

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan pelat yang akan dilas). Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam, yaitu AC (*alternating current*) / arus bolak balik dan DC (*Direct Current*) / arus searah.

Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lonjakan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Besarnya arus listrik untuk pengelasan bergantung pada ukuran diameter dan macam-macam elektroda las. Tebel berikut adalah besar ampere pengelasan untuk bermacam-macam ukuran diameter elektroda dan beberapa tipe elektroda.

Table 2. 1 Arus Listrik Baja Lunak

Diameter Elektroda		Arus (Ampere) Tipe Elektroda					
Inci (1)	Mm (2)	E6010 (3)	E6014 (4)	E7018 (5)	E7024 (6)	E7027 (7)	E7028 (8)
3/32	2,5		80-125	70-100	100-145		
1/8	3,2	60-120	110-160	115-165	140-190	125-185	140-190
5/32	4	120-160	150-210	150-220	180-250	160-240	180-250
3/16	5	150-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
7/32	5,6		260-340	260-340	275-285	250-350	275-365
¼	6,3		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
5/16	8		390-500	375-470			

(Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.38)

1. Elektroda

Pada saat pengelasan berlangsung, lasan merupakan logam yang mencair jika bersentuhan dengan udara di sekitarnya maka oksigen maupun nitrogen yang terdapat pada udara akan beraksi dengan logam cair tersebut. Reaksi oksidasi tersebut dapat mengakibatkan kualitas dari lasan menjadi menurun, yaitu terdapatnya rongga-rongga udara pada lasan atau terjadinya sambungan yang keropos.

Pada las busur listrik, untuk menghindari terjadinya sambungan yang keropos dan untuk menguatkan kualitas sambungan las maka dicari bermacam-macam cara untuk melindungi lasan dari pengaruh udara atau atmosfer tersebut, yaitu dengan menggunakan terak las sebagai pelindung atau menggunakan bahan tambah/elektroda yang berselaput/berbalut terbuat dari bahan yang dapat melindungi las dari pengaruh atmosfer tersebut.

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klarifikasi AWS (*American Welding Society*) dinyatakan dengan tanda *Exxx* yang artinya sebagai berikut. E menyatakan elektroda, *xx* (dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in^2 , lihat tabel berikut:

Table 2. 2 Kekuatan Tarik Menurut AWS

Klarifikasi	Kekuatan Tarik	
	lb/in^2	Kg/mm^2
E 60 XX	60.000	42
E 70 XX	70.000	49
E 80 XX	80.000	56
E 90 XX	90.000	63
E 100 XX	100.000	70
E 110 XX	110.000	77
E 120 XX	120.000	84

(Sumber: Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.43)

X (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan.

- a. Angka 1 untuk pengelasan segala posisi
- b. Angka 2 untuk pengelasan posisi datar dan bawah tangan

X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan, lihat tabel berikut:

Table 2. 3 Jenis Selaput dan Pemakaian Arus

Angka Ke Empat (1)	Jenis Selaput (2)	Pemakaian Arus (3)
0	Solulosa natrium	DC (+)
1	Solulosa kalium	AC, DC (+)

2	Rutil natrium	AC, DC(-)
3	Rutil kalium	AC, DC (+) atau (-)
4	Rutil serbuk besi	AC, DC (+) atau (-)
5	Nutrium hidrogen rendah	AC, DC (+)
6	Kalium hidrogen rendah	AC, DC (+)
7	Serbuk besi oksida besi	AC, DC (+) atau (-)
8	Serbuk besi hidrogen rendah	AC, DC (+)

(Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.44)

Contoh E6013

Artinya :

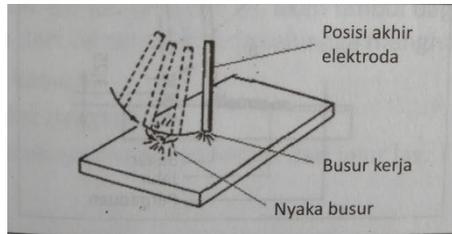
- a. Kekuatan tarik minimum dari deposit las adalah 60.000 lb/in^2 atau 42 Kg/mm^2
- b. Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi
- c. Jenis selaput elektroda rutil kalium dan pengelasan dengan arus AC atau DC+ atau DC-

2. Cara Menyalakan Busur

Untuk memulai pengelasan diperlukan busur las listrik yang baik yaitu dengan cara pengaturan arus / *ampere* yang tepat sesuai dengan tipe dan ukuran elektroda. Menyalakan busur dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

a. Dengan Cara Menggoreskan

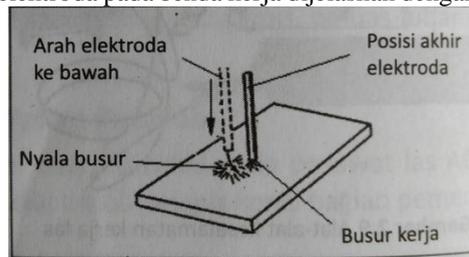
Untuk dapat mendapatkan busur dengan cara menggoreskan elektroda pada benda kerja dilakukan jika pesawat las yang digunakan adalah pesawat jenis las AC, menyalakan busur dengan menggoreskan elektroda pada benda kerja dijelaskan dengan gambar berikut.



Gambar 2. 1 Menyalakan Busur Pada Pesawat Las AC
(Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.53)

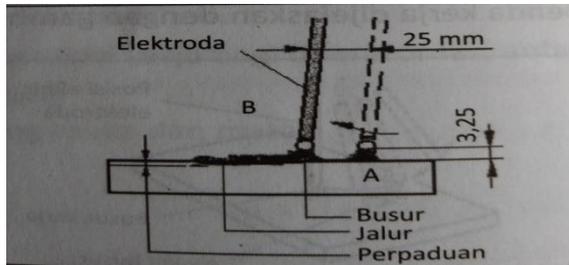
b. Dengan Cara Menyentuhkan

Untuk mendapatkan busur dengan cara menyentuhkan yaitu sentuhkan elektroda pada benda kerja, kemudian tarik dengan jarak tertentu sehingga terdapat busur api listrik. Cara tersebut dilakukan jika pesawat kerja yang digunakan adalah las jenis DC, menyalakan busur dengan menyentuhkan elektroda pada benda kerja dijelaskan dengan gambar berikut.



Gambar 2. 2 Menyalakan Busur Pada Pesawat LasDC
(Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.54)

Jika elektroda harus diganti sebelum pengelasan selesai. Maka untuk melanjutkan pengelasan busur perlu dinyalakan lagi. Menyalakan busur kembali ini dilakukan pada tempat kurang lebih 25 mm di muka las yang terhenti seperti pada gambar. Jika busur berhenti di B, busur dinyalakan lagi di A dan kembali ke B untuk melanjutkan pengelasan. Bilamana busur sudah terjadi, elektroda diangkat sedikit dari permukaan benda kerja hingga jaraknya \pm sama dengan diameter elektroda. Untuk elektroda berdiameter 3,2 mm, jarak ujung elektroda dengan permukaan bahan dasar \pm 3,2 mm.

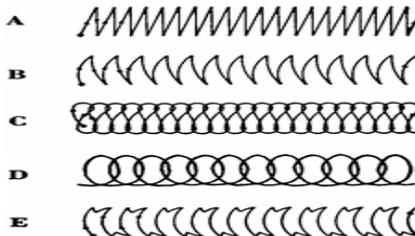


Gambar 2. 3 Mengganti Elektroda
(Eka Yogaswara, dkk. 2008 hal.54)

3. Pergerakan Elektroda Pengelasan

Ada berbagai cara didalam menggerakkan/mengayunkan elektroda las yaitu:

- Elektroda digerakan dengan melakukan maju dan mundur, metoda ini salah satu bentuk metoda *weaving*.
- Bentuk *weaving* lainnya yaitu dengan melakukan gerakan seperti setengah bulan.
- Gerakan elektroda yang menyerupai bentuk angka 8.
- Elektroda dengan melakukan gerakan memutar.
- Gerakan dengan membentuk *heisitation*.

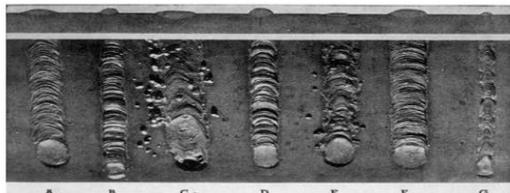


Gambar 2. 4 Gerakan Pengelasan

(Zamil, 1999, hal.7)

Semua gerakan mempunyai tujuan untuk mendapatkan deposit logam las dengan permukaan rata, mulus terhindar dari terjadinya takik-takik dan termasuk terak-terak, yang terpenting dalam gerakan elektroda ini adalah ketepatan sudut dan kestabilan kecepatan. Ayunan elektroda las agar berbentuk anyaman atau lipatan manik las maka lebar las dibatasi sampai 3 (tiga) kali besarnya diameter elektroda.

Kecepatan pengelasan tergantung dari bahan induk, jenis *electrode*, diameter inti *electrode*, geometri sambungan, ketelitian sambungan agar dapat mengelas lebih cepat diperlukan arus yang lebih tinggi. Polaritas listrik mempengaruhi hasil dari busur listrik. Sifat busur listrik pada DC akan lebih stabil dari pada AC. Terdapat dua jenis polaritas lurus, dimana benda kerja positif dan *electrode negative* (DCEN). Polaritas balik adalah sebaliknya. Karakteristik dari polaritas balik yaitu pemindahan logam terjadi dengan cara penyemburan, maka polaritas ini mempunyai hasil pengelasan yang lebih dalam dibanding dengan polaritas lurus (DCEN) dari keterangan diatas dapat disimpulkan seperti pada tabel dan gambar dibawah ini:



Gambar 2. 5 Karakteristik Hasil Pengelasan

(Zamil.1999. hal.5)

Table 2. 4 Karakteristik Hasil Pengelasan

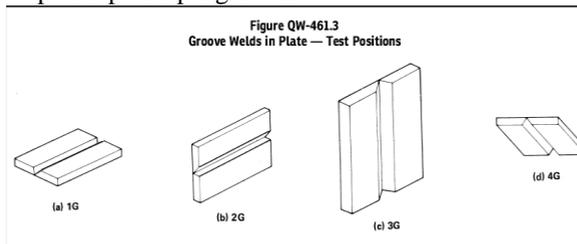
No	Karakteristik Hasil Pengelasan				
	Variabel Operasi (1)	Suara Arc (2)	Penetrasi (3)	<i>Burn Off Electrode</i> (4)	Bentuk Bead (5)
A	Normal Ampere, Normal Volts, Kecep. Normal.	Percikan kecil, Suara gemeracak kuat	Baik, dalam dan galengan	Bentuk normal	<i>Fusion</i> sangat baik

(Zamil.1999.hal.6)

B	Amper Rendah, Normal <i>Volts</i> , Kecep. Normal.	Percikan tidak beraturan, suara gemercak kecil	Dangkal	Tidak besar, beda dgn, yang diatas.	Tonjolan tinggi
C	Amper Tinggi, Normal <i>Volts</i> , Kecep. Normal	Suaranya seperti ledakan, jarang beraturan	Dalam dan Panjang	<i>Coating</i> tertinggal dan lebar serta panjang	Luas <i>bead</i> tidak lebar, <i>Fusion</i> baik
D	Normal Amper, Kecepatan Normal, <i>Volts</i> rendah	Percikan kecil dan Tenang	Kecil	<i>Coating</i> membentuk kawa	Tonjolan tinggi dan lebih lebar
E	Normal Amps, Kecepatan Normal, <i>Volts</i> Tinggi	Suaranya halus	Lebar dan Dangkal	Rata dan membentuk kawah	Lebar
F	F Normal Amps, Normal <i>Volts</i> , Kec. Rendah	Normal	Kawah Normal	Normal	Bead lebar
G	Normal Amps, Normal <i>Volts</i> , Kec. Tinggi	Normal	Kecil dan Dangkal	Normal	Bead kecil dan Undercut

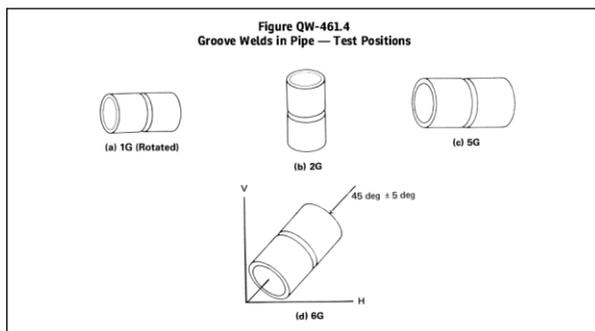
B. Teknik Pengelasan Untuk Jenis Sambungan

Posisi pengelasan yang diambil oleh operator mesin las biasanya tergantung dari letak kampuh yang akan di las. Simbol huruf G berasal dari kata *groove* dimana dua material logam yang akan disambung diletakan dalam posisi sejajar dan diberi kerengangan semacam alur yang biasa disebut kampuh las. Sedangkan untuk symbol F berasal dari kata *fillet* yang artinya suatu bentuk sudut yang berada pada pertemuan dua garis atau bentuk salah satu tepi/sisi dari benda yang berbentuk setengah lingkaran atau membentuk busur. Berikut posisi-posisi pengelasan :



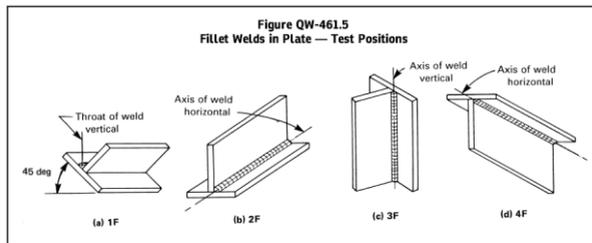
Gambar 2. 6 *Groove Welds In Plate*

(ASME Section IX.2017.hal 182)

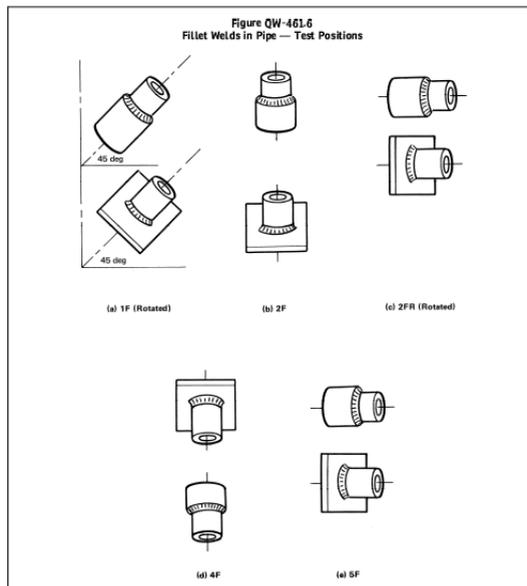


Gambar 2. 7 *Groove Weld In Pipe*

(ASME Section IX.2017.hal 182)



Gambar 2. 8 *Fillet Welds In Plate*
(ASME Section IX.2017.hal 183)



Gambar 2. 9 *Fillet Welds In Pipe*
(ASME Section IX.2017.hal 184)

C. Klarifikasi Sambungan Las

Secara umum sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut.

1. Sambungan Tumpul

Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien. Sambungan ini dibagi lagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Sambungan penetrasi penuh dibagi lebih lanjut menjadi sambungan tanpa pelat pembantu dan sambungan dengan pelat pembantu.

Bentuk alur dalam sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Pada dasarnya dalam memilih bentuk alur harus menuju kepada penurunan masukan panas dan penurunan logam las sampai kepada harga terendah yang tidak menurunkan mutu sambungan. Karena hal ini maka dalam pemilihan bentuk alur diperlukan kemampuan dan pengalaman yang luas. Bentuk-bentuk yang telah distandarkan pada umumnya hanya meliputi pelaksanaan pengelasan yang sering dilakukan sehingga dalam pengelasan khusus bentuk alur harus ditentukan sendiri berdasarkan pengalaman yang dapat dipercaya.

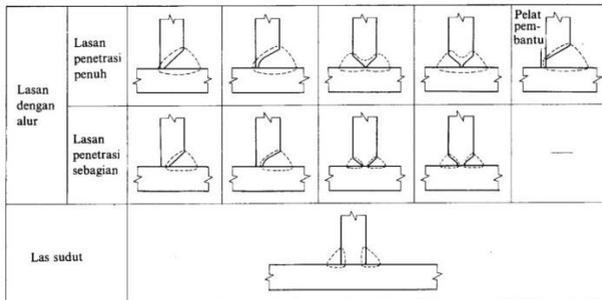
Jenis lasan Jenis alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

Gambar 2. 10 Alur Sambungan Las Tumpul

(Harsono & Toshie, 2008 hal.158)

2. Sambungan T

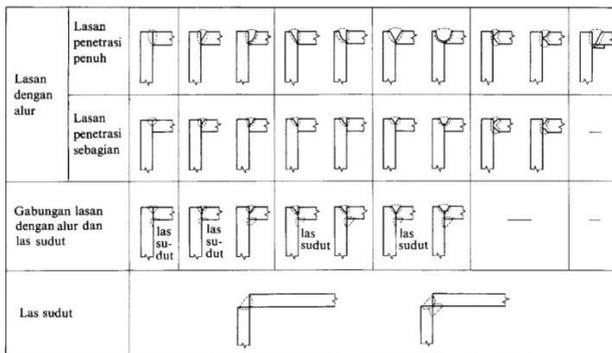
Hal-hal yang dijelaskan untuk sambungan tumpul diatas juga berlaku untuk sambungan jenis ini. Dalam pelaksanaan pengelasan mungkin sekali ada bagian batang yang menghalangi yang dalam hal ini dapat diatasi dengan memperbesar sudut alur.



Gambar 2. 11 Sambungan T
(Harsono & Toshie, 2008 hal.159)

3. Sambungan Sudut

Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pelat tegak. Bila pengelasan dalam tidak dapat dilakukan karena sempitnya ruang maka pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus dengan pelat pembantu.



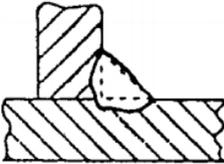
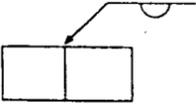
Gambar 2. 12 Sambungan Sudut
(Harsono & Toshie, 2008 hal.160)

D. Simbol Las

Seseorang operator menerima *job* (pekerjaan) berupa gambar kerja dengan simbol-simbol lasnya, simbol las berfungsi sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan pesan dari perancang kepada operator las. Oleh karena

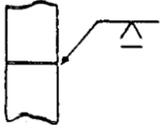
itu, seorang operator las harus memiliki pengetahuan mengenai simbol-simbol las tersebut. Selain operator las, seorang perancang las juga harus mampu menyampaikan pesan bentuk las, macam bentuk las dan apa yang dikehendakinya. Supaya tidak salah persepsi maka simbol las yang digunakan harus memenuhi standar nasional atau standar internasional. Berikut ini adalah macam-macam simbol las secara umum / dasar yang digunakan dalam berbagai konstruksi pengelasan. Berikut ini adalah macam-macam simbol las secara umum/ dasar yang digunakan dalam berbagai konstruksi pengelasan :

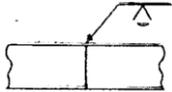
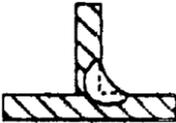
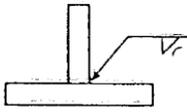
Table 2. 5 Simbol Las Secara Umum

Bentuk Pengelasan	Gambar	Simbol
Sambungan Sudut (<i>Fillet</i>)		
Jalur Las		

(Sukaina, Tarkina, Fandi, 2013, hlm. 10)

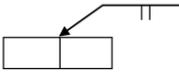
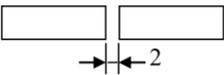
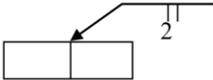
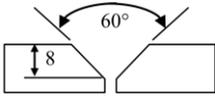
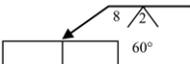
Table 2. 6 Bentuk Permukaan Jalur Las

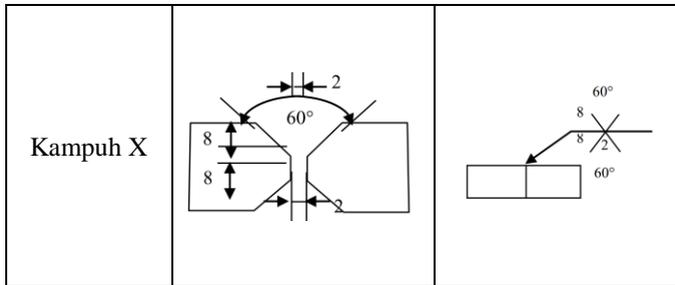
Tipe Pengelasan (1)	Gambar (2)	Simbol (3)
Rata		

Cembun g		
Cekung		

(Sukaina, Tarkina, Fandi, 2013, hlm. 10)

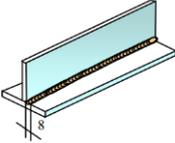
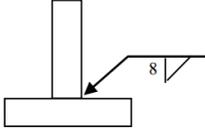
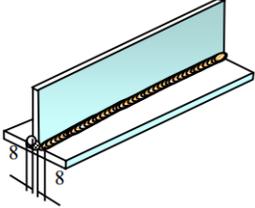
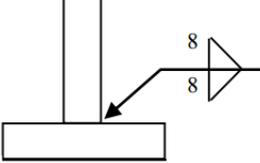
Table 2. 7 Penerapan Simbol Las Sambungan Tumpul

Bentuk Sambungan	Gambar	Simbol
Kampuh I Tertutup		
Kampuh I Terbuka		
Kampuh V		



(Sukaina, Tarkina, Fandi, 2013, hlm. 10)

Table 2. 8 Penerapan Simbol Las Sambungan Sudut

Bentuk Sambungan (1)	Gambar (2)	Simbol (3)
Bentuk T dilas <i>continue</i> pada satu sisi		
Bentuk T dilas <i>continue</i> pada dua sisi		

(Sukaina, Tarkina, Fandi, 2013, hlm. 10)

E. Mesin Bor (Drilling Machine)

1. Pengertian

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutar 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.

2. Bagian Utama Mesin Bor



Gambar 2. 13 Bagian Mesin Bor

(Rahdiyanta , 2010)

a. Dudukan (*base*)

Base ini merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. Base terletak paling bawah menempel pada lantai, biasanya dibaut. Pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.

b. Tiang (*column*)

Bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. Kolom berbentuk silinder yang mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja kerja.

c. Meja (*table*)

Bagian yang digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Meja kerja dapat disesuaikan secara vertikal untuk mengakomodasi ketinggian pekerjaan yang berbeda atau bisa berputar ke kiri dan ke kanan dengan sumbu poros pada ujung yang melekat pada tiang (*column*).

Untuk meja yang berbentuk lingkaran bisa diputar 360° dengan poros ditengah-tengah meja. Semuanya itu di lengkapi penjepit meja (*table clamp*) untuk menjaga agar posisi meja sesuai dengan yang dibutuhkan. Untuk

menjepit benda kerja agar diam menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.

d. Mata Bor

Suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor spiral, karena daya hantarnya yang baik, penyaluran serpih/beram (*chips*) yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekrup, sudut-sudut sayat yang menguntungkan dan bidang potong dapat diasah tanpa mengubah diameter bor. Bidang–bidang potong bor spiral tidak radial tetapi digeser sehingga membentuk garis-garis singgung pada lingkaran kecil yang merupakan hati bor.

e. *Spindel*

Bagian yang menggerakkan *chuck* atau pencekam, yang memegang/mencekam mata bor.

f. *Spindel Head*

Merupakan rumah dari konstruksi *spindle* yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa *belt* dan diatur oleh *drill feed handle* untuk proses pemakananya.

g. *Drill Feed Handle*

Handle untuk menurunkan atau menekankan *spindle* dan mata bor ke benda kerja.

h. Motor Listrik

Penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik, untuk kelengkapannya mulai dari kabel power dan kabel penghubung, sekering (*fuse*), lampu *indicator*, saklar on/off dan saklar pengatur kecepatan.

3. Parameter Pada Mesin Bor

a. Kecepatan Putar

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D} \quad (\text{Westermann Tables, 1961:106})$$

Dimana: v = Kecepatan potong (m/min)

D = Diameter pisau (mm)

n = Putaran mesin (rpm)

b. 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)

Table 2. 9 *Feed dan Cutting Speed Mesin Bor*

Material		Diameter of Drill (mm)						
		Ø5 (1)	Ø10 (2)	Ø15 (3)	Ø20 (4)	Ø25 (5)	Ø30 (6)	Ø35 (7)
Steel up to 40 kgf/mm ²	Feed (mm/rev)	0,1	0,18	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36
	Cutting speed (m/min)	15	18	22	26	29	32	35
Up to 60 kgf/mm ²	Cutting speed (m/min)	13	16	20	23	26	28	29
Up to 80 kgf/mm ²	Feed (mm/rev)	0,07	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25
	Cutting speed (m/min)	12	14	16	18	21	23	24
Up to 100 kgf/mm ²	Cutting speed (m/min)	8	10	13	15	17	18	19
Beyond 100 kgf/mm ²	Feed (mm/rev)	0,015 s.d 0,17						
	Cutting speed (m/min)	6 s.d 12						
Grey cast iron Up to 18 kgf/mm ²	Feed (mm/rev)	0,15	0,24	0,3	0,32	0,35	0,38	0,4

	<i>Cutting speed</i> (m/min)	24	28	32	34	37	39	40
<i>Up to 22</i> <i>kg/mm²</i>	<i>Cutting speed</i> (m/min)	16	18	21	24	26	27	28
<i>Grey cast iron up to</i> <i>30 kg/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,16	0,2	0,24	0,28	0,3	0,3
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	12	14	16	18	20	21	22
<i>Brass up to</i> <i>40 kg/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	60 s.d 70						
<i>Up to 60</i> <i>kg/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,07	0,12	0,18	0,24	0,25	0,28	0,32
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	40 s.d 60						
<i>Bronze up to</i> <i>30 kg/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36

	<i>Cutting speed</i> (m/min)	30 s.d 40						
<i>Up to 70</i> <i>kg/mm²</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,05	0,08	0,12	0,18	0,2	0,22	0,26
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	25 s.d 35						
<i>Aluminium</i> <i>(pure)</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,05	0,12	0,2	0,3	0,35	0,4	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	80 s.d 120						
<i>Aluminium</i> <i>alloys</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,12	0,2	0,3	0,4	0,46	0,5	0,6
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	100 s.d 150						
<i>Magnesium</i> <i>alloys</i>	<i>Feed</i> (mm/rev)	0,15	0,2	0,3	0,38	0,4	0,45	0,5
	<i>Cutting speed</i> (m/min)	200 s.d 250						

(Wesstermann Tables, 1961:104)

4. Waktu Pemotongan

$$T = \frac{L}{f \times n}$$

(Taufiq Rochim.2007-a.hal. 17)

Dimana: T = Waktu Pemotongan (menit)

L = Kedalaman Pemakanan (mm)

= $1 + 0,3.d$

n = Putaran mesin (rpm)

f = Pemakanan (mm/rev)

Table 2. 10 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

(Manual Mesin Bor Wipro)

F. 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. Berikut ini adalah presentase kegiatan bagi jenis proses *drilling*.

Table 2. 11 Kegiatan *Operator* dan Mesin (Konvensional)

Kegiatan operator	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan
	<i>Drilling</i> (%)
Kegiatan produktif	
Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	34,9
Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	15,7
Mengganti pisau	1,8
Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	3,5
Sub total	55,9
Kegiatan persiapan	
Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>jig / fixture</i>)	12,0
Mempelajari gambar teknik	0,5
Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	5,3
Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	4,0
Diskusi dengan kepala pabrik / kelompok / membantu operator lain	0,5
Sub total	22,3
Kegiatan pribadi	
Pergi ke kamar kecil	2,4
Istirahat di dekat mesin	10,1
Menunggu pekerjaan	2,7
Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	6,6
Sub total	21,8
Total	100%

(Taufiq Rochim.2007-c.hal 31)

G. 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.

1. Biaya Total Perproduk (*Unit Cost*)

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

(Taufiq Rochim, 2007-c, hal. 9)

Dimana:

C_u = ongkos total (Rp/produk)

C_M = ongkos material (Rp/produk)

C_{plan} = ongkos persiapan/perencanaan produksi;
dapat pula dimasukan ongkos perencanaan produksi (bila produk bersangkutan dirancang sendiri)

C_p = ongkos salah satu proses produksi
(Rp/produk)

a. Biaya Material

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi}$$

$$C_{Mo} = w \times k$$

(Taufiq Rochim, 2007-c, hal.10)

Dimana:

C_M = Ongkos material (Rp/produk)

C_{Mo} = Biaya material (Rp/produk)

C_{Mi} = Ongkos tak langsung (Rp/produk)

w = berat *material* (Kg/produk)

k = harga *material* (Rp/Kg)

b. Biaya Produksi

$$C_p = C_o + C_m + C_e$$

(Taufiq Rochim,2007-c, hal.11)

Dimana:

- C_p = ongkos produksi (Rp)
- C_o = ongkos operator (Rp)
- C_m = ongkos pemesinan (Rp)
- C_e = ongkos lain-lain (Rp)

c. Biaya Pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

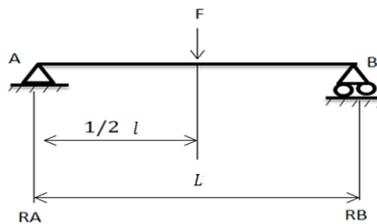
(Taufiq Rochim, 2007-c, hal. 12)

Dimana:

- C_m = ongkos pemesinan (Rp/produk)
- c_m = ongkos operasi mesin (mesin, operator, overhead) persatuan waktu (Rp/min)
- t_m = waktu pemesinan (min/produk)

H. Dasar-Dasar Perhitungan Kekuatan Rangka

Pada perhitungan rangka ini, data dari rangka dan beban statis utamanya adalah Tungku *Curcible* untuk kapasitas 10 Kg dengan berat total 99,2 Kg. Mengingat beban penempatan tungku berada di tengah, maka beban pada poros baik kiri maupun kanan mendapatkan pembebanan yang sama.



Gambar 2. 14 Free Body Diagram

$$\sum Ma = 0$$

$$Ra \cdot l - F \left(L - \frac{1}{2} l \right)$$

$$Ra = \frac{F(L - 1/2l)}{L} \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum fy = 0$$

$$Ra + Rb - fa = 0$$

$$R_b = f a - R_a \dots\dots\dots(2)$$

(Sumber : S.Timoshenko .(1986). buku kekuatan bahan)

Keterangan :

L = Jarak Dari Reaksi A Ke Reaksi B (mm)

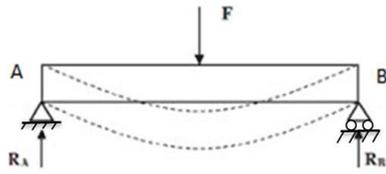
$1/2 l$ = Jarak Dari Reaksi A Ke Reaksi Batang tengah
(mm)

R_a = Pada tumpuan A

R_b = Pada tumpuan B

Tegangan Lengkung/Bengkok

Tegangan lengkung adalah tegangan yang diakibatkan karena adanya gaya yang menumpu pada titik tengah suatu beban sehingga mengakibatkan benda tersebut seakan-akan melengkung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 15 Tegangan lengkung

(Sumber : S.Timoshenko .(1986). buku kekuatan bahan)

Berikut rumus untuk tegangan lengkung ini adalah :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= M_b / W_b \\ &= \frac{M_{max}}{\frac{I}{c}} \\ &= \frac{M_{max} \cdot c}{I} \end{aligned}$$

(Sumber : S.Timoshenko .(1986). buku kekuatan bahan)

Keterangan:

σ_{ba} = Tegangan bengkok(Kg/mm²)

M_b = Momen bengkok (kg . mm)

W_b = Tahanan bengkok (mm³)

c = Center of gravity (mm)

I = Momen inersia (mm⁴)