran kecil menggunakan gunting plat.



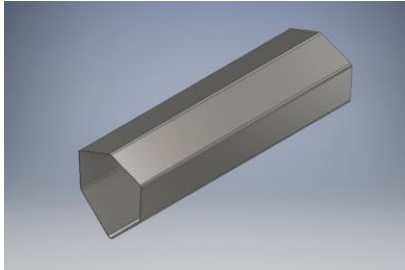
Gambar 6.25 Desain potongan plat



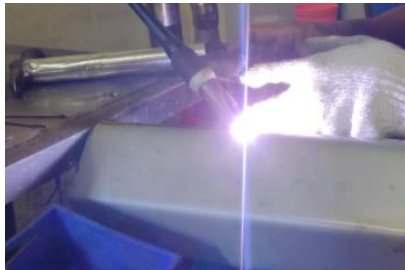
Gambar 6.26 Pemotongan plat menggunakan mesin shearing

2. Pembentukan

Plat yang telah dipotong dibengkokkan sehingga menjadi bentuk silencer yang ditentukan. Kemudian dilakukan pengelasan untuk menyambung kedua ujung plat.



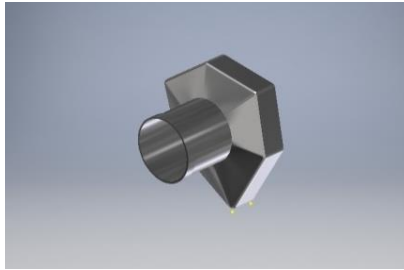
Gambar 6.27 Desain pembentukan plat



Gambar 6.28 Proses pengelasan plat yang telah dibentuk

3. Pembuatan tutup

Plat yang telah dipotong dibentuk sehingga membentuk tutup silencer. Kemudian dilakukan pengelasan untuk menyambungkan kedua ujung plat.



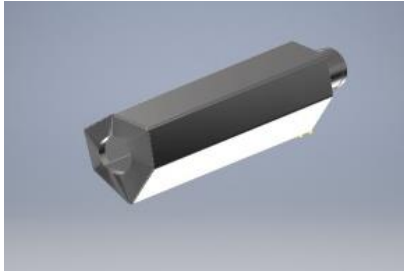
Gambar 6.29 Desain tutup silencer



Gambar 6.30 Proses pengelasan tutup silencer

4. Welding

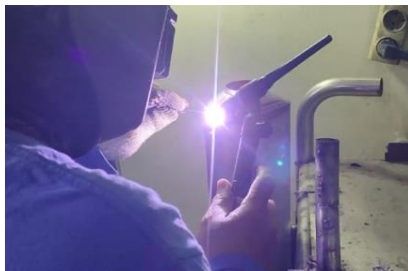
Pengelasan dilakukan untuk menyambung silencer dengan tutup silencer. Terdapat dua tutup yang akan dipasang. Tutup bagian belakang dipasang dan dilakukan pengelasan setelah penyetulan saringan dan glasswool.



Gambar 6.31 Desain silencer terpasang tutup depan



Gambar 6.32 Desain silencer terpasang kedua tutup



Gambar 6.33 Proses pengelasan tutup dengan silencer

5. Polishing

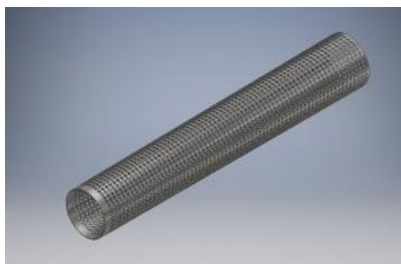
Proses polishing dilakukan agar permukaan silencer mengkilat dan untuk menyembunyikan sambungan las agar tidak terlihat.



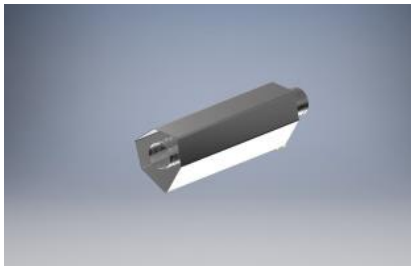
Gambar 6.34 Proses polishing menggunakan mesin poles

6. Penyetelan saringan dan glasswool

Saringan dibentuk silinder dan dipotong sesuai ukuran yang ditentukan dan dipasang pada silencer. Kemudian glasswool dimasukkan di bagian luar saringan. Lalu tutup bagian belakang dipasang dan dilakukan pengelasan.



Gambar 6.35 Desain saringan



Gambar 6.36 Desain saringan terpasang



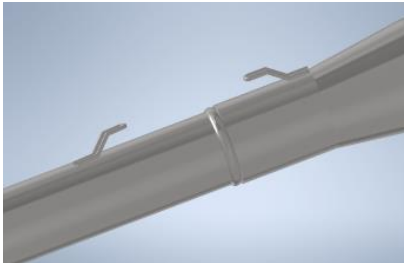
Gambar 6.37 Pemotongan saringan



Gambar 6.38 Proses memasukkan glasswool

7. Pemasanganudukan per

Dudukan per dipasang pada bagian depan silencer dengan pengelasan. Per yang akan dipasang berfungsi untuk menahan silencer dan header.



Gambar 6.39 Desainudukan per terpasang di header dan silencer



Gambar 6.40 Pengelasanudukan per pada silencer

8. *Pengeboran*

Pengeboran dilakukan untuk pemasangan list cover. List cover dipasang dengan menggunakan rivet melalui lubang yang telah dibuat.



Gambar 6.41 Proses bor untuk pemasangan list cover

DAFTAR PUSTAKA

- Anditha, F. I., Kabul, T., & Ym, W. (2018). Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine. *Profisiensi*, 5(1), 51–60.
- Anwar, B. (2018). Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Kampuh V Ganda Pada Baja Karbon Rendah St 37. *Teknologi*, 17(3), 33–38.
- Ardian, A. (2013). *Teori pembentukan bahan*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Budiyanto, E. (2017). *Pengaruh Diameter Filler Dan Arus Pada Pengelasan*. Metro : Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
- Djuanda, Nurlala, Adam, A., & Syahril, M. (2021). Analisis Pengaruh Media Pendingin terhadap Struktur Mikro Sambungan Pengelasan Baja AISI 1045 pada Proses Las MIG. *Teknologi*, 22(01), 43–54.
- Dr. Vladimir, V. F. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Huda, M., & Setiawan, F. (2016). Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus dengan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7, 1-9
- Kuntoro, S., & Kabib, M. (2018). Analisis Kekuatan Dies Frame Link Pada Mesin Roll Pipa 2 in Penggerak Hidrolik Dengan Metode Elemen Hingga. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(2), 941–946.
- Marsis, W., & Toro, I. (2007). Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sitem Dongkrak Hidrolik Sederhana. *Jurnal Mesin Teknologi*, 42–51.

- Nuridin, S., Dinnullah, R. N. istiqomah, & Firmansyah, L. A. (2021). Perancangan Dan Uji Konstruksi Mesin Pembengkok Rol (Roll Bending Machine). *RAINSTEK (Jurnal Terapan Sains & Teknologi)*, 3(4), 265–271.
- Pasalbessy, V. (2015). Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Kecepatan Las Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 5083 Pengelasan Tig (Tungsten Inert Gas). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(4), 336–345.
- Prabowo, D., Pratama, E. P., Mesin, J. T., & Cilacap, P. N. (2019). Rancang Bangun Prototype Mesin Friction Welding. *Bangun Rekaprima*, 5(1), 13–20.
- Prasetyo, H., Yuwono, N. K., Prabowo, A. A., Prasetya, V. A., & Laurentinus, Y. (2020). Rancang Bangun Mesin Aqueous Cleaning Spray untuk Otomatisasi Proses Pencucian Produk High Speed Stamping di PT. ATMI IGI. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(1), 20–27.
- Putri, A. W., & Marie, I. A. (2017). Rancangan Perbaikan Tata Letak Gudang Barang Jadi Produk Stamping Parts Pada Pt. Csm Berdasarkan Metode Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 130–140.
- Rasid, M., Mardiana, M., & Choiruddin, C. (2019). Penerapan Metode Pengelasan Stainless Steel pada Bengkel Las di Kota Palembang. *Jurnal Abdimas Mahakam*, 3(2), 121.
- Romdhoni, V. Y. F., Fadelan, F., & Winardi, Y. (2019). Pengaruh Heat Input Terhadap Hasil Kekuatan Sambungan Pengelasan Smaw Pada Material Stainless Steel 201. *Komputer*, 3(2), 14.

- Romli. (2012). Pengaruh proses pengelasan tig terhadap sifat mekanis bahan paduan aluminium. *Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya*, 4, 9–15.
- Setiadi B, S. (2017). Fakultas Teknik – Universitas Muria Kudus 153. *Prosiding SNATIF Ke-4 Tahun 2017, 2015*, 153–160.
- Setiawan, I., Widyadana, I. G. A., & Agustin, K. (2018). *Identifikasi Keterlambatan Proses Stamping pada Perusahaan Rigid Plastic Packaging Pengambilan dan Pengolahan Data*, 6(2), 377–384.
- Setyowati, V. A., Widodo, E. W. R., & Suheni, S. (2019). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Stainless Steel 304. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IX 2021*, 1, 179–184.
- Sidi, P. (2012). Analisis Kekerasan Pada Pipa Yang Dibengkokan Akibat Pemanasan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(3), 398-399.
- Sufiyanto, S. (2011). Analisis Proses Pengerolan Pipa dengan Roll Bending. *Transmisi*, 7(1), 639–648.
- Tjahyono, A. T., & Sutrisno, T. (2017). Desain Silencer Knalpot Racing untuk Suzuki Satria. *Mechanova*, 6, 3–9.
- VA Setyowati, & S Suheni. (2016). Variasi Arus Dan Sudut Pengelasan Pada Material Austenitic Stainless Steel 304 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Makro. *Jurnal IPTEK*, 20(2), 29–36.
- Y. Kurniawan. (2015). Perancangan Alat Roll Plat Untuk UKM Pembuat Alat Rumah Tangga di Desa Ngernak Kabupaten Klaten. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Pancasila*, 1–8.

GLOSARIUM

Bearing bantalan

Blank holder/stripper pemegang bakalan

Blank material material yang masih berbentuk lembaran.

Busur listrik penyambungan logam dengan tenaga listrik

Center titik pusat

Cold forging pembentukan dengan pendinginan

Corrugating pembentukan gelombang

Curling pembentukan tepi lembaran logam menjadi gulungan

Deformasi elastis perubahan bentuk pada suatu benda dan perubahan bentuk akan hilang jika beban yang diberikan akan hilang

Deformasi plastis perubahan bentuk bersifat permanen jika bebannya dilepas

Dies alat mesin khusus yang digunakan dalam industri manufaktur untuk memotong dan / atau membentuk material ke bentuk atau profil yang diinginkan

Efisiensi memaksimalkan hasil dari sebuah pekerjaan dengan sedikit sumber daya berupa dana, tenaga, atau waktu.

Elektroda benda yang digunakan sebagai penghantar listrik

Embossing pembentukan untuk membuat lekukan pada lembaran logam

Filler bahan tambah

Finishing proses untuk melapisi permukaan suatu benda

Fluks perubahan medan magnet di posisi tertentu

Gas lindung gas yang melindungi cairan logam las

Guide bosh komponen penting dari bubut headstock geser, memberikan dukungan dan panduan aksial untuk batang material selama proses pembubutan di mesin bubut CNC

Guide post bagian pada dies yang berfungsi untuk penepat antara upper dan lower dies

Hot forging pembentukan dengan pemanasan

Karakterisasi pengelompokan sesuai sifat yang serupa

Keretakan kerusakan yang berbentuk celah yang mengakar pada bagian logam

Konstruksi perancangan pembangunan atau pembuatan

Korosi kerusakan atau kehancuran material akibat adanya reaksi kimia di sekitar lingkungannya

Logam induk batang logam yang akan dilas

Lower die bagian paling bawah sebuah dies

Menempa proses pengerjaan logam dalam keadaan panas dengan cara memukul dengan palu diatas landasan.

Mesin press mesin industri yang mempunyai sistem hidrolik yang dapat bekerja secara mandiri dengan menggunakan pompa yang terletak terpisah untuk setiap mesin.

Mesin press brake mesin untuk melipat atau menekuk plat.

Metal logam.

Metalografi ilmu logam yang mempelajari karakteristik dan struktur suatu logam dalam skala mikro menggunakan mikroskop cahaya.

Metalurgi salah satu bidang ilmu dan teknik bahan yang mempelajari tentang perilaku fisika dan kimia dari unsur-unsur logam.

Mold rangka kaku atau model.

Molding proses produksi dengan me.mbenentuk bahan mentah menggunakan sebuah rangka kaku atau model.

Notching proses pemotongan lembaran *logam* dari tepinya.

Oksidasi reaksi yang mengalami peningkatan bilangan *oksidasi* dan penurunan elektron

Overload kelebihan isi

Parameter ukuran keadaan secara relatif

Part bagian

Plate logam berbentuk piringan.

Seaming proses penyambungan dua tepi lembaran logam dengan prinsip hemming.

Sheet metal logam lembaran.

Stamping proses pencetakan metal secara dingin dengan menggunakan dies dan mesin press umumnya plate yang dicetak, untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki.

Struktur mikro gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi

Kampuh bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh logam tambah sesuai dengan besar sudut kampuh dan tebal plat yang akan dilas.

Tegangan busur tegangan yang dibutuhkan untuk proses pengelasan

Transmiter pemindah

Upper die bagian paling atas dari dies

Weld pool area lasan

Wiring kabel

PROSEDUR PEMBUATAN
KNALPOT RACING
PURBALINGGA

Buku ini merupakan pedoman proses pembuatan knalpot racing. Buku ini ditunjukkan kepada Masyarakat dunia pendidikan maupun dunia Industri agar dapat memahami dan terampil dalam proses pembuatan knalpot racing