

BAB II LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Tentang *Grinding Sander*

Grinding Sander adalah mesin amplas dengan kecepatan tinggi terutama untuk bidang yang besar. Belt sander menggunakan kertas amplas khusus yang berbentuk seperti sabuk. Karena agresif dan kecepatannya yang tinggi, belt sander dapat mengamplas sesuatu lebih cepat dibanding mesin amplas lainnya.

Grinding Sander dapat mencapai tingkat efisiensi produksi tinggi, kualitas dan ekonomis tidak pernah diketahui dengan metode grinding atau polishing. Misalnya dengan mengubah ukuran grit, Mesin dapat dikonversi dari penggiling tugas berat ke micropolisher yang bagus. Belt grinding Mesin bisa dijalankan menggunakan semi otomatis atau otomatis.

Macam – macam Grinding Sander adalah sebagai berikut :

1) **Belt Sander**

Mesin amplas belt sander berbentuk pita yang diputar secara elektronik dengan dua buah roda. Hasil amplas belt sander sangat cepat tapi memerlukan konsentrasi yang tinggi. Mesin amplas belt sander bentuknya besar dan berat sehingga harus dioperasikan dengan hati-hati.

Belt Sander bisa digunakan untuk menggerinda logam non-ferrous, seperti aluminium. Logam non-ferrous cenderung menyumbat roda gerinda, dengan cepat membuat mereka tidak berguna untuk menggiling logam lunak. Karena alur kecil di amplas dibuka saat mereka mengelilingi busur roda penggerak, sander pengaman kurang mudah tersumbat. *Belt sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.1 :



Arry Aditya Kurniawan, 2018

PEMBUATAN BELT GRINDING TUNGSTEN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

Gambar 2.1 *Belt Sander* (sumber : Wikipedia)

Cara kerja dari belt sander yaitu tekan tombol on yang terdapat pada mesin, kemudian mesin tersebut akan bergerak. Lakukan proses penggerindaan menggunakan belt sander.

2) Orbital Sander

Mesin amplas *orbital sander* merupakan mesin amplas yang paling banyak beredar dipasaran. Mesin amplas ini bekerja dengan getar yang membuat getaran naik turun. Mesin amplas ini juga termasuk mesin amplas yang populer.

Pada area bawah mesin amplas *orbital sander* terdapat spon yang keras untuk meletakkan amplas. Hal ini dimaksudkan agar amplas bisa menyentuh permukaan secara fleksibel dan tidak merusak permukaan. *Orbital Sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 :



Gambar 2.2 *Orbital Sander* (sumber : Wikipedia)

3) Velcro Sander

Mesin amplas orbital sander mempunyai sistem kerja dengan gerakan kombinasi bergetar naik turun dan juga berputar. Sistem kerja ini membuat pekerjaan yang dilakukan dengan mesin amplas orbital sander menjadi lebih cepat. *Velcro sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.3 :



Gambar 2.3 *velcro sander* (sumber : Wikipedia)

4) *Wide belt Sander*

Wide belt sander adalah mesin amplas yang digunakan untuk jenis permukaan yang lebar. *Wide belt sander* merupakan mesin amplas yang memakai sabuk amplas (kain amplas) dengan lebar (12 inch atau lebih). Alat ini mempunyai sabuk *abrasive* yang diletakkan dengan *roll* kontak untuk melakukan pengamplasan.

Mesin ini ada yang mempunyai *double head* yang dapat bekerja untuk melakukan pengamplasan pada ke-2 segi permukaan panel secara bersamaan. Bahan olahannya berbentuk panel-panel datar dimasukkan kedalam mesin dengan memakai *conveyor* sebagai *feeding* untuk melakukan serangkaian sistem pengamplasan didalam mesin amplas. *Wide Belt sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4 *Wide Belt Sander* (sumber : Wikipedia)

5) *Stroke sander*

Stroke sander yaitu jenis mesin amplas yang memiliki satu sabuk amplas yang panjang. Amplas ini digunakan digunakan untuk melakukan sistem pengamplasan pada permukaan. Mesin ini memerlukan operator

untuk melakukan pengamplasan lewat cara menghimpit sabuk amplas ke permukaan yang diamplas.

Mesin ini dapat menghasilkan pengamplasan permukaan dengan kualitas yang baik. Operator bisa melakukan pengaturan serta kontrol pada sistem pengamplasan dengan mengatur waktu serta penekanan sabuk amplas. *Stroke sander* juga relatif fleksibel untuk melakukan pengamplasan pada permukaan yang sedikit tidak rata. *Stroke sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.5 :



Gambar 2.5 *Stroke Sander* (sumber : Wikipedia)

6) *Brush sander*

Mesin amplas ini tidak memakai sabuk amplas sebagai alat untuk melakukan pengamplasan, akan tetapi memakai satu sikat (*brush*) yang terbagi dalam kain-kain amplas yang disayat tidak tebal serta satu penyangga sebagai alat untuk lakukan pengamplasan.

Brush sander yaitu mesin amplas yang didesain untuk melakukan sistem pengamplasan pada benda-benda kerja yang tidak rata. Pengamplasan dengan *brush sander* tidak akan menghasilkan permukaan yang rata serta halus seperti alat ampals yang lain tetapi cukup untuk memotong dan mengamplas yang ada pada permukaan kayu. *Brush sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6 *Brush Sander* (sumber : Wikipedia)

7) Drum sander

Drum sander yaitu jenis mesin amplas yang memakai satu drum untuk menempatkan sabuk amplas. Awal mulanya mesin ini banyak dipakai untuk melakukan pengamplasan pada bagian yang datar. Saat sekarang ini pengamplasan *drum sander* ini lebih diperuntukkan untuk melakukan pengamplasan pada benda-benda kecil yang lebih kompleks. *Drum sander* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.7 :



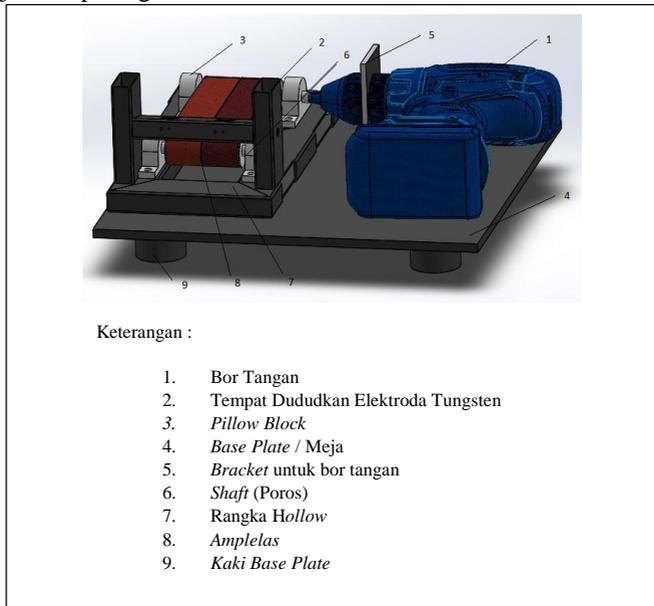
Gambar 2.7 *Drum Sander* (sumber : Wikipedia)

B. Tinjauan mengenai Mesin Gerinda *Belt Grinding Sander yang dibuat..*

Belt grinding tungsten yaitu sebagai alat untuk melancipkan sudut tungsten agar sesuai panjang dan sudut lancip tungsten yang telah ditentukan. Cara kerja yaitu pada saat tenaga dihidupkan (bor tangan) kemudian belt grinding tersebut akan berputar, masukkan elektroda tungsten ke dalam dudukan tungsten.

1. Komponen *Belt Grinding Tungsten*

Adapun penjelasan komponen belt grinding tungsten ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Belt Grinding Tungsten*

1) Bor Tangan

Alat penggerak yang digunakan pada belt grinding tungsten adalah mesin bor tangan. Mesin Bor tangan yang digunakan

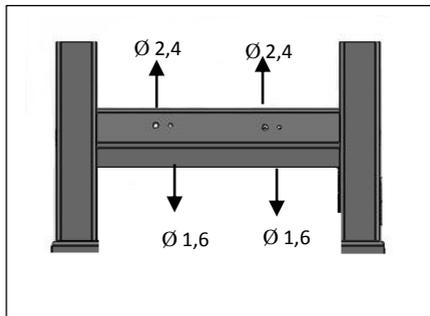
mempunyai daya sebesar 350 watt. Bor tangan tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.9 :



Gambar 2.9 Bor tangan

2) Tempat Dudukan Elektroda Tungsten

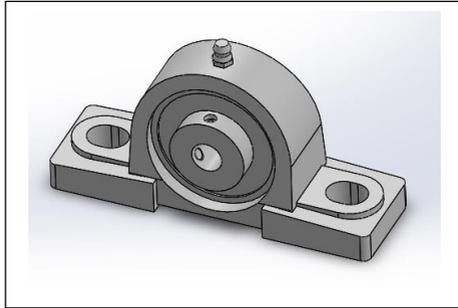
Tempat dudukan elektroda tungsten dibuat agar membentuk standar panjang dan sudut kelancipan yang ditentukan. Dudukan tungsten terdapat 4 lubang, 2 lubang untuk menggerinda tungsten pada amplas kasar dan 2 lubang untuk menggerinda tungsten pada amplas halus dengan diameter masing – masing 2,4 mm dan 1,6 mm. Tempat dudukan elektroda tungsten tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.10 :



Gambar 2.10 Dudukan Tungsten

3) *Pillow block*

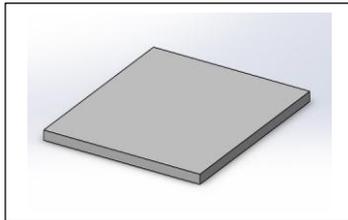
Pillow Block adalah tumpuan yang digunakan untuk memberikan dukungan pada poros berputar dengan bantuan bantalan yang kompatibel.. *Pillow block* yang digunakan pada pembuatan *belt grinding tungsten* berdiameter 10 mm. *Pillow block* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.11 :



Gambar 2.11 *Pillow Block*

4) Base Plate / Meja

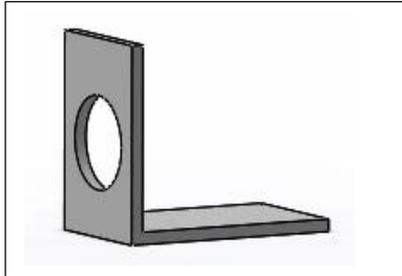
Meja atau Alas yang yang digunakan dalam pembuatan *belt grinding tungsten* yaitu terbuat dari ST 37 dengan ukuran 350 x 350 x 20 mm. *Base plate* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.12 :



Gambar 2.12 Base Plate / meja

5) Bracket untuk Bor Tangan

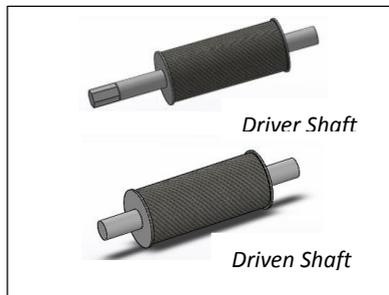
Bracket digunakan untuk menempatkan bor tangan agar sesuai pada shaft dan mencegah getaran bor tangan. *Bracket* bor tangan tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.13 :



Gambar 2.13 *Bracket* Bot Tangan

6) *Shaft* (Poros)

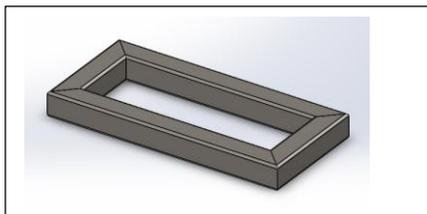
Shaft (Poros) yang digunakan dalam pembuatan bet grinding tungsten yaitu dari material aluminium (Al). *Shaft* (poros) tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.14 :



Gambar 2.14 *Shaft* (Poros)

7) *Rangka Hollow*

Hollow pada pembuatan *belt grinding tungsten* yaitu berfungsi sebagai penyangga atau dudukan alas pada *pillow block*. *Rangka hollow* tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.15 :



Gambar 2.15 *Hollow* (Dudukan *pillow Block*)

8) Ampelas

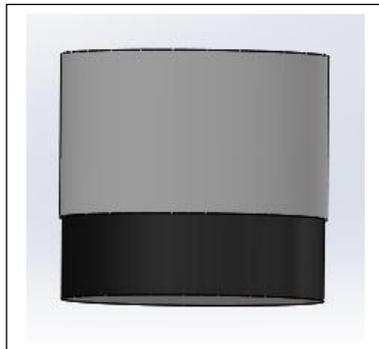
Ampelas berfungsi untuk mengikis/menghaluskan permukaan, ampelas disini digunakan untuk menggerinda atau untuk membentuk sudut tungsten. Adapun tingkat kekasaran ampelas yang digunakan dalam pembuatan belt grinding tungsten yaitu menggunakan ampelas nomor 80 dan 100. Ampelas tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.16 :



Gambar 2.16 Ampelas

9) Dudukan Alas

Dudukan alas terbuat dari bahan ST 37 yang dibawahnya terdapat karet. Dudukan alas tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.17 :



Gambar 2.17 Kaki *base plate* ./ meja

2. Elektroda Tungsten

Elektroda terbuat dari tungsten (*wolfram*) yang terletak didalam torch untuk menyalurkan current dan membentuk *arc*. Karena elektroda tungsten membentuk dan memelihara *arc* dengan stabil dan tidak ikut melebur dengan base metal maka disebut juga dengan “*Nonconsumable electrode*”. Elektroda tungsten tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.18 :



Gambar 2.18 Elektroda *Tungsten*

Ukuran dan panjang elektroda tungsten bervariasi elektroda tungsten ada yang terbuat dari pure tungsten atau kombinasi dari tungsten dan beberapa *element*.

a. Bahan Elektroda Tungsten

Bahan elektroda tungsten adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Bahan *Elektroda Tungsten*

General use	Composition %	DIN	Colour
AC	Tungsten, pure	W	Green
AC & DC	Tungsten + 1 thorium	WT 10	Yellow
DC	Tungsten + 2 thorium	WT 20	Red
DC	Tungsten + 3 thorium	WT 30	Lilac
DC	Tungsten + 4 thorium	WT 40	Orange
AC	Tungsten + 0.8 zirconium	W 28	White
DC	Tungsten + 1,0 lanthanum	WL 10	Black
DC	Tungsten + 1,0 cerium	WC 10	Pink
DC	Tungsten + 2,0 cerium	WC 20	Grey

b. Pemilihan Elektroda Tungsten

Dalam memilih TIG electrode perlu diperhatikan hal – hal berikut :

- 1) Type base metal yang dilas
- 2) Thickness base metal
- 3) Single pass atau multipass
- 4) Aplikasi dari base metal

c. Ukuran Diameter dan Panjang Elektroda

Diameter tungsten electrode yang digunakan disesuaikan dengan ampere yang digunakan dan thickness

dari basemetal yang dilas. Panjang tungsten disesuaikan dengan type torch yang digunakan, secara umum yang paling banyak digunakan adalah tungsten electrode dengan length 7"

Diameter tungsten electrode yang standard adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|----------|-----|----------|
| 1. | 0.300 mm | 6. | 2.40 |
| 2. | 0.50 mm | 7. | 2.50 |
| 3. | 1.00 mm | 8. | 3.00 |
| 4. | 1.6 mm | 9. | 3.20 |
| 5. | 2.00 mm | 10. | s/d 8.00 |

Panjang tungsten electrode yang standart adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|---------|-----|---------|
| 3" | (76mm) | 12" | (305mm) |
| 6" | (152mm) | 18" | (457mm) |
| 7" | (178mm) | 24" | (610mm) |

d. Penggunaan Elektroda pada pengelasan DC

Penggunaan elektroda pada pengelasan arus *Direct Current* (DC) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Penggunaan Elektroda arus *Direct Current* (DC)

Tebal pelat (mm)	Joint Type	Current, DCSP (amp)	Diameter elektroda (mm)	Aliran Argon (cfh)	Diameter bahan tambah (mm)	Arc Speed (ipm)
1,6	I	80 – 100	1,6	10	1,6	12
Tebal pelat (mm)	Joint Type	Current, DCSP (amp)	Diameter elektroda (mm)	Aliran Argon (cfh)	Diameter bahan tambah (mm)	Arc Speed (ipm)
1,6	T	90 – 110	1,6	10	1,6	10
2,38	I	100 – 120	1,6	10	1,6	12
2,38	T	110 – 130	1,6	10	1,6	10
3,18	sudut	120 – 140	1,6	10	2,38	12
3,18	tumpang	130 – 150	1,6	10	2,38	10
4,76	sudut	200 – 250	2,38	15	3,18	10
4,76	tumpang	225 - 275	2,38	15	3,18	8

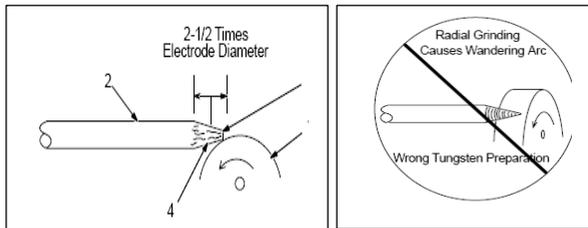
(Sunaryo, 2009)

e. Penyiapan Elektroda Tungsten

Langkah – langkah untuk mempersiapkan tungsten DCEN/AC adalah sebagai berikut :

1. *Grinding wheel*

Asah ujung tungsten pada bagian wheel yang halus dengan arah menghadap wheel seperti pada gambar.



Gambar 2.19 Grinding Wheel

2. *Tungsten electrode*

Asah tungsten dengan ukuran 2.5X dari diameter tungsten

3. Runcingkan ujung tungsten agar arc yang terbentuk focus dan membentuk pin point saat pengelasan

C. Proses Pembuatan Belt Grinding Tungsten

1. Proses Pemotongan

Proses pemotongan bahan / material yaitu dengan menggunakan gergaji dan gergaji mesin.

2. Proses Pengeboran

a. Pengertian

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor.

b. Parameter pada Pemesinan Mesin Bor

1) Kecepatan Putar

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

(Westermann Tables, 1961:106)

Dimana: v = Kecepatan potong (m/min)
 D = Diameter pisau (mm)
 n = Putaran mesin (rpm)

2) Kecepatan Potong

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

(Westermann Tables, 1961:106)

Dimana: v = Kecepatan potong (m/min)
 D = Diameter pisau (mm)
 n = Putaran mesin (rpm)

Tabel 2.3 Harga *Feed* dan *Cutting Speed* Mesin Bor

Material		Diameter of Drill (mm)						
		Ø5	Ø 10	Ø 15	Ø 20	Ø 25	Ø 30	Ø 35
Steel up to 40 kgf/mm ²	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,1	0,1 8	0,2 5	0,2 8	0,3 1	0,3 4	0,3 6

	<i>Cutting speed</i> (m/min)	15	18	22	26	29	32	35
<i>Up to 60</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	13	16	20	23	26	28	29
<i>Up to 80</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,0 7	0,1 3	0,1 6	0,1 9	0,2 1	0,2 3	0,2 5
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	12	14	16	18	21	23	24
<i>Up to 100</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	8	10	13	15	17	18	19
<i>Beyond</i> <i>100</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,015 s.d 0,17						
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	6 s.d 12						
<i>Grey cast iron Up to 18</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,1 5	0,2 4	0,3	0,3 2	0,3 5	0,3 8	0,4
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	24	28	32	34	37	39	40
<i>Up to 22</i> <i>kgf/mm²</i>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	16	18	21	24	26	27	28
<i>Grey cast iron up to</i>	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,1	0,1 6	0,2	0,2 4	0,2 8	0,3	0,3

30 kg/mm ²	v)							
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	12	14	16	18	20	21	22
<i>Brass up to 40</i> kg/mm ²	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,1	0,1 5	0,2 2	0,2 7	0,3	0,3 2	0,3 6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	60 s.d 70						
<i>Up to 60</i> kg/mm ²	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,0 7	0,1 2	0,1 8	0,2 4	0,2 5	0,2 8	0,3 2
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	40 s.d 60						
<i>Bronze up to 30</i> kg/mm ²	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,1	0,1 5	0,2 2	0,2 7	0,3	0,3 2	0,3 6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	30 s.d 40						
<i>Up to 70</i> kg/mm ²	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,0 5	0,0 8	0,1 2	0,1 8	0,2	0,2 2	0,2 6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	25 s.d 35						
<i>Aluminium (pure)</i>	<i>Feed</i> (mm/re v)	0,0 5	0,1 2	0,2	0,3	0,3 5	0,4	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	80 s.d 120						

)							
<i>Aluminium alloys</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1 2	0,2	0,3	0,4	0,4 6	0,5	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	100 s.d 150						
<i>Magnesium alloys</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1 5	0,2	0,3	0,3 8	0,4	0,4 5	0,5
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	200 s.d 250						

(Wessternmann Tables, 1961:104)

3) Waktu Pemotongan

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

(Westermann Tables, 1961:106)

Dimana: Tm = Waktu Pemotongan (menit)
 L = Kedalaman Pemakanan (mm)
 $= 1 + 0,3.d$
 n = Putaran mesin (rpm)
 Sr = Pemakanan (mm/rev)

Tabel 2.4 Kecepatan Putar Mesin Bor

<i>Spindel</i>	<i>rpm</i>	<i>Spindel</i>	<i>rpm</i>	<i>Spindel</i>	<i>rpm</i>
(1) A – 4	210	(5) B – 3	500	(9) D – 3	1370
(2) A – 3	300	(6) C – 4	540	(10) C – 1	1480
(3) B – 4	350	(7) B – 1	1190	(11) D – 2	1580
(4) A – 2	420	(8) C – 2	1240	(12) D – 1	2220

(Sumber: DPTM FPTK UPI)

3. Proses Pengelasan

Adapun proses pengelasan pada pembuatan *Belt Grinding tungsten* yaitu menggunakan pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW).

a. Alat utama las busur manual adalah sebagai berikut:

1) Trafo las

Pemilihan trafo las pada saat akan membeli, harus dipertimbangkan tentang kebutuhan maksimal (beban pekerjaan yang akan dikenakan kepada trafo las tersebut. Apabila beban pekerjaannya besar maka langkah pemilihannya adalah dapat dipertimbangkan tentang tegangan input: 3PH, 2PH atau 1PH; Ampere output, dipertimbangkan dari diameter elektroda yang akan digunakan. dan yang paling penting adalah duty cycle dari trafo tersebut. dalam hal ini pilihlah trafo las yang memiliki duty cycle yang tinggi untuk ampere yang tinggi, misal duty cycle 100% untuk arus sampai dengan 200 A.



Gambar 2.20 Trafo Las
(Sumber: Budiarto, 2001:4)

2) Elektroda

Elektroda atau kawat las tersedia dalam ukuran standar, baik dimensi ataupun jenis bahanya. Pada prinsipnya jenis bahan elektroda hampir serupa dengan bahan logam yang akan di las beberapa macam elektroda untuk penggunaan khusus misalnya untuk lapisan permukaan, las tembaga dan paduan tembaga, aluminium, besi tuang, mangan, paduan nikel dan baja nikel – mangan. Dalam mengelas posisi elektroda harus tegak lurus dan miring 70° - 80° untuk menghasilkan alur lasan yang baik.



Gambar 2.21 elektroda
(Sumber: Budiarto, 2001:4)

3) Pemegang elektroda dan penjepit massa

Penjepit elektroda dan penjepit massa dibuat dari bahan yang mudah menghantarkan arus listrik. bahan yang biasa digunakan adalah tembaga. Pada pemegang elektroda pada mulutnya sudah dibentuk sedemikian rupa sehingga memudahkan tukang las memasang/menjepit pada pemegang elektroda. Dalam penggunaannya elektroda harus ditempat pada sela-sela yang ada, dapat diposisikan dengan sudut 180 derajat, 90 derajat atau 45 derajat terhadap pemegang elektroda. Sedang pada penjepit massa dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mencengkeram dengan kuat pada benda kerja.

Penjepit elektroda maupun penjepit massa tidak diperkenankan terkena busur las. Pada penjepit elektroda, penggunaan elektroda disisakan 1 inch sehingga tidak sampai habis menyentuh pemegang elektroda. Sedangkan pemegang massa tidak diperkenankan untuk menjadi tempat mencopa elektroda/menyalaka elektroda agar tidak rusak. Penjepit benda kerja ditempatkan pada dekat benda kerja atau meja las dengan kuat agar aliran listrik dapat maksimal/tidak banyak arus yang terbuang.



Gambar 2.22 Pemegang elektroda dan penjepit massa
(Sumber: Budiarto, 2001:4)

4. Proses Pemesinan Pada Mesin Bubut

a. *Feeding* dan Putaran Mesin

Feeding adalah jarak pergeseran pahat dalam satu putaran benda kerja, *feeding* akan mempengaruhi kualitas permukaan benda kerja. Untuk pengerjaan pengasaran atau awal (*roughing*) *feeding* diperbesar, sedangkan untuk penyelesaian (*finishing*) *feeding* diperkecil. Untuk *feeding* pengasaran (*roughing*) adalah sebesar 0,07 sampai 0,2 mm per putaran, sedangkan untuk penyelesaian (*finishing*) adalah sebesar 0,02 sampai 0,05 mm per putaran. Dalam mengatur *feeding* dilakukan melalui tuas-tuas yang terdapat pada kepala tetap dalam keadaan mesin tidak berputar supaya tidak terjadi kerusakan pada mesin.

Putaran mesin bubut sangat dipengaruhi oleh kondisi pemotongan, sedangkan kondisi pemotongan ditentukan oleh jenis bahan yang dikerjakan, jenis bahan pahat dan sudut-sudut pahat. Dalam memebubut sebaiknya jika beban bahan berat maka putaran mesin diperlambat, sedangkan jika beban bahan ringan maka putaran mesin dinaikan. Dalam pelaksanaannya putaran mesin diatur melalui tuas pengatur putaran yang terdapat di kepala tetap. Adapun rumus mencari putaran mesin adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad (\text{Wardaya, 2000})$$

Dimana:	n	=
Putaran mesin (rpm)		
	V_c	=
Kecepatan potong pahat (meter/menit)		
	d	=
Diameter benda kerja (mm)		

Tabel 2.5 Kecepatan Potong Material

No.	Material	Pahat HSS		Pahat Carbida	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar
1	Baja perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
2	Baja karbon rendah	70-90	25-40	170-215	90-120
3	Baja karbon menengah	60-85	20-40	140-185	75-110
4	Perunggu	40-45	25-30	110-140	60-75
5	Aluminium	85-110	45-70	185-215	120-150
6	Besi cor	70-110	30-45	140-215	60-90

b. Waktu Kerja Mesin

Waktu kerja mesin adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada mesin.

Waktu kerja mesin = waktu kerja efektif mesin + waktu kerja + terbuang + waktu persiapan.

Waktu kerja efektif mesin adalah waktu yang dimanfaatkan secara efektif untuk melaksanakan penyayatan benda kerja, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{L}{f \times n} \quad (\text{menit})$$

Dimana: T = Waktu kerja efektif (menit)

L = Panjang benda yang dikerjakan (mm)

f = Feeding (mm/putaran)

n = Putaran Mesin (rpm)

Catatan : Berlaku jika mesin dijalankan otomatis

Waktu kerja terbuang adalah waktu operasi mesin tanpa melakukan penyayatan, misal langkah balik. Jika langkah balik ini dilakukan secara otomatis, maka

rumus diatas dapat digunakan untuk menghitung waktunya, jika dilakukan secara manual.

Waktu persiapan adalah waktu waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan mesin agar bisa dioperasikan dengan aman, seperti pengaturan *feeding*, pengaturan putaran, pemasangan pahat dan benda kerja.

c. Kedalaman Pemakanan

Kedalaman pemakanan (mm) dapat dilakukan dengan penyetulan. Kedalam pemotongan benda kerja berarti pengurangan garis tengah benda kerja pada pembubutan memanjang, pada pada pembubutan membidang atau muka berarti mengurangi panjang benda kerja. Besarnya kedalaman pemotongan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$a = \frac{do - dm}{2}$$

Dimana: a = Kedalaman pemotongan atau *depth of cut* (mm)

do = Diameter awal (mm)

dm = Diameter akhir (mm)

d. Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan pada mesin bubut adalah gerakan pemakanan oleh pahat dalam proses pembubutan. Besarnya kecepatan pemakanan tergantung pada kehalusan permukaan potong pada benda kerja yang dikehendaki. Rumus untuk mencari kecepatan pemakanan adalah sebagai berikut :

$$vf = f \times n$$

Dimana: vf = Kecepatan pemakanan (*cutting speed*)

(mm/min)

f = Makan atau *feed* (mm)

n = Putaran *spindle* (rpm)

e. Kecepatan Penghasil Geram

Kecepatan untuk menghasilkan geram dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = A \times v$$

Dimana, penampang geram sebelumnya dipotong:

$$A = f x a$$

Jadi, $Z = f x a x v$

Dimana: Z = Kecepatan menghasilkan geram
(mm³/min)

A = Penampang geram (mm²)

f = Makan atau *feed* (mm)

Vc = Kecepatan potong (m/menit)

f. Rpm Pada Mesin Bubut Maximat V13

Tabel 2. 6 Rpm Pada Mesin Bubut Maximat V13

	RI	RII	RII	RIV	SI	SII	SIII	SIV
1	30	50	90	155	260	440	740	1230
2	65	110	190	320	540	900	1500	2500

(Sumber : DPTM FPTK UPI)

D. Tinjauan Umum Waktu Produksi

Setiap proses pembuatan suatu produk diperlukan perhitungan waktu produksi, hal ini penting dikarenakan dengan mengetahui berapa lama waktu produksi untuk membuat benda yang diinginkan, maka dapat melakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk setiap proses produksi. Waktu produksi yang di perlukan dapat dikelompokan menjadi dua bagian, yaitu:

a. Waktu yang dipengaruhi oleh variabel proses

$$td = \frac{tc}{T}$$

(Taufiq Rochim, 1993:246)

Dimana: td = Waktu penggantian atau pemasangan pahat (min)

T = Umur pahat (min)

$\frac{tc}{T}$ = Bagian dari umur pahat yang digunakan untuk menyelesaikan satu produk

b. Waktu bebas (non produktif)

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{t_s}{n_t}$$

(Taufiq Rochim, 1993:246)

Dimana :

t_a = waktu non produktif (*auxiliary time*)
 (min/produk)
 t_{LW} = waktu pemasangan benda kerja (*time for loading the workpiece*)
 t_{AT} = waktu penyiapan; yaitu waktu yang diperlukan untuk membawa/menggerakkan pahat dari posisi mula sampai pada posisi siap untuk memotong (*advance time*) (min/produk)
 t_{RT} = waktu pengakhiran; yaitu waktu yang diperlukan untuk membawa/menggerakkan pahat kembali ke posisi mula (*retracting time*) (min/produk)
 t_{UW} = waktu pengambilan produk (*time for unloading the workpiece*) (min/produk)
 $\frac{t_s}{n_t}$ = bagian dari waktu penyiapan mesin beserta perlengkapannya (*fixture & attachments*) yang dibagi rata untuk sejumlah produk yang direncanakan untuk dibuat saat itu ($n_t, lot\ size$)

Dengan demikian waktu pemasangan perproduk rata-rata adalah:

$$t_m = t_a + t_c + t_d \frac{t_c}{T} \quad (\text{min/produk})$$

(Taufiq Rochim, 1993:46)

Tabel 2.7 Kegiatan *Operator* dan Mesin (Konvensional)

Kegiatan <i>operator</i>	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan	
	Membubut (%)	<i>Drilling</i> (%)

Kegiatan produktif		
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	34,9
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	13,4	15,7
3. Mengganti pisau	1,9	1,8
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	3,5
Sub total	57,1	55,9
Kegiatan persiapan		
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>jig / fixture</i>)	16,4	12,0
2. Mempelajari gambar teknik	1,1	0,5
3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	3,5	5,3
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	3,5	4,0
5. Diskusi dengan kepala pabrik / kelompok / membantu operator lain	1,1	0,5
Sub total	25,6	22,3
Kegiatan pribadi		
1. Pergi ke kamar kecil	2,9	2,4
2. Istirahat di dekat mesin	6,8	10,1

3. Menunggu pekerjaan	4,0	2,7
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	3,6	6,6
Sub total	17,3	21,8
Total	100%	100%

(Taufiq Rochim, 1993:256)

E. Tinjauan Umum Biaya Produksi

Setiap proses pembuatan produk diperlukan perhitungan biaya produksi, hal ini penting karena dengan mengetahui besarnya biaya produksi dapat melakukan perhitungan besarnya biaya yang diperlukan untuk setiap proses produksi.

Biaya Total Perproduk (*Unit Cost*)

$$C_u = C_M + C_{plan} + \Sigma C_p$$

(Taufiq Rochim, 1993:250)

Dimana:

C_u = ongkos total (Rp/produk)

C_M = ongkos material (Rp/produk)

C_{plan} = ongkos persiapan/perencanaan produksi;

dapat pula di ongkos perencanaan produksi (bila produk bersangkutan dirancang sendiri)

C_p = ongkos salah satu proses produksi

(Rp/produk)

a. Biaya Material

$$C_M = w \times k$$

(Taufiq Rochim, 1993:250)

Dimana:

C_M = Biaya material (Rp/produk)

w = berat material (Kg/produk)

k = harga material (Rp/Kg)

b. Biaya Produksi

$$C_P = B_O + B_m + B_n$$

(Taufiq Rochim, 1993:250)

Dimana:

$$\begin{aligned} C_P &= \text{ongkos produksi (Rp)} \\ B_O &= \text{ongkos operator (Rp)} \\ B_m &= \text{ongkos mesin (Rp)} \\ B_n &= \text{ongkos lain-lain (Rp)} \end{aligned}$$

c. Biaya Pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

(Taufiq Rochim, 1993:251)

Dimana:

$$\begin{aligned} C_m &= \text{ongkos pemesinan (Rp/produk)} \\ c_m &= \text{ongkos operasi mesin (mesin, operator, overhead)} \\ &\quad \text{persatuan waktu (Rp/min)} \\ t_m &= \text{waktu pemesinan (min/produk)} \end{aligned}$$

d. Biaya Pengelasan

$$B_{las} = \text{waktu kerja} \times (\text{harga sewa mesin} + \text{Operator})$$