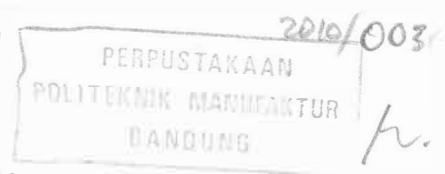


26 JAN 2010



**PEMBUATAN ALAT BANTU *BENDING TOOL*
BAR FOOTREST UNTUK PIJAKAN KAKI
SEPEDA MOTOR YAMAHA VEGA R**

Oleh

IRWAN dan ALVIN FITRA

Staff Pengajar

Jurusan Teknik Manufaktur

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan 21 Dago – Bandung 40135

e-mail : polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Bar Footrest adalah salah satu komponen pada motor Yamaha Vega R berfungsi untuk pijakan kaki. *Bar footrest* ini dibuat menggunakan material SS 400 berbentuk poros pejal berdiameter 14 mm dengan panjang 683 mm. Untuk memenuhi permintaan pasar pihak PT Yamaha bekerja sama dengan PT. Alpindo Mitra Baja untuk memproduksi produk tersebut. Produk *Bar footrest* dikerjakan dengan menggunakan alat bantu yang berupa *press tool* jenis *bending tool*. Adapun alur proses sebagai berikut : poros pejal yang sudah dipotong sebelumnya dengan ukuran sesuai produk diletakan di *bending tool*, dilakukan proses penekanan dengan menggunakan mesin *press* untuk mendapatkan bentukan profil yang diinginkan. Tujuan dari penggunaan proses *bending tool* ini adalah untuk mendapatkan ukuran produk yang seragam dan presisi, karena produk ini akan *diassembling* dengan komponen lain, dan dapat membuat bentuk-bentuk dengan tingkat profil yang sulit dalam waktu yang relatif singkat. Selain itu juga tidak menyebabkan poros hasil pembentukan (*bending*) cacat atau retak selama masih berada dalam daerah *plastis* material yang diinginkan. *Bending Tool* dirancang dan dibuat dengan kuat dan rigid untuk menahan gaya tekuk yang terjadi selama proses *bending*, sehingga tidak menyebabkan bagian-bagian aktif *tool* retak atau aus terutama pada *punch* dan *diesnya*. Semua proses pengerjaan *bending tool* ini dikerjakan di PT. Alpindo Mitra Baja. Dengan dibuatnya alat bantu ini dapat mengatasi permasalahan yang ada dan sangat membantu untuk proses produksi.

I. Pendahuluan

Bar footrest berbentuk poros dengan diameter 14 mm, berfungsi sebagai pijakan kaki pengendara motor. Untuk memenuhi kebutuhan produk dari PT. Yamaha, PT. Alpindo Mitra Baja sebagai perusahaan rekanan memproduksi produk tersebut dengan menggunakan alat bantu penekan (*press tool*) yang berbentuk *bending tool*.

Press tool adalah suatu alat bantu pemotongan atau pembentukan benda kerja berupa lembaran atau poros dengan menggunakan mesin *press*. *Bending* adalah proses pembentukan benda kerja dengan cara di tekuk, dimana terjadi pemuluran/peregangan secara menyeluruh disekitar sumbu bidang netral dan tegak lurus terhadap arah panjang benda kerja tersebut. Produk hasil *bending* ini harus mempunyai kepresisian yang cukup baik karena harus *diassembly* dengan produk lain

seperti *bracket side stand* dan *bracket footrest 1*.

Alat bantu ini disebut *bending tools* dengan produknya "*bar footrest*". Pembuatan *bending tool* ini dilakukan oleh PT. Alpindo Mitra Baja (AMB) sendiri yang dibeban tugaskan pada divisi *Engineering*. *Bending tool* ini digunakan untuk *membending* poros dengan diameter 14 mm. Pembuatan *bending tool* ini bertujuan agar produk yang dihasilkan seragam, kuantitasnya banyak dengan kualitas yang sesuai standar. Prinsip kerja dari alat *bending tool* ini, adalah alat bantu dipasang di mesin *press*, lalu poros dengan ukuran dan spesifikasi yang telah ditentukan diletakkan pada bagian pembentuk *bending tool* kondisi terbuka, lalu mesin *press* menekan *bending tool*, kemudian setelah mesin *press* tidak menekan lagi produk dikeluarkan dari *press tool*. Proses

perancangan dan pembuatan dikerjakan sepenuhnya di PT. Alpindo Mitra Baja.

II. Tujuan

Tujuan dari pembuatan *bending tool* "bar footrest" adalah :

- untuk memproduksi produk (bar footrest) dengan spesifikasi sesuai toleransi (kualitas) dan jumlah permintaan (kuantitas) yang dibutuhkan.

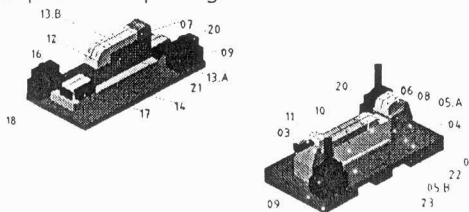
Disamping itu juga pembuatan alat ini bertujuan untuk menghasilkan produk dalam jumlah massal, menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk agar sama, waktu pengerjaan yang singkat Dengan dibuatnya peralatan ini pula dapat menghemat biaya produksi, menurunkan harga produk, dan produktivitas meningkat. Prinsip kerja alat *bending tool* ' Bar footrest ' ini adalah *bending tool* dipasang di mesin *press* sesuai dengan kapasitas mesin. Setelah terpasang bahan/ Material SS 400 berbentuk poros dengan diameter 14 mm dan panjang 683 mm diletakkan pada bagian pembentuk *bending tool* (antara *punch* dan *dies*) dimana sebelumnya alat *press tool* tersebut kondisi terbuka. Kemudian mesin *press* ditekan dengan kekuatan dan batas penekanan yang sudah diatur. Lalu mesin *press* diangkat, produk hasil penekanan dikeluarkan secara manual dengan tangan, dan terakhir produk tersebut diperiksa hasilnya.

III. Bahan dan Metoda

Bahan

Bentuk dan dimensi *bending tool* "Bar Footrest"

Bentuk dari *bending tool* " Bar footrest " dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Konstruksi *bending tool* " Bar footrest "

Tabel Bahan Komponen *Bending Tool*

No.	Nama	Fungsi komponen	Bahan
1	<i>Die set</i>	Dudukan punch dan die yang langsung berhubungan	Komponen standar (mild steel, EMS)

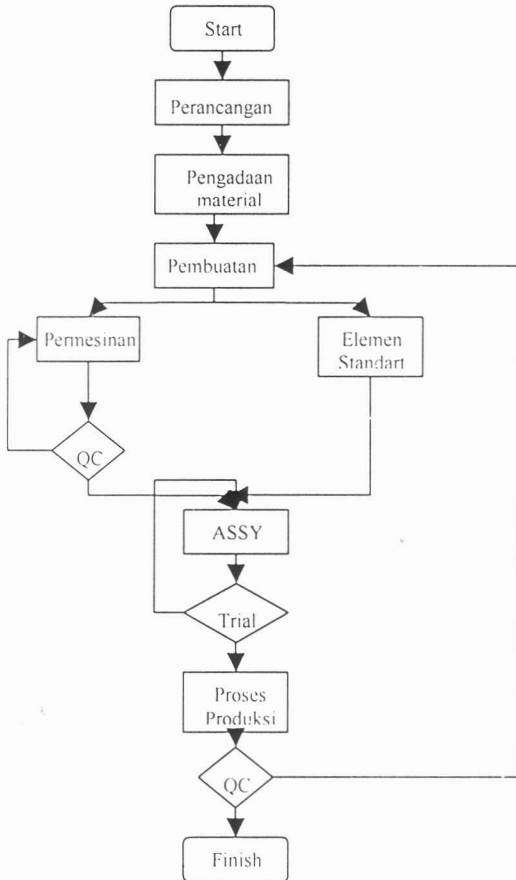
		dengan mesin <i>press</i>	45)
2	<i>Punch</i>	Pembentuk bagian atas	SLD-KNL (dikeraskan)
3	<i>Locator</i>	Menepatkan strip material yang akan dibentuk	EMS 45 (dikeraskan permukaan)
4	<i>Die</i>	Pembentuk bagian bawah	SLD-KNL (dikeraskan)
5	Pena Penyentak	Mendorong produk keluar dari die	EMS 45 (dikeraskan)
6	<i>Shedder</i>	Sebagai penjepit material dan pelepas produk dari die	EMS 45 (dikeraskan)
7	Pegas Tekan	Bagian dari pena penyentak berfungsi untuk menahan pena penyentak	Baja pegas (standar)

Selain komponen yang terdapat dalam daftar tersebut diatas, masih terdapat beberapa komponen lain pada *bending tool* yang kebutuhannya tergantung dari kelengkapan konstruksi yang diinginkan. Misalnya komponen dari konstruksi penekan seperti *stripper*, *pad* atau *shedder*, demikian pula halnya dengan elemen standar seperti *die-set* yang diperlukan untuk dudukan pada mesin *press* serta kemudahan pada pengassemblingan komponen utama.

Metoda

Pembuatan *bending tool* " bar footrest " dilakukan dengan beberapa tahapan. Adapun diagram alir dari proses pembuatan *bending tool* ini adalah sebagai berikut:

Diagram Alir proses pembuatan *bending tool*



Dari diagram alir di atas dapat diperjelas bahwa, setelah melakukan proses perancangan, untuk pengerjaan komponen-komponen tidak standar dikerjakan dengan proses pemesinan. Adapun pengerjaan dilakukan dengan menggunakan mesin bor, mesin frais, mesin bubut, mesin gerinda datar, dan juga dikerjakan proses perlakuan panas (*heat Treatment*). Untuk elemen standar pengadaan dilakukan dengan pembelanjaan.

Untuk pembuatan Bending tool salah satu yang harus diperhatikan adalah aliran bahan/ material. Aliran material logam terjadi pada daerah plastis, ketika gaya penekukan aktif melebihi batas mulur (R_e) tetapi masih dibawah batas kekuatan tariknya (R_m), maka logam tersebut tertekuk. Ketika material ditekan mendekati batas kekuatan tariknya, maka struktur material akan melemah karena mengalami perubahan memanjang secara proposional.

Elemen dasar tekuk

- Radius Tekuk (Bending Radius)
Radius tekuk adalah radius yang terbentuk pada permukaan sisi dalam produk tekukan dengan pusat radius terletak pada sumbu tekuk.
- Sumbu tekukan
Sumbu tekukan adalah garis teoritis (garis maya) pada pelat yang ditekuk, terentang sepanjang lebar tekukan dan menjadi pusat radius tekukan.
- Garis tekukan
Garis tekukan adalah garis maya yang posisinya dibayangkan sebagai batas daerah radius tekukan mulai terbentuk. Garis ini terbentang sepanjang lebar tekukan.
- Sudut tekuk
Sudut tekuk merupakan besar sudut yang diperlukan untuk menekuk pelat tersebut dari kondisi awal (dalam keadaan datar) sehingga menjadi bentuk tekukan.
- Area tekukan
Area tekukan adalah area yang terbentuk karena peregangan atau area tempat terjadinya peregangan pemuluran material akibat tekukan. Besarnya area tekukan bergantung pada besarnya sudut tekukan, tebal pelat dan radius tekuknya.
- Bidang netral/Sumbu netral
Bidang netral adalah bidang maya yang membagi ketebalan pelat tekukan menjadi dua daerah kerja yang berbeda.
- Kelonggaran tekukan
Kelonggaran tekukan merupakan panjang dari bidang netral dimana panjang tersebut dapat dihitung berdasarkan rumus perhitungan keliling busur.

$$B = \frac{\alpha}{360^\circ} 2\pi(r_i + k.t)$$

Gambar 2. Kelonggaran tekukan

Keterangan gambar

B : kelonggaran tekukan

(sepanjang sumbu netral) [mm]

α : Sudut tekan [°]

r1: Radius dalam tekukan [mm]

k : Konstanta (lokasi sumbu netral)

t : Tebal pelat [mm]

Harga ' k ' ditetapkan berdasarkan pada tebal pelat dan radius dalam tekukan dengan ketentuan sebagai berikut :

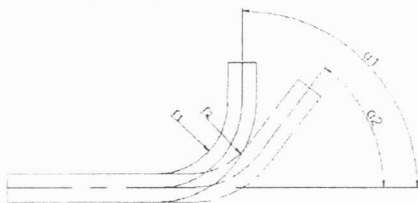
1. jika $r1 < 2t$ maka nilai konstanta $k = 0,33$

2. jika $r1 \geq 2t$ maka nilai konstanta $k = 0,40$

untuk pekerjaan yang presisi dimana toleransi halus sangat penting. Maka kelonggaran tekukan ditentukan terlebih dahulu oleh percobaan. Untuk kebanyakan pelat logam, kelonggaran dapat ditentukan dengan anggapan bahwa nilai k bervariasi mulai dari $1/3 - 1/2$ tergantung dari perbandingan ' t ' terhadap ' r1 '.

g. *Springback*

Springback adalah kemampuan material menahan gaya tekan penekukan dan mempertahankan kondisi material kembali ke posisi semula dalam batas *elastis* material. Setelah tekanan penekukan yang diberikan pada pelat logam dilepaskan, sudut tekukan α_1 berkurang menjadi α_2 dan radius tekukan r_1 bertambah menjadi r_2 karena tegangan *elastic* dalam pelat juga dilepaskan.



Gambar 3. *Springback*

r1: radius tekukan benda kerja setelah penekukan

r2 : radius mesin *bending* (radius tekukan benda kerja)

α_1 : sudut tekukan benda kerja saat penekukan

α_2 : sudut tekukan benda kerja setelah ditekukan

a. Menentukan Faktor *Springback*

Besarnya nilai pergerakan *springback* tergantung dari :

- 1). Lamanya proses penekukan
- 2). Kecepatan penekukan
- 3). Konstruksi mesin tekuk
- 4). Bahan pelat logam, arah serat material dan kekerasan benda kerja
- 5). Dimensi benda kerja, tebal pelat dan radius tekukan

Elemen-elemen *bending tool*

Gambar 4. Konstruksi Sederhana *bending tool*

Tabel komponen *Free Bending Tool*

No.	Nama	Fungsi komponen	Bahan
1	<i>Die set</i>	Dudukan punch dan die yang langsung berhubungan dengan mesin press	standar
2	<i>Punch</i>	Pembentuk bagian atas	(dikeraskan)
3	<i>Locator</i>	Menetapkan strip material yang akan dibentuk	(dikeraskan permukaan)
4	<i>Die</i>	Pembentuk bagian bawah	(dikeraskan)
5	Pena Penyentak	Mendorong produk keluar dari die	(dikeraskan)
6	<i>Shedder</i>	Sebagai penjepit material dan melepas produk dari die	(dikeraskan)
7	Pegas Tekan	Bagian dari pena penyentak berfungsi untuk menahan pena penyentak	Baja pegas (standar)

Komponen lain pada *bending tool* tergantung dari kelengkapan kontraksi yang diinginkan antara lain :

- konstruksi penekan seperti *stripper, pad* atau *shedder*,
- elemen standar seperti *die-set* yang diperlukan untuk dudukan pada mesin press serta kemudahan pada pengassemblingan komponen utama.

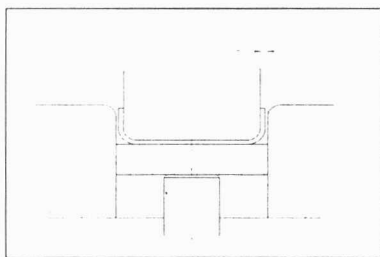
Koreksi akibat (*springback*)

Untuk mengatasi *springback*, pada sistem *bending U* dipergunakan beberapa metoda, diantaranya:

- a. *Over bending*
- b. *Convex & Gable method*
- c. *Offset punch method*
- d. *Developed corner setting*

Kelonggaran antara *Punch* dan *Dies*

Harga *Clearance* /Kelonggaran antara *Punch* dan *dies* (CI)



Gambar 5. *Clearance*

Keterangan $CI = t + 0,1.t$ per sisi
- dimana, t = tebal pelat material

Kelonggaran antara *Punch* dan *Dies*



Gambar 6. *Clearance Punch* dan *Dies*

ketentuan radius/bending pada dies

Keterangan:

- Untuk tebal pelat material ($t \leq 2,75$ mm, maka $h = \text{min } 2 \text{ s/d } \text{max } 3. t$ (tebal pelat material).
- Untuk tebal pelat material ($t \geq 3$ mm, dibuat kemiringan $\approx 45^\circ$ dengan $h \geq 2.t$
- Radius bibir *dies* $R_{\text{dies}} \geq 2.t$.

Pemilihan komponen

Untuk merancang dan membuat *press tool* harus memperhatikan antara lain :

- a. Komponen yang dibuat, yang termasuk kelompok ini biasanya adalah *punch, dies, stripper*, penglokasian, pelat atas dan pelat bawah.
- b. Komponen standar umum, yang termasuk kelompok ini adalah mur, baut, pena, dan pegas tekan.
- c. Komponen standar *press tool*, yang termasuk ini biasanya adalah set tiang pengarah, pelat atas dan pelat bawah dari besi tuang, *punch* dan *dies* (untuk pemotongan proses bentuk sederhana), yang kesemuanya dapat dipesan ke produsen pembuat komponen *press tool*.

Proses pemesinan

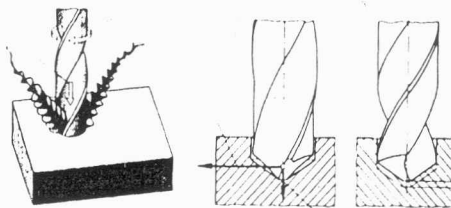
Pada pembuatan komponen *bending tool* ini, dilakukan dengan proses pemesinan yang termasuk kategori pemotongan yang menghasilkan beram. Untuk itu ada lima elemen dasar yang mempengaruhi proses pemesinan yaitu :

- Kecepatan potong (cutting speed) : v (m/min)
- Kecepatan makan (feeding speed) : vf (mm/min)
- Kedalaman potong (depth of cut) : a (mm)
- Waktu pemotongan (cutting time) : tc (min)
- Kecepatan penghasihan geram (rate of metal removal) : Z (cm³/min)

Elemen proses pemesinan tersebut (v , vf , a , tc , dan Z) dihitung berdasarkan dimensi benda kerja, alat potong dan besaran dari mesin perkakas.

Untuk membuat *bending tool* ini dilakukan proses pemesinan, antara lain:

- proses *milling, gurdi*, perlakuan panas (heat treatment) dan gerinda datar.




Gambar7. proses gurdi (*drilling*)

► Proses frais (*milling process*)

Frais adalah suatu proses pemotongan benda kerja dengan alat potong yang memiliki dua mata potong atau lebih. Prinsip kerja mesin frais adalah alat potong berputar pada sumbu spindel mesin, sedangkan benda kerja diam.

Tabel Rumus waktu proses pemesinan frais:

	$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$ $L = l + l_a + l_b + d$ $f = n \times f_z \times z$ $t_m = \frac{L \times x}{f}$
t_m = waktu permesinan (menit) x = banyaknya pemakanan d = diameter pisau frais (mm) f = pergeseran pemakanan (mm/put) l = panjang benda kerja (mm) f = kemampuan potong tiap gigi z = jumlah gigi l_a, l_b = jarak bebas pisau frais (mm)	

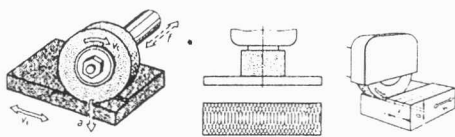
Rumus waktu proses pemesinan frais

► Proses gerinda datar (*surface grinding process*)

Gerinda adalah proses pemotongan benda kerja yang menggunakan alat potong yang terdiri dari beribu-ribu mata potong. Proses gerinda merupakan proses pemesinan yang khusus dengan ciri antara lain:

1. Kehalusan permukaan produk yang tinggi dapat dicapai dengan relatif mudah
2. Toleransi geometrik yang sempit dapat dicapai dengan mudah
3. Kecepatan penghasilan beram yang rendah
4. Dapat digunakan untuk menghaluskan dan meratakan benda kerja yang telah dikeraskan.

Proses gerinda datar (*Surface Grinding*) untuk menghasilkan permukaan *flat*.



Gambar 8. Proses gerinda datar

► Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Heat treatment adalah proses perlakuan panas yang diberikan pada benda kerja untuk mendapatkan sifat-sifat benda yang diinginkan.

Salah satu proses perlakuan panas adalah

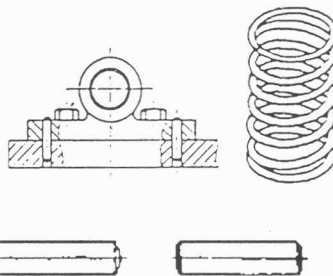
- Hardening adalah proses pengerasan logam dengan cara memanaskan logam sampai temperatur *austenisasi* dilanjutkan dengan proses *quenching* (pendinginan cepat) untuk mendapatkan struktur *martensit*. Tujuan pada proses ini adalah untuk mendapatkan struktur material yang bersifat **keras tapi rapuh**.. Faktor penting yang harus diperhatikan pada proses *hardening* yaitu:

- a. Jenis material
- b. *Heating* :
 - 1) *Pre heating*
 - 2) *Final heating*
- c. *Holding time*
- d. *Quenching*
- e. *Tempering*
- f. Jenis Material

Untuk membuat peralatan press tool ini membutuhkan :

1. Elemen mesin antara lain.:
 - 1.a elemen pengikat
 - baut-mur, pena.
 - 1.b elemen pendukung
 - pegas

Gambar elemen pengikat dan pendukung



Gambar 9. Elemen pengikat dan pendukung

IV. Hasil dan Pembahasan

Bar footrest berbentuk poros dengan diameter 14 mm, berfungsi sebagai pijakan kaki pengendara motor diproduksi dari hasil pembentukan (*bending*) dengan kepresisian yang cukup baik karena harus *disassembly* dengan produk lain seperti *bracket side stand* dan *bracket footrest 1*.

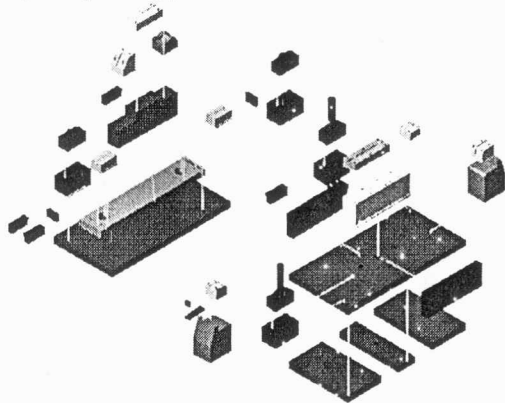
Diagram Alir Assy *Bending Tool "BaFootrest"*

Gambar 10. Produk *Bar footrest*

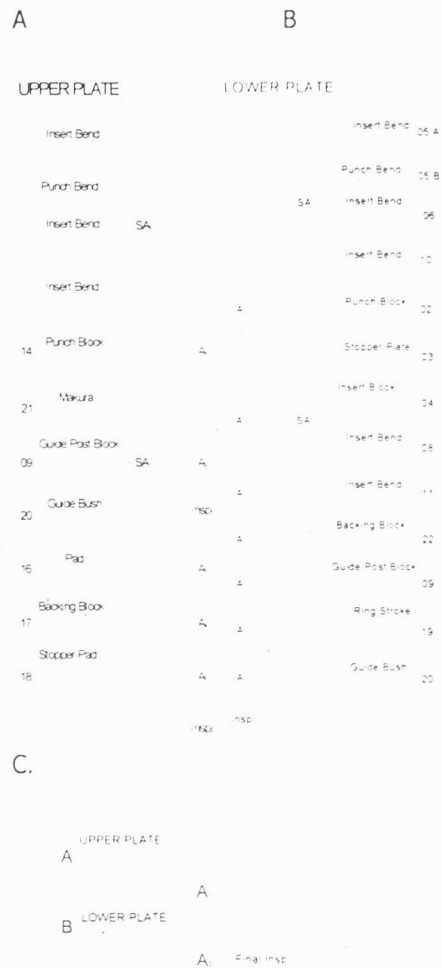
Untuk proses pembuatan *bending tool "Bar Footrest"* yang berhubungan dengan spesifikasi dari produk "*Bar Footrest*", harus diperhatikan antara lain :

1. Bentuk dan dimensi Produk
2. Bentuk dan dimensi *bending tool "Bar Footrest"*
Fungsi tiap bagian dari *bending tool "Bar Footrest"*.
3. Proses pembuatan *bending tool*, meliputi : rencana kerja (*Operation Plan*), proses pemesinan, proses *assembling*
4. Proses pengujian hasil dari alat bantu *bending tool "Bar Footrest"* terhadap produk

Assembling merupakan kegiatan perakitan atau penyatuan *part-part* atau bagian-bagian dari suatu *tool* menjadi sebuah satu kesatuan yang memiliki fungsi tertentu. Kegiatan *assembling* ini meliputi penyusunan, penempatan, pengukuran, pengikatan, dll. Proses *assembling* pada *Bending tool bar footrest* meliputi *assembling punch set* dan *dies set*. *Punch set* dan *dies set* masing-masing memiliki proses *assembling*-nya tersendiri dan terpisah. *Part-part* pada *punch set* tidak dapat dipasang pada *dies*.



Gambar 11. Assy *Bending Tool 'Bar Footrest'*



Punch set dan *dies set* yang masing-masing sudah ter-*assembling*, disatukan dengan menggunakan *Guide post*. Pada bagian ini sangat memperhatikan kesejajaran *Punch* dan *dies* dan ketegaklurusan antara *punch, dies* dengan *guide post*-nya. Setelah proses *assembling* selesai, maka *Bending tool* tersebut dapat dilakukan uji coba untuk memeriksa apakah *bending tool* tersebut bekerja dengan baik dan produk yang dihasilkan sesuai dengan gambar. Untuk memastikan produk yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi produk, sebaiknya uji cobakan beberapa kali.

V. Kesimpulan

Pembuatan *bending tool* "Bar Footrest" dapat ditarik kesimpulan, antara lain:

1. Berdasarkan dari konstruksi *bending tool* "Bar Footrest", secara umum produk dibentuk melalui empat tahap yaitu: proses *gripping*, *swinging*, *wipping* dan *bottoming*.
2. Dalam proses pembuatan *bending tool* "Bar Footrest" harus mengacu pada *Operation Plan (OP)* untuk mengurangi terjadinya pemborosan. Dalam hal ini pemborosan yang dimaksud adalah : pemborosan material, waktu proses dan biaya pembuatan.
3. Sistematis pembuatan *bending tool* "Bar Footrest" harus berurutan sesuai dengan tahapan prosesnya, persiapan gambar kerja dan material, proses permesinan, assembling dan trial. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan bending tool yang kuat dan presisi, sehingga menghasilkan produk yang presisi juga.

DAFTAR PUSTAKA

Albertus Budi Setiawan dan Mochamad Nur'aini. 1978. *Teknik Bengkel 1*. Bandung. Polyteknik Mekanik Swiss – ITB.

_____, 1975. *AIDA Press Hand Book*. Jepang: AIDA Co.Ltd.

Budiarto. 2001. *Press Tool 1 (PPL 2)*. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.

Herman Jütz and Eduard Scharkus. 1976. *Westerman Tables for the Metal Trade*. New Delhi. Wiley Eastern Limited.

Max, Heñzler. Roland. Kilgus. Fidrich. Nähler, Hrinz Paetzold, Werner Rohrer dan Karl Schiling. 1992. *Tabllenbuch Metal*. Nourney. Verlag Europa Lehmittel.

Ilyas, Ismet P. •2002. *Rekayasa Proses Perancangan*. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.