

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Jig and Fixture*

Menurut Edward Hoffman (2011) *Jig and Fixture* adalah alat produksi yang digunakan untuk menggandakan komponen-komponen secara akurat. Hubungannya erat pada pemotong, atau alat lainnya, dan benda kerja harus dipertahankan. Untuk melakukan ini, sebuah *jig and fixture* dibuat untuk menahan, membantu, dan meletakkan setiap komponen untuk memastikan pekerjaan permesinan dengan waktu yang lebih efisien. Penempatan tersebut harus tepat dalam arti bahwa alat bantu ini harus mencekam dan memposisikan benda kerja di pada alat untuk dilakukan proses permesinan. Ada banyak standar cekam yaitu, ragam mesin, *chuck* bor dan lain – lain. Yang banyak digunakan dalam bengkel dan biasanya disimpan di gudang untuk aplikasi umum.

Jig didefinisikan sebagai alat yang membantu dalam mengarahkan, memegang dan menepatkan alat potong pada saat proses permesinan sedang berlangsung. Pada dasarnya *jig* dapat digunakan pada proses pengeboran yang berfungsi sebagai pemegang dan menempatkan mata bor ke benda kerja yang akan dilakukan pengeboran. Hal ini bertujuan agar mata bor tidak berubah posisi dikarenakan getaran pada saat pengeboran ataupun kondisi permukaan benda kerja yang tidak rata.

Fixtures adalah sebuah alat bantu produksi yang digunakan untuk membantu memegang dan melokasikan benda kerja dengan cepat tanpa kesalahan (Heinrich, 1986:2; Carr Lane Manufacturing, 2016:4). *Fixture* harus terpasang erat pada meja mesin dimana pekerjaan dilakukan, *fixture* juga didesain untuk menahan berbagai macam operasi permesinan yang paling sesuai dengan standar alat – alat mesin.

Banyaknya desain *fixture* dari alat yang realtif sederhana hingga perangkat yang mahal dan rumit. *Fixture* juga membantu menyederhanakan operasi pengerjaan logam pada peralatan khusus. Perancangan *fixture* harus disesuaikan dengan kondisi mesin yang tersedia. Batasan mesin yang harus diperhatikan diantaranya adalah panjang dan lebar meja mesin, pergerakan vertikal meja mesin,

sistem pencekaman yang tersedia pada mesin, ketersediaan sistem pendingin, dan kemampuan mesin lainnya untuk menyelesaikan produk (*Jurnal Teknologi Terapan*, 2019 : hlm. 64 – 72).

Secara umum *Jig and Fixture* berfungsi untuk :

- a. Menjepit dan mendukung benda kerja,
- b. Merapatkan benda kerja dan peralatan lain pada tempatnya,
- c. Mengikat bagian - bagian yang lain dari material untuk dapat dikerjakan secara keseluruhan dan bersama-sama dengan mesin,
- d. Untuk mendapatkan beberapa bagian benda kerja dan dapat dikerjakan pada mesin secara bersama - sama,
- e. Untuk menyederhanakan pekerjaan sehingga proses operasional menjadi lebih singkat,
- f. Menempatkan alat pada mesin, meja atau pada peralatan lainnya.

Sedangkan alat penepat (*Fixture*) pemotongan dan pengelasan adalah yang digunakan untuk memposisikan alat pemotong dan las terhadap pipa untuk mencapai hasil potongan maupun pengelasan kepada tingkat kepresisian yang diinginkan. Tujuan utama *fixture* adalah untuk menahan benda kerja selama seluruh operasi pemesinan. Namun, itu tidak memandu benda kerja ke arah alat pemotong yang digunakan untuk membentuk benda kerja. Perlengkapan diamankan dengan permukaan meja pabrik di sebagian besar kasus. Keuntungan dari *fixture* adalah mengurangi ketergantungan pada alat lain dan juga persyaratan untuk membongkar dan memuat benda kerja, sehingga membantu menghemat waktu. Cara kerja dari alat ini yaitu di cekam pada pipa yang akan dikerjakan kemudian alat ini dapat diputar 360⁰ mengitari pipa dengan bantuan tangan manusia.

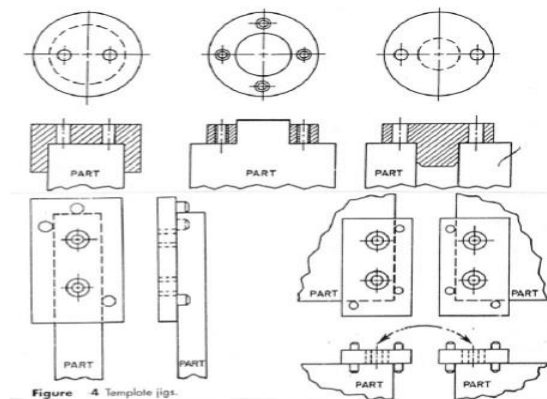
2.1.1 Klasifikasi *Jig*

Jig terbagi menjadi dua yaitu *jig* gurdi dan *jig* bor. *Jig* bor digunakan untuk proses melubangi lubang yang terlalu besar untuk digurdi atau ukuran lubang tidak sesuai diameter mata *drill*, sedangkan *jig* gurdi digunakan untuk menggurdi (*drilling*), *reaming*, mengetap, *chamfer*, *counterbore*, dan *countersink*. *Jig* pada dasarnya hampir sama untuk setiap operasi permesinan, perbedaannya hanya dalam

ukuran dan *bushing* yang digunakan. Berikut ini merupakan jenis-jenis *jig* adalah sebagai berikut :

a. *Template Jig*

Jig ini digunakan untuk keperluan akurasi dalam proses pengeboran. *Jig* tipe ini biasanya dipasang diatas atau didalam benda kerja dan tidak diklem. *Jig template* merupakan *jig* yang bentuknya paling sederhana dan ekonomis. Pada *jig* jenis ini, terdapat *bushing* dan ada pula yang tanpa *bushing*.

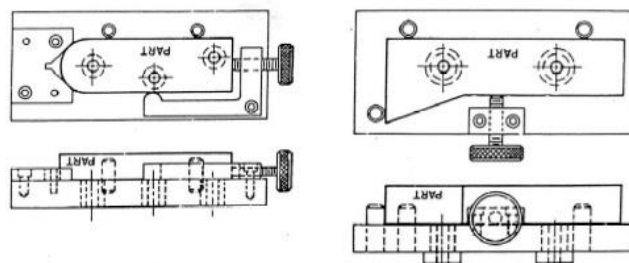


Gambar 2.1 Jig Template

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.10)

b. *Plate Jig*

Jig plate hampir sama dengan *jig template*, perbedaannya *jig* ini memiliki klem untuk menahan benda kerja. *Jig plate* terkadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja, terutama digunakan untuk benda kerja yang berukuran besar. *Jig* jenis ini biasanya disebut juga *jig meja*.

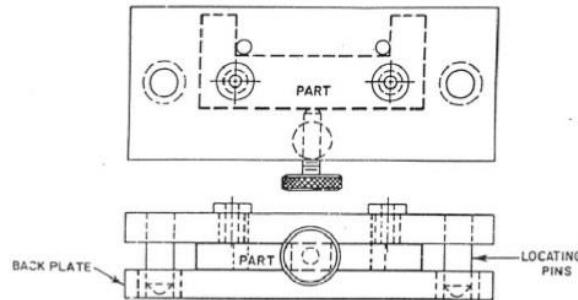


Gambar 2.2 Plate Jig

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.11)

c. *Sandwich Jig*

Jig ini merupakan *jig plate* yang dilengkapi dengan pelat bawah dan menggunakan *bushing*. *Jig* jenis ini digunakan untuk benda kerja yang tipis atau lunak. Kemungkinan benda kerja yang bengkok atau melengkung jika dikerjakan pada *jig* jenis lain, maka digunakan *jig sandwich* ini.

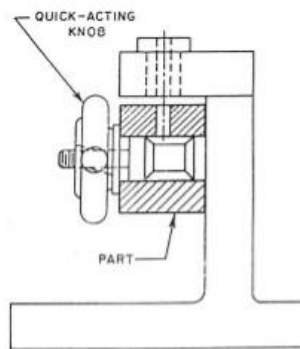


Gambar 2.3 *Sandwich Jig*

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.12)

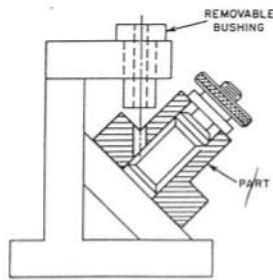
d. *Angle Plate Jig*

Jig ini digunakan untuk menahan benda kerja yang akan dilakukan proses permesinan pada sudut tertentu terhadap penempatnya. *Jig* tersebut memiliki dua tipe yaitu *jig* dengan sudut 90 derajat (*angle-plate jig*) dan *jig* dengan sudut selain dari 90 derajat (*modified angle-plate jig*).



Gambar 2.4 *Angle Plate Jig*

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.12)

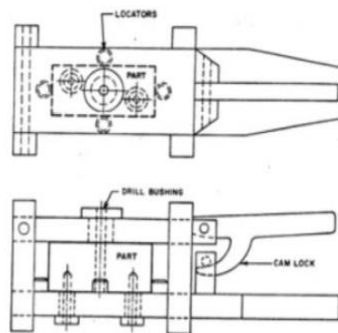


Gambar 2.5 Jig Modified Angle Plate

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.12)

e. *Rotary Jig*

Untuk benda kerja berukuran sangat besar atau benda kerja yang memiliki bentuk tidak biasa/rumit.



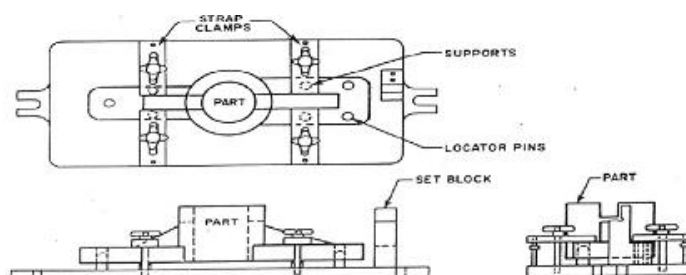
Gambar 2.6 Rotary Jig

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm.14)

2.1.2 Klasifikasi *Fixture*

Jenis – jenis *Fixture* ini terbagi atas lima, yaitu :

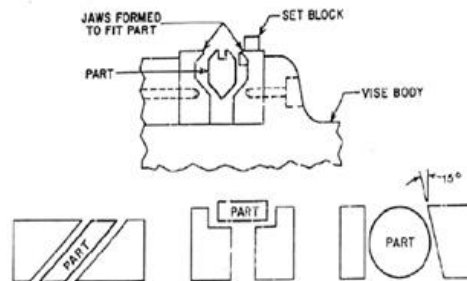
- a. *Fixture* pelat, dibuat dari pelat yang mempunyai variasi klem dan locator,



Gambar 2.7 Fixture pelat

Sumber (*Jig and Fixture Design*, hlm 11)

- b. *Fixture vise – jaw*, digunakan untuk permesinan komponen-komponen kecil,



Gambar 2.8 *Fixture vise – jaw*

Sumber (*Jig and Fixture Design*. hlm 17)

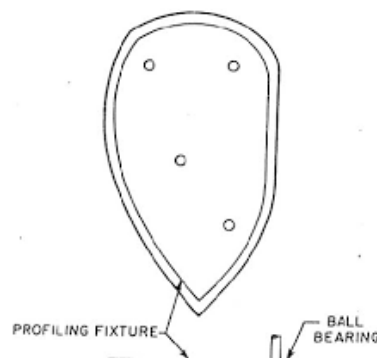
- c. *Fixture indexing*, digunakan untuk permesinan komponen yang mempunyai detail permesinan untuk rongga yang detail,



Gambar 2.9 *Fixture Indexing*

Sumber (*Jig and Fixture Design*. hlm 18)

- d. *Fixture profil*, digunakan mengarahkan perkakas untuk permesinan dimana mesin secara normal tidak bisa. (*Analisis Jig and Fixture*. Academia.edu)



Gambar 2.10 *Fixture profil*

Sumber (*Jig and Fixture Design*. hlm 19)

2.1.2 Tujuan Penggunaan *Fixture*

Tujuan penggunaan ditinjau dari aspek teknis dan fungsi adalah :

1. Mengalokasikan suatu pekerjaan dengan tepat,
2. Menahan benda dengan aman,
3. Meminimalisasi waktu pengerjaan,
4. Menyederhanakan pekerjaan yang rumit bagi pekerja dalam mengerjakan operasi mekanik.

2.2 Definisi Pipa

Pipa adalah sebuah selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan fluida – cairan atau gas^[1]. Terminologi pipa biasanya disamakan dengan istilah *tube*, namun biasanya istilah untuk pipa memiliki diameter lebih dari 3/4 inch. Berdasarkan standard dalam pembuatannya, pipa biasanya di dasarkan pada diameter nominalnya, ia biasanya memiliki nilai *outside diameter* (OD) atau diameter luarnya tetap sedangkan untuk tebalnya menggunakan istilah *schedule* yang memiliki nilai bervariasi.

Menurut Pranowo Sidi dan M. Thariq Wahyudi (2012) Perpipaan adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain. Dalam sebuah pipa atau lebih tepatnya sistem pemipaan, kita akan mengenal istilah NPS. NPS yang memiliki kepanjangan dari *Nominal Pipe Size* adalah istilah yang menunjukkan diameter nominal (bukan ukuran sebenarnya) dari sebuah pipa. Maksudnya nominal disini adalah hanya angka standar yang digunakan sebagai satuan umum. Contohnya adalah ketika kita menyebutkan pipa 2” (dua inch) maka pipa tersebut memiliki ukuran sekitar dua in, namun ukuran aslinya bila di ukur tidak tepat dua in. Nilai dua in tersebut hanya nominal yang di gunakan untuk menyebutkan jenis pipa agar baik penjual atau pemakai sama sama tahu, tetapi bukan ukuran sebenarnya^[2].

Pipa sendiri di bedakan menjadi dua istilah, *piping* dan *pipeline*. *Piping* di gunakan untuk istilah pipa yang mengalirkan dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang berdekatan, sedangkan pipa yang digunakan berukuran relatif kecil.

Sedangkan *pipeline* istilah tersebut digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu fasilitas (plant) ke plant yang lain, dan biasanya ukurannya sangat besar.

Fungsi pipa yaitu sebagai sarana untuk menyalurkan bahan fluida cair, gas maupun uap dari suatu tempat ke tempat tertentu dengan mempertimbangkan efek, temperature dan tekanan fluida yang dialirkan, lokasi serta pengaruh lingkungan sekitar. Selain fungsi di atas jenis pipa tertentu bisa juga digunakan sebagai konstruksi bangunan gedung, gudang dan lain-lain.

2.2.1 Jenis – Jenis Pipa

Dari sekian jenis pembuatan pipa, mulai dari material hingga kegunaannya pada umumnya pipa dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

- 1) Jenis pipa tanpa sambungan, merupakan pembuatan pipa tanpa sambungan pengelasan.
- 2) Jenis pipa dengan sambungan, adalah pembuatan pipa dengan cara sambungan yang dilakukan dengan cara pengelasan.

2.2.2 Bahan - Bahan Pipa

Secara umum bahan - bahan pipa yang dimaksud disini adalah struktur bahan baru pipa tersebut atau material yang digunakan pada saat pembuatan awal pipa dan dapat dibagi secara umum sebagai berikut :

1. Besi (*steel*)



Gambar 2.11 Pipa Besi

Sumber (www.isibangunan.com)

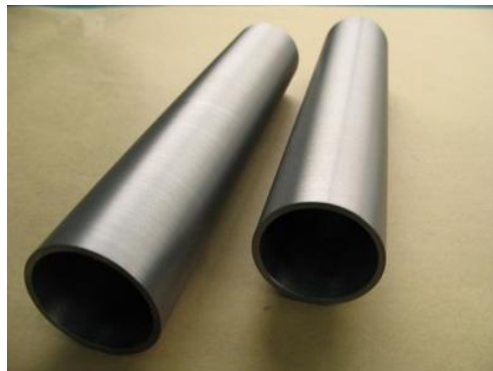
2. Baja Karbon (*carbon steel*)



Gambar 2.12 Pipa Baja Karbon

Sumber (www.isibangunan.com)

3. Molibdenum karbon (*carbon moly*)



Gambar 2.13 Pipa Carbon Moly

Sumber (www.id.molybdenum1.com)

4. Galvanees



Gambar 2.14 Pipa Galvanees

Sumber (www.fobuma.com)

5. Ferro Nikel



Gambar 2.15 Pipa Ferro Nikel

Sumber (www.tankii.en.alibaba.com)

6. Stainlees Steel



Gambar 2.16 Pipa *Stainless Steel*

Sumber (www.suryalogam.com)

7. PVC (*Polyvinyl Chloride*)



Gambar 2.17 Pipa PVC

Sumber (www.jualo.com)

8. Chrome moly



Gambar 2.18 Pipa *Chrome Moly*

Sumber (www.indonesian-alloysteel-pipe.com)

2.3 Pemotongan

Pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih melalui aplikasi gaya yang terarah melalui luas bidang permukaan yang kecil. Benda yang umum digunakan untuk memotong adalah pisau, gergaji dan gunting. Pada umumnya setiap benda yang tajam mampu memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dan diaplikasikan dengan gaya yang signifikan.

Pengerjaan pemotongan sendiri sebenarnya tidaklah sulit, namun bukan berarti bisa dilakukan sembarangan. Pipa besi berbentuk silinder memiliki permukaan yang licin. Pada saat memotongnya, mungkin saja pipa akan bergeser atau berputar dan tentunya hal ini akan sangat berbahaya. Pipa besi merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung aktifitas sehari – hari bagi masyarakat dan industri, banyaknya kasus kerusakan pipa seperti kebocoran, penyok, bengkak atau menggelembung, terkorosi, dan jenis kerusakan lainnya, hal ini sangat mengganggu dan berdampak secara ekonomi (Sambodo Arif Wibowo, Erna Setianingrum, 2017:1). Salah satu penyebab dari banyaknya kasus tersebut adalah hasil pemotongan pipa besi yang kurang baik.

Adapun media atau alat yang biasa dipakai untuk memotong sebuah pipa yaitu gergaji besi, gerinda, las asetelin atau paling elit yaitu menggunakan *Plasma Cutting*. Akan tetapi penggunaan *plasma cutting* sangatlah mahal dan biasanya

yang menggunakan alat ini adalah perusahaan besar dan membutuhkan pemotongan yang sangat bagus serta teliti. Penggunaan gerinda adalah yang biasa dipakai untuk kalangan kebawah untuk melakukan pemotongan pada sebuah pipa.

2.3.1 Mesin Gerinda

Gerinda pada dasarnya adalah proses mekanik yang menimbulkan temperatur tinggi dan reaksi kimia pada permukaan benda kerja. Proses gerinda permukaan terdapat energi yang dikeluarkan dalam bentuk perpindahan panas di sepanjang permukaan benda kerja (Arya Mahendra Sakti : 2010).

Mesin Gerinda merupakan salah satu jenis mesin perkakas dengan mata potong jamak, dimana mata potongnya berjumlah sangat banyak yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Adapun jenis jenis atau pembagian dari mesin gerinda adalah sebagai berikut:

1. Gerinda Duduk

Fungsi utama gerinda duduk adalah untuk mengasah mata bor, tetapi dapat juga digunakan untuk mengasah pisau lainnya, seperti mengasah pisau dapur, golok, kampak, arit, mata bajak, dan perkakas pisau lainnya. Selain untuk mengasah, gerinda duduk dapat juga untuk membentuk atau membuat perkakas baru, seperti membuat pisau khusus untuk meraut bambu, membuat suku cadang mesin jahit, membuat obeng, atau alat bantu lainnya untuk reparasi turbin dan mesin lainnya.



Gambar 2.19 Mesin Gerinda Duduk

Sumber (www.kliklodok.com)

2. Gerinda Potong

Mesin gerinda potong (*drop saw*) merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat ataupun pipa. Roda gerinda yang digunakan adalah piringan gerinda tipis yang diputar dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.



Gambar 2.20 Mesin Gerinda Potong

Sumber (www.alatsmk.com)

3. Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain.



Gambar 2.21 Gerinda Tangan

Sumber (www.bukalapak.com)

2.3.2 Roda Gerinda

Roda Gerinda memiliki spesifikasi khusus dan juga bentuk-bentuk yang beragam. Tujuan adanya spesifikasi dari roda gerinda adalah mempermudah memilih jenis roda gerinda yang sesuai dalam pengerjaan suatu benda kerja tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan roda gerinda adalah :

- a. Jenis material benda kerja
- b. Jenis pengerjaan(basah/kering)
- c. Bentuk benda kerja
- d. Tujuan pengerjaan
- e. Mesin yang digunakan

Dari berbagai bentuk roda gerinda sebenarnya bahan utamanya hanya terdiri dari dua jenis pokok, yaitu butiran bahan asah/pemotong(abrasive) dan perekat (bond). Fungsi roda gerinda sebagai berikut:

- a. Untuk penggerindaan silindris, datar dan profil.
- b. Menghilangkan permukaan yang tidak rata.
- c. Untuk pekerjaan finishing permukaan.
- d. Untuk pemotongan.
- e. Penajaman alat-alat potong.

Bentuk roda gerinda dibuat berdasarkan kebutuhan jenis pekerjaan, maka masing masing bentuk roda gerinda memiliki fungsi yang berbeda-beda. Terdapat beberapa macam bentuk roda gerinda diantaranya:

- a. Roda Gerinda Lurus (Straight Wheel)

Roda gerinda lurus, digunakan untuk penggerindaan datar pada mesin gerinda datar, penggerindaan silinder luar pada mesin gerinda silinder, dan penggerindaan alat-alat potong perkakas tangan pada mesin gerinda bangku/pedestal.



Gambar 2.22 Roda Gerinda Lurus

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

b. Roda Gerinda Silinder (Cylinder Wheel)

Roda gerinda silinder, digunakan untuk penggerindaan diameter dalam dengan posisi spindel vertikal atau horizontal.



Gambar 2.23 Roda Gerinda Silinder

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

c. Roda Gerinda Tirus Satu Sisi (Tappered One Side Wheel)

Roda gerinda turus satu sisi, digunakan untuk penggerindaan alur miring satu sisi dan mengasah pisau mesin perkakas.

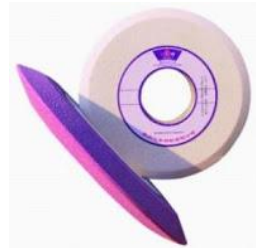


Gambar 2.24 Roda Gerinda Tirus Satu Sisi

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

d. Roda Gerinda Tirus dua sisi (Tappered Two Side Wheel)

Roda gerinda tirus dua sisi, digunakan untuk penggerindaan alur bentuk V dan roda gigi.



Gambar 2.25 Roda Gerinda Tirus dua sisi

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

e. Roda Gerinda Pengurangan Satu Sisi (Recessed One Side Wheels).

Roda gerinda pengurangan satu sisi, digunakan untuk penggerindaan permukaan bidang datar dengan posisi spindel datar atau horizontal.



Gambar 2.26 Roda Gerinda Pengurangan Satu Sisi

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

f. Roda Gerinda Pengurangan Dua Sisi (Recessed Two Side Wheels)

Roda gerinda pengurangan dua sisi, digunakan untuk penggerindaan datar dengan posisi spindel tegak atau vertikal.



Gambar 2.27 Roda Gerinda Pengurangan Dua Sisi

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

g. Roda Gerinda Piring (Dish Wheels)

Roda gerinda piring, memiliki ciri-ciri bidang potongnya berbentuk lurus.

Roda gerinda jenis ini digunakan untuk penggerindaan alat-alat potong.



Gambar 2.28 Roda Gerinda Piring

Sumber (www.teknikpermesinan-smk.com)

2.3.3 Ukuran Butiran Bahan Asah

Semua jenis bahan asah roda gerinda sebelum dibuat menjadi roda gerinda terlebih dahulu dipilih dan disaring untuk mendapatkan ukuran butiran tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan besar ukurannya butiran asah dapat dikelompokkan menjadi kelompok-kelompok kasar, halus, sangat halus, sampai tepung.

Tabel 2.1 Daftar Kelompok Ukuran Butiran Asah

Kasar	Sedang	Halus	Sangat Halus	Tepung
1	30	70	150	280
12	36	80	180	320
14	46	90	220	400
16	60	100	240	500
20	-	120	-	600
24	-	-	-	800
-	-	-	-	1200

Sumber : Modul Teknologi Mekanik II, 2017

2.3.4 Spesifikasi Roda Gerinda

Butiran – butiran roda gerinda berbeda-beda jenisnya dan setiap jenis mempunyai ukuran dan susunan yang bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Bahan perekatnya juga berbeda-beda. Identitas suatu roda gerinda menunjukkan menunjukkan :

1. Jenis bahan asah,
2. Ukuran butiran bahan asah,
3. Tingkat kekerasan,
4. Susunan butiran bahan asah,
5. Jenis bahan perekat.

Contoh : Identitas roda gerinda **38 A 36 L 5 V BE**

Arti identitas roda gerinda tersebut dapat dilihat seperti tertera di bawah ini:

38 : Kode Pabrik

A : Jenis Bahan Asah

A : Aluminium Oxide

B : Silicon Carbide

C : Diamond

36 : Ukuran Bahan Asah

L : Tingkat Kekerasan

Sangat Lunak : E, F, G.

Lunak : H, I, J, K.

Sedang : L, M, N, O.

Keras : P, Q, R, S.

Sangat Keras : T, U, W, Y.

5 : Susunan Butiran Bahan Asah

Rapat : 0, 1, 2, 3.

Sedang : 4, 5, 6

Renggang : 7, 8, 9, 10, 11, 12.

V : Jenis Bahan Perekat

V : Vitrified

S : Silicate

E : Shellac

R : Rubber

B : Resinoid

BE : Kode Pabrik untuk penggerindaan khusus atau pilihan dari pabrik.

2.4 Pemilihan Bahan

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebagai faktor pertimbangan dalam pemilihan bahan ini adalah :

1. Sifat Mekanis Bahan

Untuk merencanakan sesuatu alat bantu terlebih dahulu harus mengetahui sifat mekanis bahan yang akan digunakan dalam menerima beban, tegangan, gaya yang terjadi dan lain-lain.

2. Sifat Fisis Bahan

Untuk menentukan bahan yang akan digunakan sifat-sifat fisis bahan juga perlu dipertimbangkan. Sifat-sifat fisis bahan ini berupa kekerasan, ketahanan terhadap korosi, titik leleh, dan lain-lain.

3. Sifat Teknis Bahan

Hal ini perlu dipertimbangkan pula agar dapat mengetahui bahan yang kita gunakan dapat dilakukan proses permesinan atau tidak.

4. Mudah di dapat di Pasar

Bahan yang dipilih tentu perlu ditinjau apakah bahan tersebut mudah didapatkan atau tidak. Hal ini bertujuan untuk mudah di realisasikan pada perencanaan yang telah direncanakan.

5. Ekonomis

Bahan komponen yang dipilih hendaknya dicari bahan yang harganya relatif rendah. Hal ini bertujuan untuk menekan biaya produksi dan harga jual produk.

6. Mudah dikerjakan

Bahan komponen yang dikerjakan hendaknya dapat dikerjakan dengan alat-alat mesin yang ada, seperti : mesin bubut, mesin bor, mesin gerinda, dan lain-lain.

7. Sesuai Fungsi

Bahan komponen yang dipilih harus sesuai dengan fungsinya agar tercapai sistem kerja alat yang benar sesuai dengan perencanaan.

2.5 Komponen-Komponen Alat Penepat (*fixture*)

Pada pembuatan alat penepat (*fixture*) ini diperlukan komponen – komponen sebagai berikut :

1. Besi Hollow

Besi yang digunakan berukuran 35 mm x 35 mm x 2 mm. Komponen ini berperan penting pada alat karena pada tiap bagian alat ini rata-rata dibuat dengan besi hollow ini. Besi ini dipilih karena harganya yang cukup terjangkau dengan berat yang cukup ringan.



Gambar 2.29 Besi Hollow

Sumber (www.arsiteki.com)

2. Roda Kastor

Roda digunakan untuk memudahkan pekerja dalam menggerakkan alat penepat pada proses bekerja. Roda kastor dipilih karena menghindari terjadinya korosi ataupun cacat lainnya, karena apabila terdapat kecacatan sehingga roda tidak bulat sempurna. Maka pergerakan dari alat penepat akan terganggu.



Gambar 2.30 Roda

Sumber (www.shopee.co.id)

3. *Long Threaded Rod*

Long Threaded Rod atau batang berulir digunakan sebagai alat untuk memutar sekaligus sumber gaya pencekam pada alat. Bahan ini dipakai karena terbilang cukup kuat karena terbuat dari baja ringan galvanis dengan ukuran yang bervariasi.



Gambar 2.31 Batang Ulir

Sumber (www.histeel.co.id)

4. *Engsel Stainless Steel*

Engsel digunakan untuk melakukan pergerakan perbesaran dan pengencilan pada lengan. Engsel ini dipakai karena pemakaiannya mudah dan membuat pergerakan alat menjadi lebih praktis.



Gambar 2.32 Engsel

Sumber (www.arsiteki.com)

5. Mur

Mur digunakan sebagai pengganti ulir dalam pada *body* penghubung kedua *arm* sehingga batang ulir bisa menggerakkan *arm* naik dan turun. Dan juga mur dipakai sebagai penghubung antar bagian pada alat ini.



Gambar 2.33 Mur

Sumber (www.tokopedia.com)

6. Baut

Sebagai media tempat dipasangkannya komponen penghubung antara rangka *body* utama dan rangka lengan. Baut yang dipakai terbuat dari besi dengan ukuran 8 dan 10 mm sehingga cukup untuk kuat sebagai sambungan antar bagian pada alat.



Gambar 2.34 Baut

Sumber (blog.klikmro.com)

2.6 Beban Yang Terjadi dan Rumus Perhitungan

Dalam pembuatan Alat Penepat Pemotong pada Pipa Ø18 inch – Ø20 inch ketebalan maksimal 3 mm, harus diketahui beban dan gaya apa saja yang bekerja pada setiap komponen dari rancang bangun alat tersebut, karena adanya beban dan gaya yang bekerja, maka tegangan-tegangan yang terjadi adalah sebagai berikut :

1. Tegangan Geser

Tegangan ini terjadi pada sambungan keling yang menghubungkan komponen satu dengan yang lain bertujuan untuk menyatukan komponen tersebut. Seperti penyambungan roda dengan besi hollow.

2. Tegangan Normal

Benda yang mengalami atau mendapat beban (F) yang besar dan menuju dalam, arahnya sejajar sumbu batang serta tegak lurus luas penampang (A), maka benda tersebut mengalami tegangan tekan.

3. Gaya Cekam

Objek yang akan diuji akan mengalami pencekaman dari alat penepat yang dibuat. Pencekaman ini dilakukan oleh 2 lengan sekaligus 8 roda yang akan memaksimalkan pencekaman pada objek yang diuji.

2.7 Dasar Perhitungan pada Alat

Perhitungan yang ada pada alat dapat dihitung dengan rumus – rumus berikut:

1. Gaya Cekam

$$P = \frac{W}{2 \times \mu_s} \dots\dots\dots(2.1 \text{ Lit.2, hal.9})$$

Keterangan : P = Gaya cekam

W = Berat benda kerja (Kg)

μ_s = Koefisien gesek (mm^2)

(Nilai koefisien gesek didapat pada tabel lampiran 10)

2. Kekuatan Las

a. Tegangan Sambungan

$$\tau_t = \frac{6 \times P \times H}{0,7 \times 2 \times t \times i^2} \dots\dots\dots(2.2 \text{ Lit.4, hal.2})$$

b. Luas Penampang Las

$$A = t \times i \dots\dots\dots(2.3 \text{ Lit.4, hal.2})$$

c. Tegangan Geser

$$\tau_s = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.4 \text{ Lit.4, hal.2})$$

d. Kekuatan Sambungan Las

$$\sigma = t \times i \times \tau_t \dots\dots\dots(2.5 \text{ Lit.3, hal.279})$$

$$e. \sigma_{\text{total}} = \sqrt{(\tau_s)^2 + (\tau_t)^2} \dots\dots\dots(2.6 \text{ Lit.4, hal.2})$$

$$f. \text{ Tegangan Ijin} = \frac{\sigma_t}{SF} \dots\dots\dots(2.7 \text{ Lit.4, hal.2})$$

Keterangan :

P = Beban total yang di topang (Kg)

H = Panjang setengah dari lengan (mm)

t = Tebal material (mm)

i = panjang sisi material (mm)

τ_t = Tegangan sambungan (Kg/mm²)

τ_s = Tegangan geser (Kg/mm²)

3. Kekuatan Baut dan Mur

$$\sigma_{t1} = \frac{W}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.8 \text{ Lit. 5, hal.296})$$

$$\sigma_{t2} = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \times (0,8 \times d)^2} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.8 \text{ Lit. 5, hal.296})$$

Keterangan :

σ_{t1} = Tegangan tarik pada diameter inti d_1 (Kg/mm²)

σ_{t2} = Tegangan yang diizinkan (Kg/mm²)

W = Beban tarik aksial pada baut (Kg)

d_1 = Diameter inti (mm)

d = Diameter luar (mm)

2.8 Dasar Perhitungan Waktu Permesinan

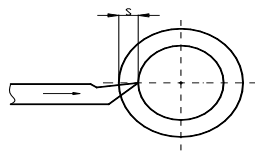
Dalam pengerjaan alat ini dibutuhkan perhitungan secara teoritis.

1. Proses pengerjaan pada Mesin Bubut

a. Bubut Muka

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.9, \text{Lit. 11, Hal 67})$$

$$t_m = \frac{r}{sr \cdot n} \dots\dots\dots(2.10, \text{Lit.11, Hal 67})$$



Gambar 2.35 Bubut Muka

Keterangan :

n = Putaran poros utama/benda kerja (rpm)

Vc = Kecepatan potong (m/mnt)

d = Diameter benda kerja (mm)

t_m = Waktu pemotongan (mnt)

r = Jari-jari benda kerja (mm)

sr = Gerak makan (mm/rev)

b. Bubut Luar

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.11, \text{Lit. 11, Hal 66})$$

$$t_m = \frac{L}{sr \cdot n} \dots\dots\dots(2.12, \text{Lit. 11, Hal 66})$$

Keterangan :

n = Putaran poros utama/benda kerja (rpm)

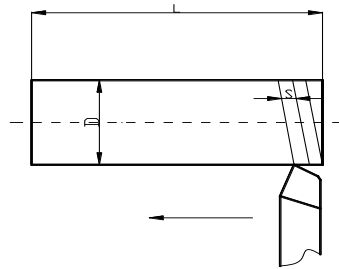
Vc = Kecepatan potong (m/mnt)

d = Diameter cutter (mm)

t_m = Waktu pemotongan (mnt)

L = Panjang benda kerja (mm)

s_r = Gerak makan (mm/rev)



Gambar 2.36 Bubut Luar

2. Pengerjaan pada Mesin Bor

Rumus yang akan kita gunakan dalam pengerjaan pada mesin bor adalah:

$$t_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(2.13, \text{Lit. 11 Hal 48})$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.14, \text{Lit. 11, Hal 48})$$

Keterangan :

n = Putaran poros utama (rpm)

v = Kecepatan potong (m/menit)

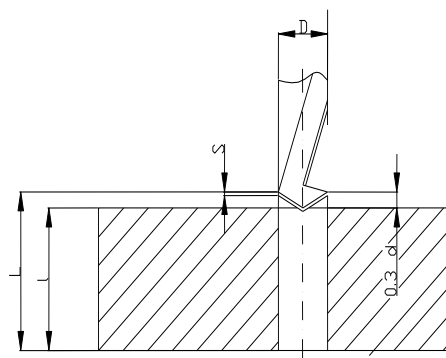
d = Diameter benda kerja (mm)

t_m = Waktu pengerjaan (menit)

L = Kedalaman pemakanan (mm)

$$= I + 0,3d$$

S_r = Gerak makan (mm/put)



Gambar 2.37 Proses Pengeboran

3. Pengerjaan pada Mesin *Bending*

Rumus yang akan kita gunakan dalam pengerjaan pada mesin *bending* adalah:

$$L = \alpha + (p_1 + q_1 \times \frac{s}{2}) \frac{\pi \cdot \alpha_1}{180^\circ} + b \dots \dots \dots (2.15, \text{Lit. 12 Hal 52})$$

Keterangan :

L = Panjang yang dibutuhkan (mm)

α = Panjang 1 (mm)

p_1 = Radius 1

q_1 = *Correction Factor*

s = *Thickness*

α_1 = Sudut terbentuk

b = Panjang 2 (mm)

2.8 Dasar Perhitungan Biaya Produksi

Perhitungan yang terdapat pada biaya produksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus – rumus sebagai berikut :

a. Biaya Material

Harga material yang digunakan ditentukan dari berat material tersebut, berikut rumus untuk menentukan harga dari sebuah material :

$$W = V \times \rho \dots \dots \dots (2.16, \text{Lit. 12, Hal 85})$$

Keterangan :

W = Massa bahan (kg)

V = Volume bahan (mm³)

ρ = Massa jenis bahan (kg/mm³)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$TH = HS \times W \dots \dots \dots (2.17, \text{Lit. 12, Hal 86})$$

Keterangan :

TH = Total harga per material (Rupiah)

HS = Harga satuan per Kg

W = Massa material (Kg)

b. Biaya Listrik

Untuk menentukan biaya pemakaian listrik dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$B = T_m \times BL \times P \dots\dots\dots(2.18, \text{Lit. 13, Hal 44})$$

Keterangan :

B = Biaya listrik (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

BL = Biaya pemakaian listrik = Rp 1.352 / Kwh (Sumber:lifepal.co.id)

P = Daya mesin (Kw)

Tabel 2.2 Tarif Listrik

Golongan Tarif Listrik	Batas Daya	Biaya Pemakaianr
R-1M/TR	451 - 900 VA	Rp. 1.352/ kWh
R-1/TR	901 - 1.300 VA	Rp. 1.467,28/ kWh
R-1/TR	1.301 - 2.200 VA	Rp. 1.467,28/ kWh
R-2/TR	2.201 - 5.500 VA	Rp. 1.467,28/ kWh

Sumber : Kementrian ESDM

c. Biaya Operator

Dalam menentukan upah operator harus sesuai dengan standar upah yang telah ditetapkan.

$$BO = S \times T \dots\dots\dots(2.19, \text{Lit. 13, Hal 45})$$

$$S = UMP/JK \dots\dots\dots(2.20, \text{Lit. 13, Hal 45})$$

Dimana:

BO = Biaya Operator

S = Upah/ jam

T = Total pengerjaan (jam)

UMP = Upah Minimum Provinsi Sumatera Selatan Rp 3.043.111,-

(Sumber : sumsel.tribunnews.com)

JK = Jam Kerja dalam Sebulan (Terhitung Senin-Sabtu 8 Jam)

d. Biaya Sewa Mesin

Rumus yang digunakan antara lain :

$$BM = T_m \times B \dots\dots\dots (2.21, \text{Lit. 12, Hal 88})$$

Dimana :

BM = Harga sewa mesin (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

B = Harga sewa mesin/ jam (Rp)

e. Biaya Tak Terduga (Perencanaan)

Biaya tak terduga dikenakan sebesar 15% dari biaya material dan sewa mesin = 15% (Biaya material + Biaya Komponen + Biaya Sewa Mesin)..... (2.16, Lit. 12, Hal 89)

f. Total Biaya Produksi

Biaya produksi dari alat pemotong pipa ini adalah akumulasi dari biaya material, biaya listrik, biaya sewa mesin, biaya operator.

$$= \text{Biaya Material} + \text{Biaya Komponen} + \text{Biaya Sewa Mesin} + \text{Biaya Operator} + \text{Biaya Tak Terduga} \dots\dots\dots (2.22, \text{Lit. 12, Hal 89})$$

g. Keuntungan

Keuntungan dihitung sebesar 25% dari biaya produksi alat.

$$= 25\% \times \text{Biaya Produksi} \dots\dots\dots (2.23, \text{Lit. 12, Hal 89})$$

h. Harga Jual

Harga jual dari alat pemotong pipa ini adalah akumulasi dari biaya produksi, biaya tak terduga (perencanaan) dan keuntungan.