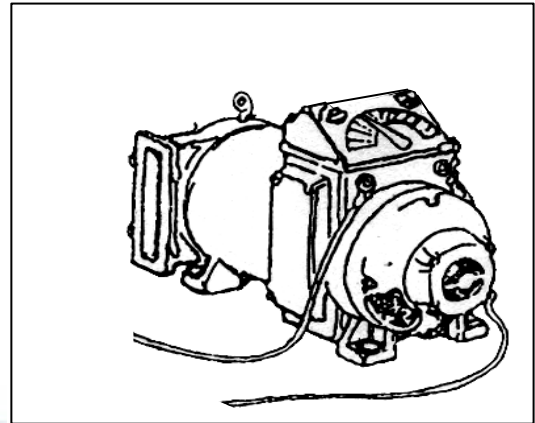


DASAR-DASAR PENGELASAN

MENGGUNAKAN PERALATAN LAS BUSUR LISTRIK

E.20.01



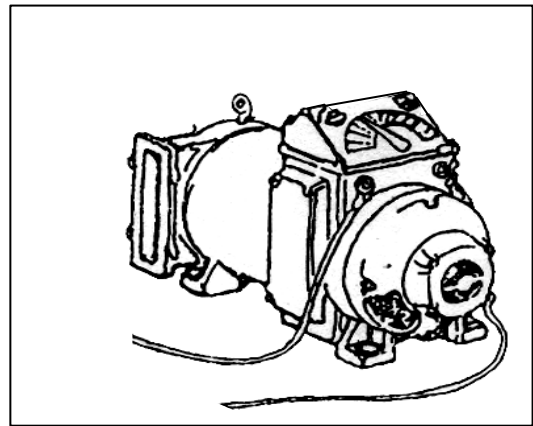
**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2003

DASAR-DASAR PENGELASAN

**MENGGUNAKAN PERALATAN
LAS BUSUR LISTRIK**

E.20.01



Penyusun

Tim Kurikulum SMK Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan ITS

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2003

BAB I

PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI MODUL

Menggunakan Peralatan Las Busur Listrik merupakan modul praktikum berisi tentang transformator, peralatan las busur listrik, teknik dasar las busur listrik serta penyalaan dan pengayunan las busur listrik. Modul ini termasuk dalam lingkup bidang keahlian teknik perkapalan dan program keahlian teknologi las kapal.

Modul ini terdiri dari 4 (empat) kegiatan belajar, yang mencakup transformator, peralatan las busur listrik, teknik dasar las busur listrik serta penyalaan dan pengayunan las busur listrik.

Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta diklat mampu. Memahami tentang penggunaan peralatan las busur listrik, baik mengenai kombinasi, prinsip kerja maupun proses penggunaan mesin las busur listrik secara manual.

B. PRASYARAT

Untuk melaksanakan modul penggunaan peralatan las busur listrik memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat yaitu:

1. peserta diklat telah memahami prinsip dasar transformasi (dasar kelistrikan) dari las busur listrik,
2. peserta diklat dapat menggunakan mesin las AC, DC maupun las mesin las AC, DC,
3. peserta diklat dapat menyalakan dan mematikan las busur listrik dengan baik.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mempelajari modul ini:

1. bacalah tujuan akhir dan tujuan antara dengan seksama,

2. bacalah lembar informasi pada setiap kegiatan belajar dengan seksama,
3. persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap kegiatan belajar,
4. lakukan pengamatan pada setiap kegiatan belajar dengan teliti,
5. jawablah setiap pertanyaan pada lembar latihan untuk masing-masing kegiatan belajar, cocokkan dengan kunci jawaban,
6. jawablah pertanyaan pada lembar evaluasi, cocokkan dengan kunci jawaban yang telah tersedia pada lembar kunci jawaban,
7. kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan.

D. TUJUAN

1. Tujuan Antara

- peserta diklat dapat menjelaskan penggunaan transformator,
- peserta diklat dapat menjelaskan prinsip kerja mesin las,
- peserta diklat dapat mengatur arus dan kecepatan pada las busur listrik,
- peserta diklat dapat menjelaskan proses penggunaan mesin las AC, mesin las DC dan mesin las AC, DC.

2. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini peserta diklat dapat:

- menjelaskan pengetahuan tentang penggunaan peralatan pada las busur listrik,
- melaksanakan praktik cara menyalakan dan mematikan nyala busur listrik

E. KOMPETENSI

Setelah menyelesaikan pembelajaran dalam modul ini, siswa telah mempunyai kemampuan menggunakan peralatan las busur listrik yang meliputi: pengetahuan tentang transformator, peralatan las busur listrik, teknik dasar las busur listrik serta penyalaan dan pengayunan las busur

listrik. Modul ini termasuk dalam lingkup bidang teknik perkapalan dan program keahlian teknologi las kapal.

F. CEK KEMAMPUAN

Untuk menjajaki siswa tentang pengetahuan dan ketrampilan yang berkaitan dengan isi modul ini, dapat dilakukan dengan memberikan pertanyaan tentang, tentang transformator, peralatan las busur listrik, teknik dasar las busur listrik serta penyalaan dan pengayunan las busur listrik.

Apabila siswa yang bersangkutan telah dapat menyelesaikan soal cek kemampuannya dengan baik, yang bersangkutan dapat langsung ujian untuk mendapatkan sertifikat.

BAB II

PEMBELAJARAN

A. RENCANA KEGIATAN BELAJAR SISWA / PESERTA DIDIK

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu (jam)	Tempat Belajar	Alasan perubahan	Tanda tangan Guru
Penjelasan tentang Transformator		3	Lab		
Tes formatif 1		2	Lab		
Penjelasan tentang Peralatan Las Busur Listrik		3	Lab		
Tes formatif 2		2	Lab		
Penjelasan tentang Teknik Dasar Las Busur Listrik		4	Lab		
Tes formatif 3		2	Lab		
Penjelasan tentang Penyalaan & Pengayunan Las Busur Listrik		4	Lab		
Tes formatif 4		2	Lab		
Evaluasi		2	Lab		

B. KEGIATAN BELAJAR

1. KEGIATAN BELAJAR 1: TRANSFORMATOR

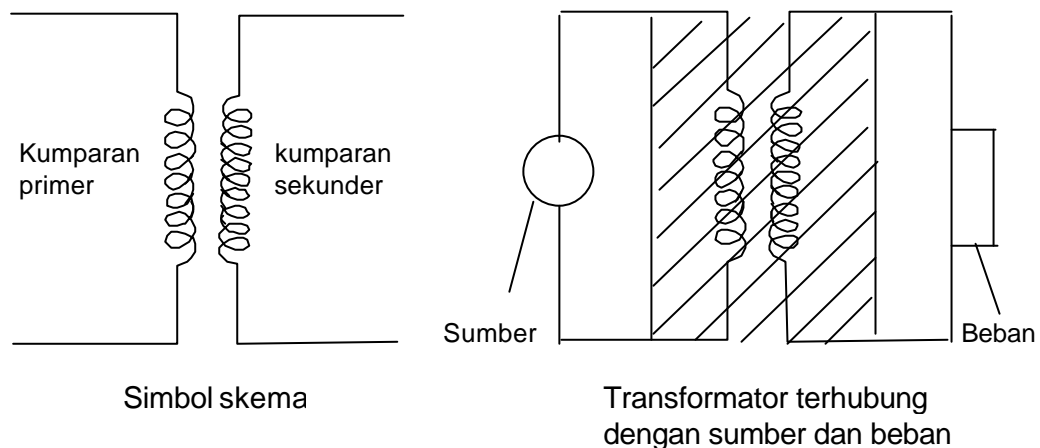
Tujuan Kegiatan Pembelajaran :

Dalam kegiatan belajar ini, siswa didik diberikan penjelasan mengenai; pengertian, fungsi atau kegunaan serta macam-macam dari transformator.

Uraian Materi :

Transformator adalah alat yang berfungsi mengubah, yaitu menaikkan menurunkan GGL (tegangan) sumber berdasarkan prinsip imbas elektromagnetik.

Gambar skema dapat dilihat pada gambar 2.5 salah satu kumparan disebut kumparan primer dan kumparan sekunder. Tegangan sumber disambung dengan terminal kumparan primer, dan beban tersambung dengan terminal kumparan sekunder.



Prinsip Kerja Transformator

Jika ada aliran arus pada kumparan primer, maka akan timbul perubahan fluks magnetik dibagian primer. Akibatnya fluks magnetik yang dilingkupi oleh sekunder berubah pula, sehingga pada bagian kumparan sekunder terjadi pula GGL imbas. Perubahan kuat arus pada bagian primer harus terus menerus. Oleh karena itu arus yang melewati kumparan primer harus arus bolak-balik (arus yang berubah terhadap waktu).

Macam-macam transformator, yaitu transformator Step-Up dan transformator Step-Down.

1. Transformator Step-Up.

Transformator Step-Up adalah trafo yang digunakan untuk memperbesar GGL atau tegangan listrik suatu sumber (untuk menaikkan tegangan). Transformator ini mempunyai tegangan sekunder listrik tinggi dibandingkan tegangan primernya. Rasio perbandingan tegangan sekunder dengan primer sama dengan rasio perbandingan jumlah lilitan pada kumparan sekunder dan kumparan primer.

$$\frac{N_s}{V_p} = \frac{N_p}{V_s} \text{ dan } \frac{V_s}{N_s} = \frac{V_p}{N_p}$$

sehingga dari rumus diatas didapat $V_s = \frac{N_s}{N_p} V_p$

2. Transformator Step-Down

Transformator Step-down adalah trafo yang digunakan untuk memperkecil GGL atau tegangan listrik suatu sumber (untuk menurunkan tegangan sumber). Transformator ini mempunyai tegangan listrik tinggi dibandingkan tegangan sekunder.

3. Perbandingan Lilitan

Perbandingan Lilitan (n) adalah perbandingan antara jumlah lilitan kumparan sekunder (Ns) dengan jumlah lilitan kumparan primer (Np), $n = N_s / N_p$, perbandingan jumlah lilitan primer dengan sekunder menentukan perbandingan tegangan primer (input) dan sekunder (output). Untuk menentukan berapa penurunan atau kenaikan tegangan yang akan kita inginkan, dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{V_s}{N_s} = \frac{V_p}{N_p}$$

Keterangan: V_s = tegangan primer dalam volt,
 N_s = jumlah lilitan kumparan primer,
 V_p = tegangan sekunder dalam volt,
 N_p = jumlah lilitan kumparan sekunder

Rangkuman 1:

Aliran arus pada kumparan primer menimbulkan perubahan fluks magnetik dibagian primer, yang mengakibatkan fluks magnetik dibagian sekunder berubah pula, sehingga pada kumparan sekunder terjadi pula GGL imbas. Ada dua macam transformator, yaitu transformator Step-Up dan transformator Step-Down.

Tugas 1:

Alat dan Bahan.

1. Transfomator.	1 buah
2. Kawat email.	Sesuai kebutuhan
3. Inti besi.	Sesuai kebutuhan
4. Terrminal kabel	Sesuai kebutuhan
5. Pernis.	½ Kg
6. Tang potong.	1 buah
7. Tang cucut.	1 buah
8. Tang kombinasi.	1 buah
9. Penggulung (rol) kawat.	1 buah
10. Kaos tangan.	1 set

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik.
2. Bacalah dan pahami petunjuk praktik pada setiap lembar kegiatan.
3. Janganlah meletakkan alat dan bahan praktik ditepi meja.
4. Lakukan pengamatan dengan teliti.
5. Hati-hati dalam melakukan praktik.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Amatilah tiap-tiap bagian transformator.
3. Gambarkan tiap-tiap bagian transformator sesuai pengamatan yang telah dilakukan.

4. Hitung besarnya tegangan pada terminal lilitan sekunder.
5. Hitung jumlah lilitan sekunder.
6. Hitung perbandingan lilitannya.
7. Hitung daya transformator dan efisiennya.

Tes Formatif 1:

1. Suatu transformator mempunyai kumparan primer dengan 500 lilitan, dan kumparan sekunder dengan 100 lilitan. Terminal primer disambung ke tegangan sumber 220 volt.
 - a. berapa tegangan yang keluar pada terminal lilitan sekunder?
 - b. Transformator ini termasuk jenis step-up atau step-down?
2. Transformator step-down mempunyai jumlah lilitan primer 300 lilitan, dan perbandingan lilitan 0.3 jika terminal disambung ke tegangan sumber 110 volt, tentukan:
 - a. jumlah lilitan sekunder.
 - b. Tegangan yang keluar pada terminal lilitan sekunder!
3. Suatu transformator mempunyai kumparan primer dengan 100 lilitan, dan kumparan sekunder 600 lilitan. Berapa perbandingan lilitannya?

Kunci Jawaban Tes Formatif 1:

1. $N_s = 500$ lilitan , $N_p = 100$ lilitan

$$\text{Perbandingan lilitan : } n = \frac{N_s}{N_p} = \frac{500}{100} = 5.$$

- a. tegangan pada terminal sekunder:

$$V_s = nV_p = 5 (220 \text{ volt}) = 1100 \text{ volt.}$$

- b. Karena harga n lebih besar dari 1, maka termasuk step – up.

2. $n = 0,3$ $N_p = 60$ lilitan sekunder

- a. jumlah lilitan sekunder:

$$0,3 = \frac{N_s}{N_p} = \frac{N_s}{300} \quad ? \quad N_s = 0,3 \times 300 = 90 \text{ lilitan}$$

- b. tegangan pada terminal sekunder:

$$V_s = nV_p = 0,3 (110 \text{ volt}) = 33 \text{ volt.}$$

3. $N_s = 600$ lilitan $N_p = 150$ lilitan

$$\text{Perbandingan lilitan : } n = \frac{N_s}{N_p} = \frac{600}{150} = 4$$

Jadi, perbandingan jumlah lilitan = 4

Lembar Kerja 1:

Alat dan Bahan.

1. Transformator.	1 buah
2. Kawat email.	Sesuai kebutuhan
3. Inti besi.	Sesuai kebutuhan
4. Terminal kabel	Sesuai kebutuhan
5. Pernis.	½ Kg
6. Tang potong.	1 buah
7. Tang cucut.	1 buah
8. Tang kombinasi.	1 buah
9. Penggulung (rol) kawat.	1 buah
10. Kaos tangan.	1 set

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik.
2. Bacalah dan pahami petunjuk praktik pada setiap lembar kegiatan.
3. Janganlah meletakkan alat dan bahan praktik ditepi meja.
4. Lakukan pengamatan dengan teliti.
5. Hati-hati dalam melakukan praktik.

Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Amatilah tiap-tiap bagian transformator.
3. Gambarkan tiap-tiap bagian transformator sesuai pengamatan yang telah dilakukan.
4. Hitung besarnya tegangan pada terminal lilitan primer.
5. Hitung jumlah lilitan primer.

6. Hitung besarnya tegangan pada terminal lilitan sekunder.
7. Hitung jumlah lilitan sekunder.
8. Hitung perbandingan lilitannya.
9. Hitung daya transformator dan efisiennya.

2. KEGIATAN BELAJAR 2: PERALATAN LAS BUSUR LISTRIK

Tujuan Kegiatan Pembelajaran :

Dalam kegiatan belajar ini, siswa didik diberikan penjelasan mengenai; fungsi atau kegunaan serta macam-macam peralatan dari las busur listrik.

Uraian Materi :

Mesin las yang ada pada unit peralatan las berdasarkan arus yang dikeluarkan pada ujung-ujung elektroda dibedakan menjadi beberapa macam.

1. Mesin Las Arus Bolak-balik (Mesin AC)

Mesin memerlukan arus listrik bolak-balik atau arus AC yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, listrik PLN atau generator AC, dapat digunakan sebagai sumber tenaga dalam proses pengelasan.

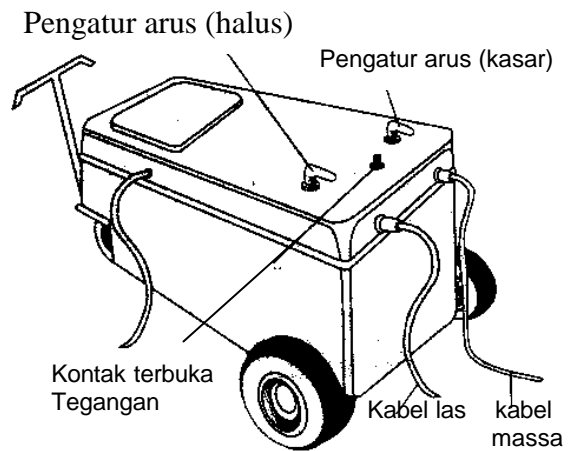
Besarnya tegangan listrik yang dihasilkan oleh sumber pembangkit listrik belum sesuai dengan tegangan yang digunakan untuk pengelasan.

Bisa terjadi tegangannya terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga besarnya tegangan perlu disesuaikan terlebih dahulu dengan cara menaikkan atau menurunkan tegangan. Alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan ini disebut transformator atau trafo.

Kebanyakan trafo yang digunakan pada peralatan las adalah jenis trafo step-down, yaitu trafo yang berfungsi menurunkan tegangan. Hal ini disebabkan kebanyakan sumber listrik, baik listrik PLN maupun listrik dari sumber yang lain, mempunyai tegangan yang cukup tinggi, padahal kebutuhan tegangan yang dikeluarkan oleh mesin las untuk pengelasan hanya 55 volt sampai 85 volt. Transformator yang digunakan pada peralatan las mempunyai daya yang cukup besar. Untuk mencairkan sebagian logam induk dan elektroda dibutuhkan energi yang besar, karena tegangan pada bagian terminal kumparan

sekunder hanya kecil, maka untuk menghasilkan daya yang besar perlu arus besar. Arus yang digunakan untuk peralatan las sekitar 10 ampere sampai 500 ampere. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan las. Untuk keperluan daya besar diperlukan arus yang lebih besar pula, dan sebaliknya.

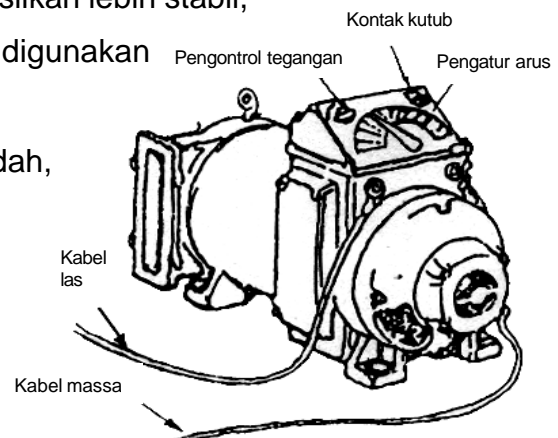
Gambar mesin Las AC.



2. Mesin Las Arus Searah (Mesin DC)

Arus listrik yang digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik adalah arus searah. Arus searah ini berasal dari mesin berupa dinamo motor listrik searah. Dinamo dapat digerakkan oleh motor listrik, motor bensin, motor diesel, atau alat penggerak yang lain. Mesin arus yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak mulanya memerlukan peralatan yang berfungsi sebagai penyearah arus. Penyearah arus atau rectifier berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Arus bolak-balik diubah menjadi arus searah pada proses pengelasan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil,
- setiap jenis elektroda dapat digunakan pada mesin las DC,
- tingkat kebisingan lebih rendah,
- mesin las lebih fleksibel, karena dapat diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.



Mesin las DC ada 2 macam, yaitu mesin las stasioner atau mesin las portabel. Mesin las stasioner biasanya digunakan pada tempat atau bengkel yang mempunyai jaringan listrik permanen, misal listrik PLN. Adapun mesin las portabel mempunyai bentuk relatif kecil biasanya digunakan untuk proses pengelasan pada tempat-tempat yang tidak terjangkau jaringan listrik.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian mesin las adalah penggunaan yang sesuai dengan prosedur yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, perawatan yang sesuai dengan anjuran. Sering kali gangguan-gangguan timbul pada mesin las, antara lain mesin tidak mengeluarkan arus listrik atau nyala busur listrik lemah.

Kelebihan mesin DC dan AC

Mesin las DC	Mesin las AC
Busur nyala listrik yang dihasilkan stabil	Perlengkapan dan perawatan lebih murah
Dapat menggunakan semua jenis elektroda	Kabel massa dan kabel elektroda dapat ditukar untuk mempengaruhi yang dihasilkan
Dapat digunakan untuk pengelasan pelat tipis	Nyala busur kecil sehingga mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las

Sumber penyebab gangguan pada mesin las bisa terjadi dari dalam mesin (internal) atau dari luar (eksternal). Gangguan-gangguan dari luar yang bisa terjadi misalnya arus dari sumber tegangan mati atau tegangan dari sumber lemah atau turun. Adapun gangguan dari dalam mesin sendiri misalnya sikat katup mesin DC kotor, mesin las terlalu panas, kumparan pada trafo rusak (akibat hubung singkat atau lilitannya putus), atau ada ada salah satu instalasi yang tidak terhubung (ada kabel putus).

Gangguan-gangguan yang timbul dapat diatasi dengan beberapa cara, antara lain menaikkan putaran generator untuk menaikkan tegangan atau menaikkan arus yang lemah, memperbaiki atau mengganti lilitan kumparan trafo, mendinginkan mesin, jika kabel amper

rusak diganti yang baik, memperbaiki hubungan kabel, membersihkan sikat pada katup, dan menghidupkan listrik cadangan bila sumber utamanya mati.

3. Mesin Las Ganda (Mesin AC-DC)

Mesin las ini mampu melayani pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik. Mesin las ganda mempunyai transformator satu fasa dan sebuah alat perata dalam satu unit mesin. Keluaran arus bolak-balik diambil dari terminal lilitan sekunder transformator melalui regulator arus. Adapun arus searah diambil dari keluaran alat perata arus. Pengaturan keluaran arus bolak-balik atau arus searah dapat dilakukan dengan mudah, yaitu hanya dengan memutar alat pengatur arus dari mesin las.

Mesin las AC-DC lebih fleksibel karena mempunyai semua kemampuan yang dimiliki masing-masing mesin las DC atau mesin las AC. Mesin las jenis ini sering digunakan untuk bengkel-bengkel yang mempunyai jenis-jenis pekerjaan yang bermacam-macam, sehingga tidak perlu mengganti-ganti las untuk pengelasan berbeda.

Rangkuman 2:

Mesin Las Arus Bolak-balik. Kebanyakan trafo yang digunakan pada peralatan las adalah jenis trafo step-down,

Mesin Las Arus Searah. Arus listrik yang digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik adalah arus searah. Arus searah ini berasal dari mesin berupa dinamo motor listrik searah.

Arus bolak-balik diubah menjadi arus searah pada proses pengelasan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- a. nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil,
- b. setiap jenis elektroda dapat digunakan untuk mesin las DC.
- c. tingkat kebisingan lebih rendah,
- d. mesin las lebih fleksibel, karena dapat diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.

Tugas 2:

Alat dan Bahan

1. mesin las AC, DC dan AC-DC	1 buah
2. kabel massa	Sesuai kebutuhan
3. pemegang elektroda	1 buah
4. tang massa	1 buah
5. palu terak	1 buah
6. tang penjepit (panas)	1 buah
7. sikat kawat	1 buah
8. elektroda	1 Dos
9. material st 37 (200 x 200 x 100)	1 lembar

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik (jaket/apron).
2. Gunakan alat keselamatan seperti: pelindung muka, kaca mata las, respirator, sarung tangan, sepatu las.
3. Jangan memegang benda kerja sesaat setelah proses pengelasan, apabila akan memegang benda kerja gunakan tang panas atau sarung tangan.
4. Sewaktu busur listrik menyala jangan sekali-kali melihat dengan mata telanjang (tanpa kaca mata las).
5. Letakkan benda kerja panas pada tempat yang aman, jangan mengenai benda-benda yang berbahaya misal: kabel elektroda atau kabel massa dan benda-benda mudah terbakar.
6. Bebaskan bagian yang akan dilas dari kontak dengan bahan-bahan yang mudah terbakar dan ruangan bertekanan.

Langkah Kerja

1. Mesin las disiapkan dan stel amperenya, yaitu "ON" untuk menghidupkan dan "OFF" untuk mematikan mesin las.
2. Pakailah alat-alat keselamatan kerja seperti: sarung tangan, apron, helm las, dan sepatu kerja.

3. Pasangkan klem massa sebaik mungkin agar pada saat pengelasan terjadi sirkuit listrik yang baik. Pasangkan elektroda pada tang las.
4. Siapkan alat-alat bantu seperti: sikat las, palu las dan tang penjepit.
5. Lakukan setiap proses menurut langkah kerja yang ditentukan.
6. Mintalah petunjuk guru/instruktur apabila ada hal-hal yang belum jelas.
7. Lakukan seluruh pekerjaan dengan tekun dan penuh disiplin.

Tes Formatif 2:

1. Sebutkan peralatan-2 yang digunakan untuk satu unit las busur listrik?
2. Sebutkan dan jelaskan dengan singkat tiga macam mesin las listrik?
3. Sebutkan kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh mesin las AC dan mesin las DC?

Kunci Jawaban Tes Formatif 2:

1. a. Pemegang elektroda : berfungsi mengakibatkan arus sehingga pemegang elektroda harus kokoh,
b. klem massa : berfungsi mengalirkan arus, harus kokoh agar mampu mengalirkan arus dengan baik,
c. kabel las : berfungsi mengalirkan listrik, arus yang digunakan untuk pengelasan cukup besar, maka perlu diperhatikan ukuran kabel yang sesuai.
2. a. Mesin las : Mesin las ini memerlukan sumber arus bolak-balik fase tunggal dengan sebuah transformator,
b. Mesin las DC : Mesin las ini mengubah arus AC yang masuk menjadi arus DC keluar dengan bantuan rectifier bekerjanya tenang dan biasanya mempunyai tombol pengatur tunggal untuk menyetel arus listrik,
c. Mesin las AC-DC : Merupakan gabungan dari mesin las AC dan mesin las DC dengan mesin ini lebih banyak kemungkinan pemakaian karena arus yang keluar dapat dipilih AC atau DC dengan hanya mengubah posisi handle pada mesin tersebut.

3. Kelebihan Mesin Las AC dan Mesin Las DC.

- Mesin las AC : ? Perlengkapan dan perawatan lebih murah.
- ? Kabel massa dan kabel elektroda dapat ditukar untuk mempengaruhi yang dihasilkan.
 - ? Busur nyala kecil sehingga mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las.
- Mesin las DC : ? Busur nyala listrik yang dihasilkan stabil.
- ? Dapat menggunakan semua jenis elektroda.
 - ? Dapat digunakan untuk pengelasan pelat tipis.

Lembar Kerja 2:

Alat dan Bahan

1. mesin las AC.	1 buah
2. kabel massa	Sesuai kebutuhan
3. pemegang elektroda	1 buah
4. tang massa	1 buah
5. palu terak	1 buah
6. tang penjepit (panas)	1 buah
7. sikat kawat	1 buah
8. elektroda	1 Dos
9. material st 37 (200 x 200 x 100)	1 lembar

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik (jaket/apron).
2. Gunakan alat keselamatan seperti: pelindung muka, kaca mata las, respirator, sarung tangan, sepatu las.
3. Jangan memegang benda kerja sesaat setelah proses pengelasan, apabila akan memegang benda kerja gunakan tang panas atau sarung tangan.
4. Sewaktu busur listrik menyala jangan sekali-kali melihat dengan mata telanjang (tanpa kaca mata las).

5. Letakkan benda kerja panas pada tempat yang aman, jangan mengenai benda-benda yang berbahaya misal: kabel elektroda atau kabel massa dan benda-benda mudah terbakar.
6. Bebaskan bagian yang akan dilas dari kontak dengan bahan-bahan yang mudah terbakar dan ruangan bertekanan.

Langkah Kerja

1. Siapkan mesin las dan aturlah besar amperenya.
2. Pakailah alat-alat keselamatan kerja seperti: sarung tangan, apron, helm las, dan sepatu kerja.
3. Pasangkan klem massa sebaik mungkin agar pada saat pengelasan terjadi sirkuit listrik yang baik. Pasangkan elektroda pada tang las.
4. Siapkan alat-alat bantu seperti: sikat las, palu las dan tang penjepit.
5. Lakukan lima lajur pengelasan pada pelat yang tersedia.
6. Catatlah langkah kerja anda dalam mengelas.
7. Tunjukkan hasil laporan kerja anda kepada guru/instruktur.

3. KEGIATAN BELAJAR 3: TEKNIK DASAR LAS BUSUR LISTRIK

Tujuan Kegiatan Pembelajaran :

Dalam kegiatan belajar ini, siswa didik diberikan penjelasan mengenai; cara menentukan besarnya arus yang digunakan dan peranan kecepatan pergerakan electrode dalam pengelasan.

Uraian Materi :

1. Menentukan besarnya arus listrik

Besar arus dan tegangan listrik yang digunakan dalam pengelasan harus diatur sesuai kebutuhan. Daya yang dibutuhkan untuk pengelasan tergantung dari besarnya arus dan tegangan listrik yang digunakan. Tidak ada aturan pasti besar tegangan listrik pada mesin las yang digunakan.

Hal ini berhubungan dengan keselamatan kerja operator las tubuh manusia tidak akan mampu menahan arus listrik dengan tegangan yang tinggi.

Tegangan listrik yang digunakan pada mesin las (tegangan pada ujung terminal) berkisar 55 volt sampai 85 volt. Tegangan ini disebut sebagai tegangan pembakaran. Bila nyala busur listrik sudah terjadi maka tegangan turun menjadi 20 volt sampai 40 volt. Tegangan ini disebut dengan tegangan kerja. Besar kecilnya tegangan kerja yang terjadi tergantung dari besar kecilnya diameter elektroda. Semakin besar arus yang terjadi.

Dengan alasan diatas maka pada mesin las pengaturan yang dilakukan hanya besar arusnya saja.

Pengaturan besar kecilnya arus dilakukan dengan cara memutar tombol pengatur arus. Besar arus yang digunakan dapat dilihat pada skala yang ditunjukkan oleh amperemeter (alat untuk mengukur besar arus listrik) yang terletak pada mesin las.

Pada masing-masing las, arus minimum dan arus maksimum yang dapat dicapai berbeda-beda, pada umumnya berkisar 100 ampere sampai 600 ampere. Pemilihan besar arus listrik tergantung dari beberapa faktor,

antara lain: diameter elektroda yang digunakan, tebal benda kerja, jenis elektroda yang digunakan, polaritas kutub-kutubnya dan posisi pengelasan.

Tetapi dalam prakteknya dipilih atau ditentukan ampere pertengahan, misalnya: untuk elektroda EGOIO, ampere minimum dan maksimumnya adalah 80-120 ampere. Maka ampere pertengahan yang dipilih 100 ampere.

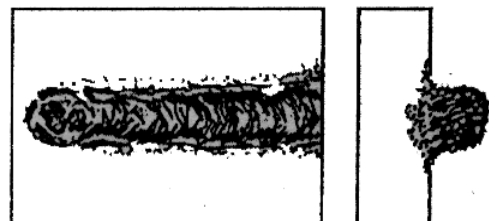
Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Diameter elektroda dalam		Type elektroda					
mm	in	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5	$\frac{3}{32}$		80-125	70-100	100-145		
3,2	$\frac{1}{8}$	80-20	110-160	115-165	140-190	125-185	140-190
4	$\frac{5}{32}$	120-160	150-220	150-220	180-250	160-240	180-250
5	$\frac{3}{16}$	150-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
5,5	$\frac{7}{32}$		260-340	260-340	275-265	250-350	275-365
6,3	$\frac{1}{4}$		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8	$\frac{5}{16}$		390-500	375-470			

2. Pengaruh arus listrik pada hasil las

Bila arus terlalu rendah (kecil), akan menyebabkan:

- penyalaan busur listrik sukar dan busur listrik yang terjadi tidak stabil,
- terlalu banyak tumpukan logam las karena panas yang terjadi tidak mampu melelehkan elektroda dan bahan bakar dengan baik,
- penembusaun kurang baik,
- pinggiran-pinggiran dingin.



Bila arus terlalu tinggi (besar), maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan: (lihat gambar)

- permukaan las yang lebih lebar dan datar,
- perembesan terlalu dalam,
- terjadi undercut sepanjang alur las.



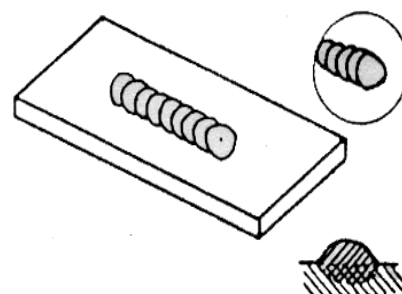
3. Pengaruh kecepatan elektroda pada hasil las

Untuk menghasilkan rigi-rigi las yang rata dan halus, kecepatan tangan menarik atau mendorong elektroda waktu mengelas harus stabil.

Apabila elektroda di gerakkan:

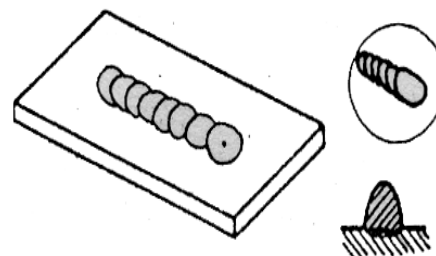
- a. tepat dan stabil, menghasilkan daerah perpaduan dengan bahan dasar dan perembesan luasnya baik.

(lihat gambar),



Hasil gerakan elektroda yang tepat dan stabil

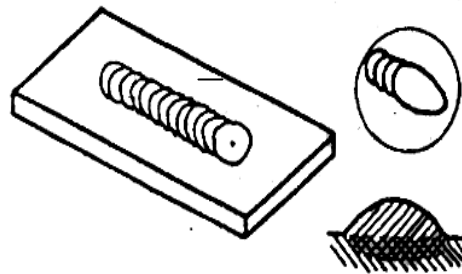
- b. terlalu cepat, menghasilkan perembesan las yang dangkal karena pemanasan bahan bakar dasar (perhatikan gambar)



Hasil gerakan elektroda yang terlalu cepat

- c. terlalu lambat, menghasilkan alur yang lebar (lihat gambar). Hal ini dapat menimbulkan kerusakan sisi las, terutama bila bahan dasar yang dilas tipis.

Hasil gerakan elektroda yang terlalu lambat



Rangkuman 3:

Besar arus dan tegangan listrik yang digunakan dalam pengelasan harus diatur sesuai kebutuhan.

Bila arus terlalu rendah (kecil), akan menyebabkan:

- busur listrik tidak stabil.
- terlalu banyak tumpukan logam.
- penembusaan kurang baik.
- pinggiran-pinggiran dingin.

Bila arus terlalu tinggi (besar), maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan:

- permukaan las yang lebih lebar dan datar,
- perembasan terlalu dalam,
- terjadi undercut sepanjang alur las.

Kecepatan tangan menarik atau mendorong elektroda waktu mengelas harus stabil untuk menghasilkan las yang rata dan halus,.

Tugas 3:

Alat dan Bahan

1. mesin las	1 buah
2. kabel massa	Sesuai kebutuhan
3. pemegang elektroda	1 buah
4. tang massa	1 buah
5. palu terak	1 buah
6. tang penjepit	1 buah
7. sikat kawat	1 buah

- | | |
|-------------------|----------|
| 8. elektroda | 1 buah |
| 9. material st 37 | 1 lembar |

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik (jaket/apron).
2. Gunakan alat keselamatan seperti: pelindung muka, kaca mata las, respirator, sarung tangan, sepatu las.
3. Jangan memegang benda kerja sesaat setelah proses pengelasan, apabila akan memegang benda kerja gunakan tang panas atau sarung tangan.
4. Sewaktu busur listrik menyala jangan sekali-kali melihat dengan mata telanjang (tanpa kaca mata las).
5. Letakkan benda kerja panas pada tempat yang aman, jangan mengenai benda-benda yang berbahaya misal: kabel elektroda atau kabel massa dan benda-benda mudah terbakar.

Langkah Kerja

1. mesin las disiapkan dan stel amperenya,
2. pakailah alat-alat keselamatan kerja seperti: sarung tangan, apron, helm las dan sepatu kerja,
3. pasang klem massa sebaik mungkin agar pada saat pengelasan terjadi sikuit listrik yang baik. Pasangkan elektroda pada tang las,
4. siapkan alat-alat bantu seperti: sikat las, palu las, dan tang penjepit.
5. putarlah hadle pengatur ampere sesuai tabel yang ditentukan,
6. lakukan setiap tahap menurut langkah kerja,
7. mintalah petunjuk guru/instruktur apabila ada hal-2 yang belum jelas.
8. lakukan seluruh pekerjaan dengan tekun dan penuh disiplin.

Tes Formatif 3:

1. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan besarnya arus las?

2. Sebutkan pengaruh arus las yang terlalu besar dan kecil pada hasil las!
3. Jelaskan pengaruh kecepatan elektroda yang terlalu cepat, tepat dan stabil pada hasil las?

Kunci Jawaban Tes Formatif 3:

1. ? Diameter elektroda yang digunakan
? Tebal benda kerja
? Jenis elektroda yang digunakan
? Polaritas kutub-kutubnya
? Posisi pengelasan

2. Arus terlalu kecil:

- ? Penyalaan busur listrik sukar dan busur listrik yang terjadi tidak stabil.
- ? Rembusan kurang baik.
- ? Terlalu banyak tumpukan las karena panas yang terjadi tidak mampu melelehkan elektroda dan bahan dasar dengan baik.

Arus terlalu besar

- ? Permukaan las lebih lebar dan dasar.
- ? Penembusan terlalu dalam.
- ? Terjadi UNDERCUT sepanjang alur las.

3. a. Terlalu cepat : Perembesan las dangkal karena pemanasan bahan dasar kurang dan cairan elektroda kurang menembus bahan dasar.
b. Tepat dan stabil : Menghasilkan daerah perpaduan dengan perembesan lasnya baik.

Lembar Kerja 3:

Persiapkanlah alat dan bahan berikut untuk proses pekerjaan las, kemudian laporkan langkah-langkah persiapan anda tersebut dan susunlah penjelasan lengkap agar pekerjaan berjalan dengan aman dan selamat.

Alat dan Bahan

1. mesin las AC-DC	1 buah
2. kabel massa	Sesuai kebutuhan
3. pemegang elektroda	1 buah
4. tang massa	1 buah
5. palu terak	1 buah
6. tang penjepit	1 buah
7. sikat kawat	1 buah
8. elektroda	1 buah
9. material st 37 100 x 100 x 10	1 lembar

4. KEGIATAN BELAJAR 4: PENYALAN DAN PENGAYUNAN LAS BUSUR LISTRIK

Tujuan Kegiatan Pembelajaran :

Dalam kegiatan belajar ini, siswa didik diberikan penjelasan mengenai; cara menyalakan dan mematikan electrode serta cara mengayunkan electrode agar dapat mewujudkan hasil pengelasan yang baik.

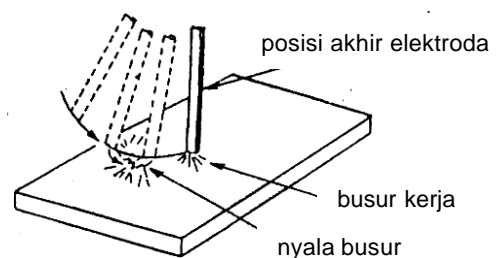
Uraian Materi :

1. Menyalakan Dan Mematikan Elektroda

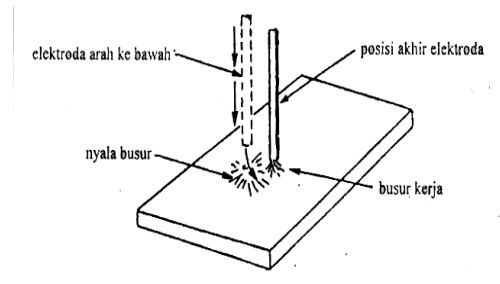
Untuk menyalakan atau membuat nyala busur listrik perlu diperhatikan mesin las yang digunakan. Jika mesin las yang digunakan adalah mesin las AC, maka menyalakan dengan menggosokkan elektroda yang sudah terjepit pada penjepit elektroda, pada benda kerja yang sudah terhubung dengan kabel massa. Arah penggosokan elektroda membentuk busur atau seperti cara menggosokkan korek api, seperti terlihat pada gambar (A), adapun cara menyalakan las DC dengan cara menggosokkan dengan arah naik turun, seperti terlihat pada gambar (B), elektroda digerakkan lurus kebawah sampai menyentuh benda kerja kemudian diangkat diameter elektroda.

Setelah nyala busur listrik terjadi, maka posisi elektroda harus tetap dijaga pada jarak tertentu dari benda kerja agar nyala busur listrik yang terjadi dapat menyala secara kontinyu. Selama elektroda menyala, maka elektroda akan berkurang sehingga jarak ujung elektroda (panjang busur nyala) dengan benda kerja akan semakin renggang. Untuk menjaga agar panjang busur nyala tetap sama, maka pemegang elektroda harus diturunkan secara perlahan-lahan.

Gambar (A) menyala busur dengan menggosokkan elektroda.



Gambar (B) menyalakan busur dengan cara mengetuk / menyentuh.



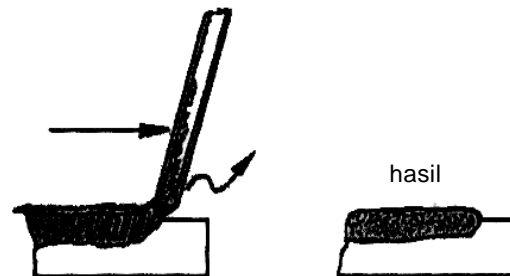
2. Mematikan Busur Listrik

Setelah satu bagian pengelasan selesai maka nyala busur listrik harus dimatikan. Cara mematikan nyala busur harus hati-hati, karena mematikan busur nyala berarti mengakhiri proses pengelasan yang berada pada ujung rigi las.

Agar ujung akhir pengelasan tidak keropos dan terlalu tinggi atau rendah, maka cara mematikan nyala busur harus benar. Untuk memutuskan dan mematikan lengkung listrik las dari benda kerja dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

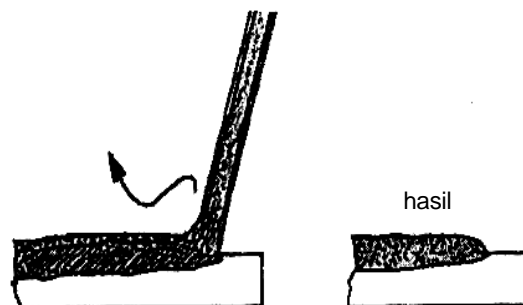
Cara pertama:

- elektroda diangkat dan diturunkan sedikit kemudian di tarik keluar. (perhatikan gambar),



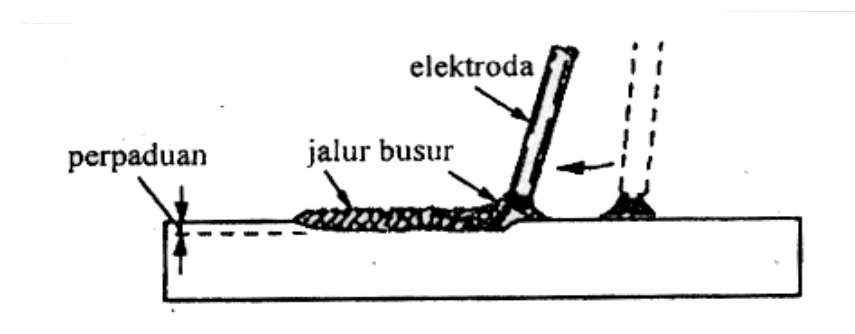
Cara kedua:

- elektroda diangkat sedikit dan diturunkan kembali sambil dilepas dengan cara mengayunkan kekiri atas. (lihat gambar)



3. Menyambung Pada Alur Las

Bila elektroda harus diganti sebelum pengelasan selesai, maka untuk menyambung pengelasan, busur perlu dinyalakan lagi, menyalakan busur kembali ini dilakukan pada tempat kurang lebih 25 mm di muka las berhenti (lihat gambar). Elektroda digerakkan kebawah las dan diisi hingga sama besar dengan alur sebelumnya.



Rangkuman 4:

Menyalakan atau membuat nyala busur listrik perlu diperhatikan mesin las yang digunakan.

Memutuskan dan mematikan lengkung listrik las dari benda kerja dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- elektroda diangkat dan diturunkan se dekat kemudian di tarik keluar.
- elektroda diangkat sedikit dan diturunkan kembali sambil dilepas dengan cara mengayunkan kekiri atas.

Menyalakan busur untuk menyambung pengelasan, dilakukan pada tempat kurang lebih 25 mm di muka las berhenti.

Tugas 4:

Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1. mesin las | 1 buah |
| 2. kabel massa | Sesuai kebutuhan |
| 3. pemegang elektroda | 1 buah |
| 4. tang massa | 1 buah |
| 5. palu terak | 1 buah |

6. tang penjepit	1 buah
7. sikat kawat	1 buah
8. elektroda	1 buah
9. material st 37	1 lembar

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik (jaket/apron).
2. Gunakan alat keselamatan seperti: pelindung muka, kaca mata las, respirator, sarung tangan, sepatu las.
3. Jangan memegang benda kerja sesaat setelah proses pengelasan, apabila akan memegang benda kerja gunakan tang panas atau sarung tangan.
4. Sewaktu busur listrik menyala jangan sekali-kali melihat dengan mata telanjang (tanpa kaca mata las).
5. Letakkan benda kerja panas pada tempat yang aman, jangan mengenai benda-benda yang berbahaya misal: kabel elektroda atau kabel massa dan benda-benda mudah terbakar.

Langkah Kerja

1. Mesin las disiapkan dan stel amperenya sesuai kebutuhan.
2. Siapkan alat bantu seperti sikat las, palu las, dan tang penjepit.
3. Tempatkan benda kerja diatas mej las dan pasang klem massa sebaik mungkin agar pada saat pengelasan terjadi sirkuit listrik yang baik. Pasangkan elektroda pada tang las dan siap untuk memulai pengelasan.
4. Atur jarak busur listrik dijauhkan sebesar $2 \times \varnothing$ elektroda, untuk pemanasan bahan dasar.
5. Kembalikan pada jarak semula $1 \times \varnothing$ elektroda.
6. Bersihkan terak dari kawah las.
7. Mintalah petunjuk guru/Instruktur apabila ada hal-hal yang belum jelas.
8. Lakukan seluruh pekerjaan dengan tekun dan penuh disiplin (tidak ceroboh).

Tes Formatif 4:

1. Sebutkan dan jelaskan tiga gerakan elektroda pada waktu proses pengelasan?
2. Jelaskan dengan singkat cara menyalakan busur listrik?
3. Jelaskan dengan singkat cara memastikan nyala busur listrik?

Kunci Jawaban Tes Formatif 4:

1. a. Gerakan turun sepanjang sumbu elektroda, gerakan ini dilakukan untuk mengatur jarak elektroda dan benda kerja agar nyala busur listrik tetap.
b. Gerakan ayunan elektroda, gerakan ini diperlukan untuk mengatur lebar alur las yang dikehendaki.
c. Gerakan ayunan ke atas menghasilkan alur las yang kecil, sedangkan ayunan ke bawah menghasilkan alur las yang lebar. Penembusan las pada ayunan ke atas lebih dangkal dari pada ayunan ke bawah.
2. Menyalakan Busur Listrik.
a. Dengan Cara Menggoreskan.
Elektroda dipegang secara menyudut dan ujung elektroda digoreskan pada permukaan benda kerja, (bisa dilakukan mesin las AC)
b. Dengan Cara Mengetuk Atau Menyentuhkan.
Elektroda dipegang secara tegak lurus. Elektroda diketukkan/disentuhkan naik turun hingga terjadi busur listrik (bisa digunakan pada mesin las DC).
3. Cara Mematikan Busur Listrik.
a. Elektroda diangkat dan diturunkan sedikit dan diturunkan sedikit kemudian ditarik keluar.
b. Elektroda diangkat sedikit dan diturunkan kembali sambil dilepas dengan cara mengayunkan kekiri atas.

Lembar Kerja 4:

Alat dan Bahan

1. mesin las DC	1 buah
2. kabel massa	Sesuai kebutuhan
3. pemegang elektroda	1 buah
4. tang massa	1 buah
5. palu terak	1 buah
6. tang penjepit	1 buah
7. sikat kawat	1 buah
8. elektroda	1 buah
9. material st 37	200 x 100 x 8 mm

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian praktik (jaket/apron).
2. Gunakan alat keselamatan seperti: pelindung muka, kaca mata las, respirator, sarung tangan, sepatu las.
3. Jangan memegang benda kerja sesaat setelah proses pengelasan, apabila akan memegang benda kerja gunakan tang panas atau sarung tangan.
4. Sewaktu busur listrik menyala jangan sekali-kali melihat dengan mata telanjang (tanpa kaca mata las).
5. Letakkan benda kerja panas pada tempat yang aman, jangan mengenai benda-benda yang berbahaya misal: kabel elektroda atau kabel massa dan benda-benda mudah terbakar.

Langkah Kerja

1. Mesin las disiapkan dan stel amperenya sesuai kebutuhan.
2. Siapkan alat bantu seperti sikat las, palu las, dan tang penjepit.
3. Tempatkan benda kerja diatas mej las dan pasang klem massa sebaik mungkin agar pada saat pengelasan terjadi sirkuit listrik yang baik.

4. Pasangkan elektroda pada tang las dan siap untuk memulai pengelasan.
5. Atur jarak busur listrik dijauhkan sebesar $2 \times \varnothing$ elektroda, untuk pemanasan bahan dasar.
6. Kembalikan pada jarak semula $1 \times \varnothing$ elektroda.
7. Bersihkan terak dari kawah las.

BAB III

EVALUASI

Untuk mengetahui kemampuan belajar siswa didik perlu diadakan tes formatif, motorik maupun produk dari hasil belajar siswa. Dan diakhir modul ini, dillakukan dengan memberikan soal evaluasi sebagai berikut :

Soal Evaluasi :

1. Kumparan primer suatu transformator dialiri arus 5 A dengan tegangan 4800 volt. Arus pada kumparan sekunder 90 A dengan tegangan 240 volt. Tentukan efesiensi transformator tersebut.
2. Jelaskan pengaruh jarak busur pada hasil las.
3. Suatu tansformator mempunyai kumparan primer dengan 400 lilitan dan kumparan sekunder dengan 100 lilitan. Terminal primer disambung ketegangan sumber 220 volt.
 - a. berapa tegangan yang keluar pada terminal lilitan sekunder?
 - b. Transformator ini termasuk jenis step-up atau step-down?

Kunci Jawaban Soal Evaluasi :

1. Diketahui $I_s = 90 \text{ A}$
 $I_p = 5 \text{ A}$
 $V_s = 240 \text{ Volt}$
 $V_p = 4800 \text{ Volt}$

Daya input :

$$P_{in} = V_p \cdot I_p = 4800 \times 5 = 24000 \text{ VA}$$
$$= 24 \text{ KVA}$$

Daya output:

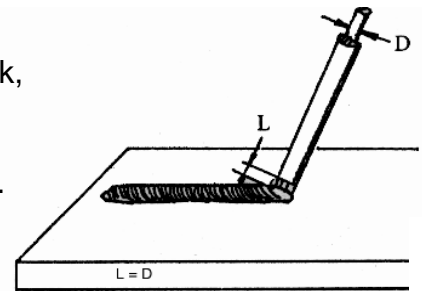
$$P_{out} = V_s \cdot I_s = 240 \times 90 = 21600 \text{ VA}$$

$$\text{Efesiensi : } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% = 90\%$$

2. Jarak busur (L) yang normal adalah kurang lebih sama dengan diameter (D) kawat las.

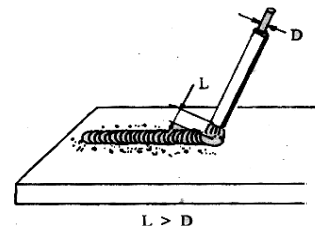
- a. Bila jarak busur tepat ($L=D$), maka cairan elektroda akan mengalir mengendap dengan baik.

- Hasilnya:
- rigi-rigi las halus dan baik,
 - tembusan las baik,
 - percikan teraknya halus.



- b. Bila jarak busur terlalu besar ($L>D$), maka timbul bagian-bagian yang berbentuk bola cairan elektroda.

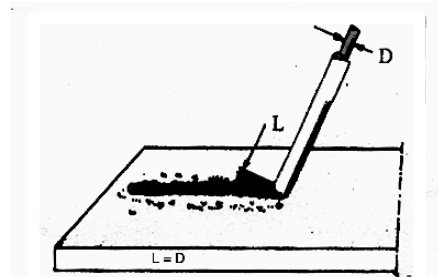
- Hasilnya :
- rigi-rigi las kasar,
 - tembusan las dangkal
 - percikan teraknya kasar,
 - keluar dari alur las.



- c. Bila busur las terlalu pendek, akan sukar memeliharanya, bisa terjadi pembekuan yang elektroda pada pengelasan.

Hasilnya:

- elektroda sering melekat pada benda kerja,
- rigi-rigi las tidak merata,
- tembusan las tidak baik,
- kampuh las terlalu kecil,
- percikan teraknya kasar dan berbentuk bola.



3. $N_s = 400$

$$N_p = 100 \quad n = \frac{N_s}{N_p} = \frac{400}{100} = 4$$

- a. tegangan pada terminal sekunder

$$V_s = n V_p = 4 (220 \text{ Volt}) = 880 \text{ volt}$$

- b. karena harga n lebih besar dari 1, maka termasuk transformator step-up.

Kriteria Kelulusan

KRITERIA	SKOR (1-10)	BOBOT	NILAI	KETERANGAN
Soal Nomer 1	3	3		Lulus min 7,0
Soal Nomer 2	3	3		Lulusmin 7,0
Soal Nomer 3	3	3		Lulus min 7,0

BAB IV

P E N U T U P

Modul ini disusun untuk menghasilkan satu tahap kompetensi kerja yang dikukuhkan dengan suatu sertifikat.

Sertifikat yang merupakan bukti hasil pembelajaran modul ini dapat diperoleh dari asosiasi melalui lembaga pendidikan resmi dan sah menurut hukum seperti Sekolah Menengah Kejuruan dan yang sejenisnya.

Selanjutnya apabila peserta didik atau peserta diklat berkehendak atau berminat untuk mempelajari jenjang atau modul berikutnya, sebaiknya sesuai bidang dan nomor kode modul lanjutannya sesuai dengan urutan modul yang tercantum dalam peta kedudukan modul.

DAFTAR PUSTAKA

1. Boentoro, ***Bengkel Teknik Las Listrik***. Cetakan ketiga . Solo: Aneka, 1997.
2. Maman Suratman. ***Teknik Mengelas Asetilen***. Brazing dan Las Busur Listrik. PUSTAKA Grafika.
3. Soetarjo, ***Petunjuk Praktek Las Asetilen dan Las Listrik***. Cetakan pertama surabaya: SIC, 1997.
4. Sriwidharto. ***Petunjuk Kerja Las***. Edisi Revisi. Cetakan ketiga Jakarta: Pradya Paramita, 1996.
5. SUHARTO. ***Teknologi Pengelasan logam***. Jakarta: Rineha Cipta, 1991.

KATA PENGANTAR

Dalam meningkatkan mutu pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan melaksanakan secara bertahap dan berkesinambungan pada berbagai komponen pendidikan. Bagian komponen pendidikan yang dikembangkan saat ini diantaranya adalah kurikulum.

Kurikulum SMK edisi 1999, telah disempurnakan menjadi Kurikulum edisi 2004 yang mengacu pada prinsip-prinsip pengembangan kurikulum berbasis kompetensi. Pada kurikulum tersebut setiap satu kompetensi menjadi satu mata diktat, sehingga untuk menunjang pembelajarannya setiap satu kompetensi memerlukan paling sedikit satu modul pembelajaran.

Modul ini merupakan bagian dari satu paket pembelajaran kepada siswa untuk dapat memahami dan terampil melaksanakan pekerjaan yang telah dipelajari dalam modul ini serta siap untuk mempelajari paket modul berikutnya, dengan kata lain siswa didik telah memiliki satu kompetensi sebagai hasil pembelajaran dari modul ini.

Segala masukan, kritik dan saran akan kami terima dengan tangan terbuka, guna penyempurnaan secara terus menerus modul ini, untuk memperoleh hasil yang maksimal bagi siswa didik kita selanjutnya.

Jakarta,
An. Direktur Jenderal
Pendidikan Dasar dan Menengah Kejuruan,

Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto
NIP. 130 675 814

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PERISTILAHAN / GLOSARIUM	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI	1
B. PRASARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
D. TUJUAN AKHIR	2
E. KOMPETENSI	3
F. CEK KEMAMPUAN	3
BAB II PEMBELAJARAN	4
A. RENCANA KEGIATAN BELAJAR SISWA / PESERTA DIDIK	4
B. KEGIATAN BELAJAR	5
1. KEGIATAN BELAJAR 1: TRANSFORMATOR	5
Rangkuman 1 :	7
Tugas 1 :	7
Tes Formatif 1:	8
Kunci Jawaban Tes Formatif 1:	8
Lembar kerja 1:	9
2. KEGIATAN BELAJAR 2: PERALATAN LAS BUSUR LISTRIK	11
Rangkuman 2 :	14
Tugas 2 :	15
Tes Formatif 2 :	16
Kunci Jawaban Tes Formatif 2 :	16
Lembar Kerja 2 :	17
3. KEGIATAN BELAJAR 3 : TEKNIK DASAR LAS BUSUR LISTRIK	19
Rangkuman 3 :	22
Tugas 3 :	22
Tes Formatif 3 :	23

Kunci Jawaban Tes Formatif 3 :	24
Lembar kerja 3 :	25
4. KEGIATAN BELAJAR 4 : PENYALAN DAN PENGAYUNAN LAS BUSUR LISTRIK	26
Rangkuman 4 :	28
Tugas 4 :	28
Tes Formatif 4 :	30
Kunci Jawaban Tes Formatif 4 :	30
Lembar kerja 4 :	31
BAB III EVALUASI	33
Soal Evaluasi :	33
Kunci Jawaban Soal Evaluasi :	33
BAB IV PENUTUP	35
DAFTAR PUSTAKA	36

PETA KEDUDUKAN MODUL

No	Unit Kompetensi		Kode Modul dan Durasi				
	Kode	Nama					
1 s/d 8	A.	Menggambar Teknik Dasar	A.20.01 8 jam	A.20.02 8 jam	A.20.03 10 jam	A.20.04 12 jam	A.20.05 10 jam
			A.20.06 12 jam	A.20.07 10 jam	A.20.08 14 jam		
09 s/d 19	B.	Menguasai kerja bangku	B.20.01 8 jam	B.20.02 30 jam	B.20.03 30 jam	B.20.04 20 jam	B.20.05 36 jam
			B.20.06 40 jam	B.20.07 40 jam	B.20.08 30 jam	B.20.09 24 jam	B.20.10 20 jam
			B.20.11 30 jam				
20 s/d 26	C.	Konsep dasar perkapalan	C.20.01 25 jam	C.20.02 42 jam	C.20.03 32 jam	C.20.04 48 jam	C.20.05 30 jam
			C.20.06 30 jam	C.20.07 25 jam			
27 s/d 30	D.	Memotong dng menggunakan Pembakar potong oksigen-asetilin	D.20.01 24 jam	D.20.02 32 jam	D.20.03 24 jam	D.20.04 24 jam	
31 s/d 34	E.	Menguasai dasar-dasar pengelasan	E.20.01	Menggunakan peralatan las busur listrik			24 jam
			E.20.02	Mengelas posisi datar dan fillet			48 jam
			E.20.03	Menggunakan peralatan las OAW			32 jam
			E.20.04	Mengelas Plat tipis dengan las gas (OAW)			32 jam
35 s/d 39	F.	Menguasai dasar-dasar listrik	F.20.01 17 jam	F.20.02 24 jam	F.20.03 24 jam	F.20.04 24 jam	F.20.05 8 jam
			F.20.06 8 jam	F.20.07 32 jam	F.20.08 8 jam	F.20.09 16 jam	
40 s/d 48	G.	Menguasai perhitungan dan gambar konstruksi bangunan kapal	G.20.01 60 jam	G.20.02 20 jam	G.20.03 30 jam	G.20.04 10 jam	G.20.05 30 jam
			G.20.06 80 jam	G.20.07 80 jam	G.20.08 80 jam	G.20.09 80 jam	
49 s/d 53	H.	Menguasai perlengkapan kapal	H.20.01 10 jam	H.20.02 10 jam	H.20.03 32 jam	H.20.04 32 jam	H.20.05 64 jam

54 s/d 63	I.	Mengerjakan pengelasan SMAW	I.30.01 32 jam	I.30.02 40 jam	I.30.03 32 jam	I.30.04 40 jam	I.30.05 32 jam
			I.30.06 32 jam	I.30.07 40 jam	I.30.08 40 jam	I.30.09 56 jam	I.30.10 56 jam
64 s/d 70	J.	Mengerjakan pengelasan GMAW pelat pada posisi 1G, 2G, 3G, 1F, 2F dan 3F	J.30.01 8 jam	J.30.02 32 jam	J.30.03 40 jam	J.30.04 40 jam	J.30.05 32 jam
			J.30.06 32 jam	J.30.07 40 jam			
71 s/d 76	K.	Mengerjakan pengelasan GTAW pelat pada posisi 1G, 2G, 3G, 1F, 2F dan 3F	K.30.01 8 jam	K.30.02 32 jam	K.30.03 40 jam	K.30.04 32 jam	K.30.05 32 jam
			K.30.06 32 jam				
77 s/d 81	L.	Mengerjakan pengelasan gas pada pelat posisi Fillet, pembrazingan pd pelat & pipa	L.30.01 32 jam	L.30.02 32 jam	L.30.03 32 jam	L.30.04 32 jam	L.30.05 40 jam
82 s/d 86	M.	Mengerjakan pengelasan SAW pada pelat posisi 1G, dan bentuk Kampuh I, V, X dan pipa	M.30.01 32 jam	M.30.02 32 jam	M.30.03 56 jam	M.30.04 56 jam	M.30.05 56 jam
87 s/d 93	N.	Perakitan bangunan kapal	N.30.01 56 jam	N.30.02 56 jam	N.30.03 56 jam	N.30.04 56 jam	N.30.05 56 jam
			N.30.06 56 jam	N.30.07 56 jam			

PERISTILAHAN / GLOSARIUM

GGL	:	Gaya Gerak Listrik atau sering disebut tegangan.
Transformator Step-Up	:	Trafo yang digunakan untuk memperbesar GGL atau tegangan listrik suatu sumber.
Transformator Step-Down	:	Trafo yang digunakan untuk memperkecil GGL atau tegangan listrik suatu sumber.
Tegangan primer	:	Tegangan yang masuk (input) kedalam transformator.
Tegangan sekunder	:	Tegangan yang keluar (output) dari dalam transformator.
Fluks magnetic	:	Medan magnit yang timbul akibat kumparan bermuatan arus listrik.
Generator	:	Pembangkit tenaga listrik