



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201930459, 20 Februari 2019

Pencipta

Nama : **Dr. Amay Suherman, M.Pd., Dr. Mumu Komaro, MT., , dkk**
Alamat : Komplek Sarijadi Blok 10 No.113, RT. 005/ RW.004, Ds. Sarijadi, Kec. Sukasari, Bandung, Jawa Barat, 40151
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Amay Suherman, M.Pd., Dr. Mumu Komaro, MT., , dkk**
Alamat : Komplek Sarijadi Blok 10 No.113, RT. 005/ RW.004, Ds. Sarijadi, Kec. Sukasari, Bandung, 8, 40151

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Modul**

Judul Ciptaan : **MEMERIKSA KARAKTERISTIK REFRIGERAN DAN OLI REFRIGERAN YANG DIGUNAKAN PADA UNIT REFRIGERASI**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 12 Desember 2018, di Bandung

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000135394

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Amay Suherman, M.Pd.	Komplek Sarijadi Blok 10 No.113, RT. 005/ RW.004, Ds. Sarijadi, Kec. Sukasari
2	Dr. Mumu Komaro, MT.	Komplek Kopo Elok, Jl. Fajar No. 7
3	Drs. H. Ariyano, MT.	Pondok Bunga Sariwangi II No. B-10, RT. 003/ RW. 012, Ds. Sariwangi, Kec. Parongpong
4	Ega Taqwali Berman, S.Pd., M.Eng.	Jl. Cikajang Raya No. 64. RT. 01 / RW. 20 Antapani
5	R. Marsetio Hadi Kusuma Negara	Jl. Kebon Jayanti Utara No. 14. RT. 03 / RW. 01. Kiara Condong

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Dr. Amay Suherman, M.Pd.	Komplek Sarijadi Blok 10 No.113, RT. 005/ RW.004, Ds. Sarijadi, Kec. Sukasari
2	Dr. Mumu Komaro, MT.	Komplek Kopo Elok, Jl. Fajar No. 7
3	Drs. H. Ariyano, MT.	Pondok Bunga Sariwangi II No. B-10, RT. 003/ RW. 012, Ds. Sariwangi, Kec. Parongpong
4	Dr. Eng. H. Agus Setiawan, M.Si.	Pondok Bunga Sariwangi II No. A-4, RT. 003/ RW. 012, Ds. Sariwangi, Kec. Parongpong.
5	R. Marsetio Hadi Kusuma Negara	Jl. Kebon Jayanti Utara No. 14. RT. 03 / RW. 01. Kiara Condong



MODUL 3
MEMERIKSA KARAKTERISTIK REFRIGERAN DAN
OLI REFRIGERAN YANG DIGUNAKAN PADA
UNIT REFRIGERASI



KBK TEKNIK REFRIGERASI DAN TATA UDARA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2018

MODUL 3
MEMERIKSA KARAKTERISTIK REFRIGERAN DAN
OLI REFRIGERAN YANG DIGUNAKAN PADA
UNIT REFRIGERASI

Penyusun :

Amay Suherman, Mumu Komaro, dan Marsetio H.K.N

Editor :

Ega Taqwali Berman

KBK TEKNIK REFRIGERASI DAN TATA UDARA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga modul memeriksa karakteristik refrigeran dan oli refrigeran yang digunakan pada unit refrigerasi dapat terselesaikan. Modul ini disusun sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada kompetensi dasar memeriksa karakteristik refrigeran dan oli refrigeran yang digunakan pada unit refrigerasi, sehingga lebih memberikan makna dan hasil yang optimal dalam kerangka menjadikan siswa mahir dan terampil di bidang refrigerasi. Praktik ini diharapkan memberikan dampak yang lebih optimal dalam meningkatkan *soft skills* maupun *hard skills* sebagai bagian integral dari kompetensi yang utuh. Melalui pendekatan ini diharapkan siswa memiliki kemampuan dalam mengisi oli refrigeran pada kompresor.

Ucapan terima kasih patut disampaikan kepada semua pihak yang membantu terwujudnya modul ini. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat yang lebih optimal bagi proses pembelajaran. Amiin.

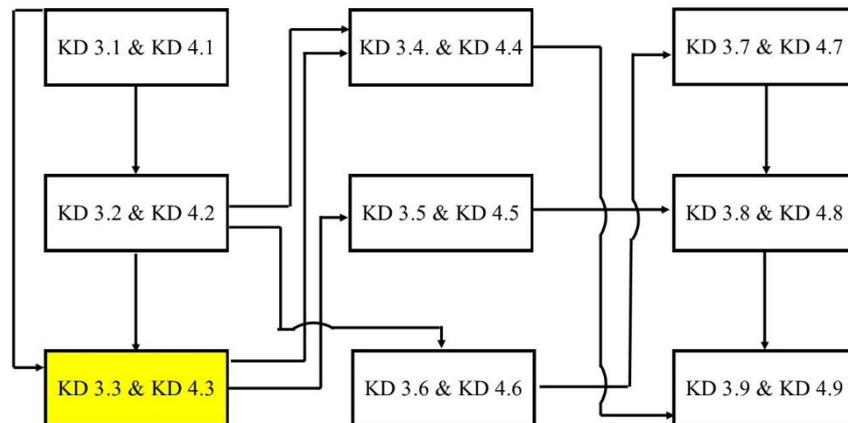
Bandung, 14 November 2018

Tim Penyusun

Daftar Isi

Halaman Sampul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Peta Kedudukan Modul	v
Glosarium	xiv
I. PENDAHULUAN	1
Deskripsi	1
Prasyarat	1
Petunjuk Penggunaan Modul	1
Tujuan	3
II. PEMBELAJARAN	4
A. Mengetahui pengertian, penyebab, dan dampak kerusakan lapisan ozon, penjelasan tentang refrigeran, dan penjelasan tentang oli refrigeran	4
1. Tujuan	4
2. Uraian materi	4
3. Tes formatif (aspek kognitif)	12
4. Lembar kerja	14
5. Tes formatif (aspek psikomotorik & afektif)	16
B. Mengetahui pengertian <i>swaging</i> dan pengertian & bahan <i>brazing</i>	16
1. Tujuan	16
2. Uraian materi	16
3. Tes formatif (aspek kognitif)	18
4. Lembar kerja	18
5. Tes formatif (aspek psikomotorik & afektif)	25
III. EVALUASI	26
A. Alat Evaluasi Kognitif	26
B. Alat Evaluasi Psikomotorik	27
C. Alat Evaluasi Afektif	32
KUNCI JAWABAN TES KOGNITIF	37
DAFTAR PUSTAKA	39

PETA KEDUDUKAN MODUL



Keterangan:



: Modul



: Hubungan satu modul terhadap modul lainnya

KD 3.1 & KD 4.1

: Menentukan elemen dasar dan prinsip refrigerasi

KD 3.2 & KD 4.2

: Menentukan fungsi dan performansi komponen utama unit refrigerasi domestik

KD 3.3 & KD 4.3

: Menentukan karakteristik refrigeran dan oli refrigeran yang digunakan pada unit refrigerasi

KD 3.4 & KD 4.4

: Menentukan pekerjaan dasar instalasi pemipaan refrigerasi

KD 3.5 & KD 4.5

: Memilih peralatan service refrigerasi

KD 3.6 & KD 4.6

: Menentukan aplikasi dan komponen refrigerasi komersial

KD 3.7 & KD 4.7

: Menentukan fungsi dan performansi unit refrigerasi komersial

KD 3.8 & KD 4.8

: Menganalisis gangguan mekanik unit refrigerasi komersial

KD 3.9 & KD 4.9

: Menentukan instalasi pemipaan unit refrigerasi komersial

KD 3.3 : Menentukan karakteristik refrigeran dan oli refrigeran yang digunakan pada unit refrigerasi.

KD 4.3 : Menentukan karakteristik termodinamika refrigeran dan oli refrigeran .

Indikator pencapaian kompetensi:

1. Kognitif tingkat aplikasi

- a. Pengertian ozon dijelaskan.
- b. Penyebab kerusakan lapisan ozon dijelaskan.
- c. Dampak kerusakan lapisan ozon dijelaskan.
- d. Reaksi ozon berdasarkan teori reaksi kimia
- e. Pengertian pemanasan global dijelaskan.
- f. Pengertian refrigeran dijelaskan.
- g. Syarat-syarat refrigeran disebutkan.
- h. Jenis-jenis refrigeran:
 - 1) Macam-macam refrigeran natural disebutkan.
 - 2) Macam-macam refrigeran sintetik disebutkan.
- i. Fungsi oli refrigeran dijelaskan.
- j. Pengertian *cutting tube* dijelaskan.
- k. Pengertian *swaging* dijelaskan.
- l. Pengertian *brazing* dijelaskan.
- m. Bahan yang dibutuhkan *brazing* disebutkan.
- n. Cara mengisi oli refrigeran:
 - 1) Cara meletakkan pipa *discharge* kompresor diantara dua mata pisau lingkaran *cutting tube* dijelaskan.
 - 2) Cara memutar *handling* pada *cutting tube* dijelaskan.
 - 3) Cara memutar *cutting tube* dijelaskan.
 - 4) Cara menuangkan oli refrigeran dijelaskan.
- o. Cara memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigerant
 - 1) Cara memutar *handling swaging tool* dijelaskan.
 - 2) Cara memasang *swagging punch* dijelaskan.
 - 3) Cara memutar kedua baut kupu-kupu pada penjepit (*bar/ block*) dijelaskan.
 - 4) Cara memasukkan pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya dijelaskan.
 - 5) Cara memutar baut kupu-kupu yang paling dekat dengan pipa dijelaskan.

- 6) Cara menekan diameter ujung pipa yang dijepit *bar/ block* dijelaskan.
 - 7) Cara memuar *handling swaging tool* dijelaskan.
 - 8) Cara melepas *block/ bar swaging tool* dijelaskan.
 - 9) Cara memutar *cylinder valve* pada tabung asetilin dijelaskan.
 - 10) Cara memutar *regulator adjusting screw* pada tabung asetilin dijelaskan.
 - 11) Cara memutar *cylinder valve* pada tabung oksigen dijelaskan.
 - 12) Cara *Regulator adjusting screw* pada tabung oksigen diputar searah jarum dijelaskan.
 - 13) Cara memutar katup pada *brander* saluran asetilin dijelaskan.
 - 14) Cara memutar katup pada saluran *brander* saluran oksigen dijelaskan.
 - 15) Cara menyalakan & mengarahkan bunga api dijelaskan.
 - 16) Cara memutar kran *brazier* dijelaskan.
 - 17) Cara menghubungkan pipa hasil *swaging* yang akan dilakukan *brazing* dijelaskan.
 - 18) Cara *membrazing* pipa dijelaskan.
 - 19) Cara memutar katup pada saluran *brander* saluran oksigen dijelaskan.
 - 20) Cara memutar katup pada *brander* saluran asetilin dijelaskan.
- p. Mengisi oli refrigeran pada kompresor
- 1) Ketentuan pipa *discharge* kompresor harus diletakkan diantara dua mata pisau lingkaran *cutting tube*.
 - 2) Ketentuan *handling* pada *cutting tube* harus diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau *cutting tube* rapat.
 - 3) Ketentuan *cutting tube* harus diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.
 - 4) Ketentuan menuangkan oli refrigeran harus tegak lurus dengan lubang pipa *discharge* kompresor.
- q. Memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigerant
- 1) Ketentuan *handling* pada alat *swagging* harus diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah *handling* terangkat ke atas.
 - 2) Ketentuan *swagging punch* harus dipasangkan pada bagian bawah ulir (*joke*) berlawanan jarum jam hingga kencang.
 - 3) Ketentuan baut kedua kupu-kupu pada penjepit (*bar/ block*) harus diputar berlawanan jarum jam.

- 4) Ketentuan satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya harus dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada *bar* (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses *swagging*) sepanjang 3 mm di atas *bar* tersebut.
- 5) Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar kencang searah jarum jam.
- 6) Ketentuan *handling* harus diputar searah jarum jam hingga *swaging punch* terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas *bar* (3 mm).
- 7) Ketentuan *handling* harus diputar berlawanan jarum jam hingga *swaging punch* bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.
- 8) Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.
- 9) Ketentuan *cylinder valve* pada tabung asetilin harus diputar berlawanan jarum jam penuh.
- 10) Ketentuan *regulator adjusting screw* pada tabung asetilin harus diputar searah jarum.
- 11) Ketentuan *cylinder valve* pada tabung oksigen harus diputar berlawanan jarum jam penuh.
- 12) Ketentuan *regulator adjusting screw* pada tabung oksigen harus diputar searah jarum.
- 13) Ketentuan katup pada *brander* saluran asetilin harus diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,
- 14) Ketentuan katup pada saluran *brander* saluran oksigen harus diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup *brander* saluran asetilin.
- 15) Ketentuan korek (sumber api) harus dinyalakan, api korek tersebut harus diarahkan hingga mengenai ujung saluran *output brander*.
- 16) Ketentuan setelah api las menyala, kran *brazier* (pada saluran asetilin terlebih dahulu) harus diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.
- 17) Ketentuan ujung pipa yang diperbesar (oleh proses *swaging*) harus dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses *swaging*).

- 18) *Membrazing* pipa:
- a) Ketentuan sambungan pipa harus diletakkan pada meja tempat proses *brazing*.
 - b) Ketentuan api lash arus diarahkan hingga mengenai sambungan pipa.
 - c) Ketentuan setelah sambungan pipa merah, ujung silver harus diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa.
- 19) Ketentuan katup *brander* saluran oksigen harus ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.
- 20) Ketentuan katup *brander* saluran asetilin harus ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.

2. Psikomotorik tingkat respon kompleks

a. Persiapan kerja

1) Alat :

- Sarung tangan kain disiapkan.
- Baju praktik disiapkan.
- Sepatu *safety* disiapkan.
- *Cutting tube* disiapkan.
- *Brazing tool* disiapkan.
- *Swaging tool* disiapkan.

2) Bahan :

- Sistem refrigerasi disiapkan.
- oli refrigeran disiapkan.
- Silver disiapkan

b. Keselamatan Kerja

- Sarung tangan dipakai sesuai posisi jari
- Baju praktik dipakai dengan benar, dan dikancingkan.
- Sepatu *safety* dipakai dengan benar, dan ditalikan standar tentara.
- Tempat kerja disiapkan dengan benar.
- *Job sheet* dibaca.

c. Proses kerja

Mengisi oli refrigeran pada kompresor:

- 1) Pipa *discharge* kompresor diletakkan diantara dua mata pisau lingkaran *cutting tube*.
- 2) *Handling* pada *cutting tube* diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau *cutting tube* rapat.
- 3) *Cutting tube* diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.
- 4) Menuangkan oli refrigeran tegak lurus dengan lubang pipa *discharge* kompresor

Memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigeran:.

- 1) *Handling* pada alat *swagging* diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah *handling* terangkat ke atas.
- 2) *Swagging punch* dipasangkan pada bagian bawah ulir (*joke*) berlawanan jarum jam hingga kencang. Ukuran *swagging punch* sesuai dengan ukuran pipa yang akan dilakukan proses *swagging*.
- 3) Baut kedua kupu-kupu pada penjepit (*bar/ block*) diputar berlawanan jarum jam untuk membuka *bar* tersebut.
- 4) Satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada *bar* (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses *swagging*) sepanjang 3 mm di atas *bar* tersebut.
- 5) Baut kupu-kupu diputar kencang searah jarum jam.
- 6) *Handling* diputar searah jarum jam hingga *swaging punch* terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/ memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas *bar* (3 mm).
- 7) *Handling* diputar berlawanan jarum jam hingga *swaging punch* bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.
- 8) Baut kupu-kupu diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.
- 9) *Cylinder valve* pada tabung asetilin diputar berlawanan jarum jam penuh.
- 10) *Regulator adjusting screw* pada tabung asetilin diputar searah jarum.
- 11) *Cylinder valve* pada tabung oksigen diputar berlawanan jarum jam penuh.
- 12) *Regulator adjusting screw* pada tabung oksigen diputar searah jarum.

- 13) Katup pada *brander* saluran asetilin diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,
- 14) Katup pada saluran *brander* saluran oksigen diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup *brander* saluran asetilin.
- 15) Korek (sumber api) dinyalakan, api korek tersebut diarahkan hingga mengenai ujung saluran *output brander*.
- 16) Setelah api las menyala, kran *brazier* (pada saluran asetilin terlebih dahulu) diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.
- 17) ujung pipa yang diperbesar (oleh proses *swaging*) dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses *swaging*).
- 18) *Membrazing* pipa:
 - a) Sambungan pipa diletakkan pada meja tempat proses *brazing*.
 - b) Api las diarahkan hingga mengenai sambungan pipa.
 - c) Setelah sambungan pipa merah, ujung silver diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa.
- 19) Katup *brander* saluran oksigen ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.
- 20) Katup *brander* saluran asetilin ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.

d. Hasil kerja

- 1) Jumlah oli refrigeran yang dimasukkan pada sistem sebesar 250 ml untuk system $\frac{1}{2}$ pk..
- 2) Pipa *discharge* telah terhubung kembali.

e. Waktu kerja

- 1) Persiapan kerja dilakukan dalam waktu 5 menit
- 2) Proses mengisi oli refrigeran pada kompresor dilakukan dalam waktu 40 menit.

3. Afektif tingkat merespon

- a. Mengisi oli refrigeran pada kompresor
 - 1) Ketentuan pipa *discharge* kompresor harus diletakkan diantara dua mata pisau lingkaran *cutting tube*.
 - 2) Ketentuan *handling* pada *cutting tube* harus diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau *cutting tube* rapat.
 - 3) Ketentuan *cutting tube* harus diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.
 - 4) Ketentuan menuangkan oli refrigeran harus tegak lurus dengan lubang pipa *discharge* kompresor
- b. Memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigerant
 - 1) Ketentuan *handling* pada alat *swagging* harus diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah *handling* terangkat ke atas.
 - 2) Ketentuan *swagging punch* harus dipasangkan pada bagian bawah ulir (*joke*) berlawanan jarum jam hingga kencang.
 - 3) Ketentuan baut kedua kupu-kupu pada penjepit (*bar/ block*) harus diputar berlawanan jarum jam.
 - 4) Ketentuan satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya harus dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada *bar* (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses *swagging*) sepanjang 3 mm di atas *bar* tersebut.
 - 5) Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar kencang searah jarum jam.
 - 6) Ketentuan *handling* harus diputar searah jarum jam hingga *swaging punch* terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/ memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas *bar* (3 mm).
 - 7) Ketentuan *handling* harus diputar berlawanan jarum jam hingga *swaging punch* bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.
 - 8) Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.
 - 9) Ketentuan *cylinder valve* pada tabung asetilin harus diputar berlawanan jarum jam penuh.
 - 10) Ketentuan *regulator adjusting screw* pada tabung asetilin harus diputar searah jarum.

- 11) Ketentuan *cylinder valve* pada tabung oksigen harus diputar berlawanan jarum jam penuh.
- 12) Ketentuan *regulator adjusting screw* pada tabung oksigen harus diputar searah jarum.
- 13) Ketentuan katup pada *brander* saluran asetilin harus diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,
- 14) Ketentuan katup pada saluran *brander* saluran oksigen harus diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup *brander* saluran asetilin.
- 15) Ketentuan korek (sumber api) harus dinyalakan, api korek tersebut harus diarahkan hingga mengenai ujung saluran *output brander*.
- 16) Ketentuan setelah api las menyala, kran *brazier* (pada saluran asetilin terlebih dahulu) harus diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.
- 17) Ketentuan ujung pipa yang diperbesar (oleh proses *swaging*) harus dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses *swaging*).
- 18) *Membrazing* pipa:
 - a) Ketentuan sambungan pipa harus diletakkan pada meja tempat proses *brazing*.
 - b) Ketentuan api las harus diarahkan hingga mengenai sambungan pipa.
 - c) Ketentuan setelah sambungan pipa merah, ujung silver harus diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa.
- 19) Ketentuan katup *brander* saluran oksigen harus ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.
- 20) Ketentuan katup *brander* saluran asetilin harus ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.

GLOSARIUM

- Brazing* : Proses penyambungan dua logam (tembaga) menggunakan alat *brazing*.
- Cutting tube* : Alat yang digunakan untuk memotong pipa tembaga.
- Flaring* : Cara penyambungan pipa dengan menjepit bibir pipa yang telah dikembangkan dengan fitting menggunakan flare nut.
- Swaging* : Membesarkan salah satu ujung pipa, sampai ujung pipa yang lain dengan ukuran yang sama dapat masuk di dalamnya.

I. PENDAHULUAN

Kompetensi Dasar

KD 3.3: Menentukan fungsi dan performansi komponen utama unit refrigerasi domestik.

KD 4.3: Memeriksa karakteristik termodinamik refrigeran dan oli refrigerasi.

Deskripsi

Modul ini menjelaskan tentang menentukan fungsi dan performansi komponen utama unit refrigerasi mulai dari penjelasan teori-teori (lapisan ozon, pemanasan global, oli refrigeran, refrigeran, dan tahap pengisian oli), alat dan bahan yang dibutuhkan, dan langkah-langkah praktik proses kerja (mengisi oli refrigeran, proses *swaging*, dan proses *brazing*), dan lembar evaluasinya. Diharapkan seluruh siswa yang mengikuti praktikum ini dapat menguasai kompetensi dasar menentukan fungsi dan performansi komponen utama unit refrigerasi, psikomotor tingkat respons kompleks dan afektif tingkat merespon.

Waktu

Waktu yang dibutuhkan untuk menguasai kompetensi dasar 3.3 dan 4.3 adalah 16 jam mata pelajaran.

Prasyarat

Siswa harus memahami teori-teori pada KD 3.1 & 4.1 dan KD 3.2 & 4.2 pada mata pelajaran Sistem dan Instalasi Refrigerasi kelas XI paket keahlian Teknik Pendinginan dan Tata Udara.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Penyajian modul ini diklasifikasikan menjadi :
 - a. Bab pertama, berisi kompetensi dasar, deskripsi isi modul, waktu yang dibutuhkan untuk menguasai kompetensi dasar, prasyarat untuk mempelajari modul, petunjuk penggunaan modul, dan tujuan yang hendak dicapai peserta didik.
 - b. Bab dua, berisi pembelajaran yang harus dilakukan oleh pengguna modul, meliputi tujuan kegiatan pembelajaran, uraian materi, tes tertulis, dan lembar kerja praktik.
 - c. Bab tiga, berisi evaluasi terhadap pencapaian tujuan berupa tes kognitif, tes psikomotor, penilaian sikap, daftar pustaka, dan penutup.

2. Langkah belajar yang ditempuh :
 - a. Siswa telah mempelajari teori-teori mengenai fungsi dan performansi komponen utama sistem refrigerasi.
 - b. Siswa telah mempelajari ketentuan atau *standard operational procedure* (SOP) pada setiap langkah praktikum.
 - c. Siswa melakukan praktikum sesuai dengan *job sheet* yang diberikan dan pada waktu yang telah ditetapkan oleh guru mata pelajaran terkait.
 - d. Mematuhi seluruh tata tertib praktikum.
 - e. Menyelesaikan tes formatif (kognitif, psikomotorik, dan afektif).
 - f. Menyelesaikan tes evaluasi.
 - g. Menyampaikan hasil kegiatan untuk diperiksa dan mendapatkan *feed back*.
3. Perlengkapan yang harus digunakan :
 - a. Sarung tangan kain
 - b. Baju praktik
 - c. Sepatu *safety*
4. Tata Tertib Praktikum!
 - a. Siswa tidak diperkenankan :
 - 1) Masuk dan keluar ruang praktikum tanpa ijin guru mata pelajaran terkait.
 - 2) Terlambat lebih dari 10 menit dari waktu yang sudah ditetapkan.
 - 3) Tidak menggunakan perlengkapan yang telah ditetapkan.
 - 4) Membawa tas ke dalam ruang praktikum.
 - 5) Membawa makanan/ minuman apapun ke ruang praktikum.
 - 6) Membuang sampah di ruang praktikum.
 - 7) Membawa/ mencuri alat-alat praktikum ke luar ruang praktikum.
 - 8) Bercanda bahkan mengganggu siswa lain saat praktikum.
 - b. Sanksi melanggar Tata Tertib :
 - 1) Mendapat teguran dari guru mata pelajaran terkait (untuk poin 1, 4, 5, 6, dan 8)
 - 2) Tidak diperkenankan mengikuti praktikum (untuk poin 2 dan 3)
 - 3) Dilaporkan ke pihak Badan Konsterling (untuk poin 7 dan 8 bilamana berlebihan)

Siswa dinyatakan lulus apabila :

 - a. Menjawab pertanyaan yang ada pada modul dengan benar (min. 80% dari seluruh soal).

- b. Menyelesaikan lembar kerja yang tersedia pada modul dengan benar.
- c. Melakukan tugas praktik untuk pemantapan sesuai dengan petunjuk.

Tujuan

1. Siswa dapat mengerti dan memahami proses menganalisis gangguan mekanik unit refrigerasi komersial.
2. Siswa dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan prosedur yang keselamatan kerja.
3. Siswa dapat menerapkan dan mengembangkan teori saat praktikum dengan benar sesuai prosedur.

II. PEMBELAJARAN

A. Mengetahui pengertian, penyebab, dan dampak kerusakan lapisan ozon, penjelasan tentang refrigeran, dan penjelasan tentang oli refrigeran.

1. Tujuan

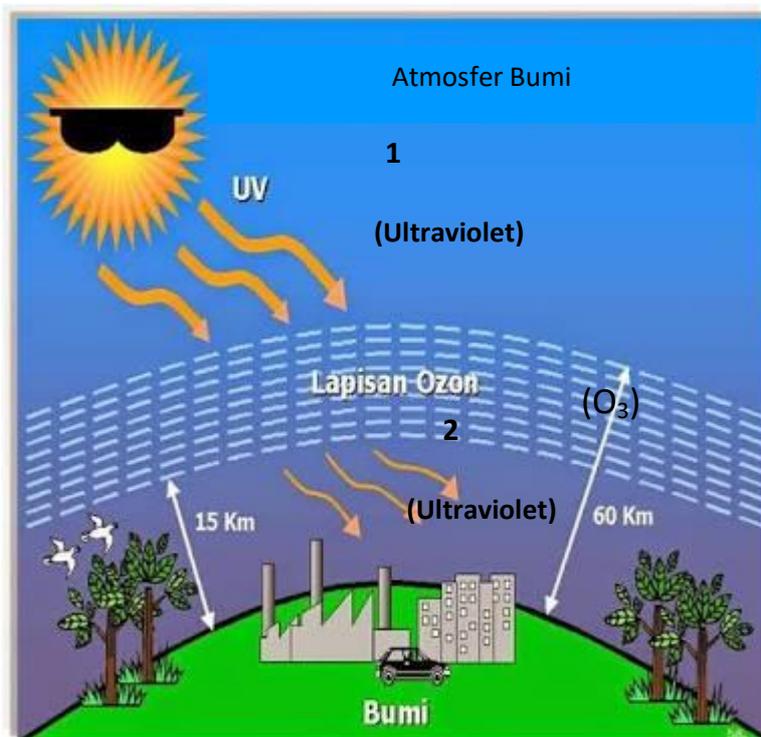
Siswa mampu memahami pengertian, penyebab, dan dampak kerusakan lapisan ozon, penjelasan tentang refrigeran, dan penjelasan tentang oli refrigeran.

2. Uraian materi

a. Pengertian lapisan ozon

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan pengertian ozon. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi diantaranya posisi lapisan ozon di atmosfer, rumus kimia ozon, dan posisi, arah, &.besar ultraviolet sebelum dan sesudah melalui ozon.

Perhatikan posisi lapisan ozon di atmosfer dan posisi, arah &.besar ultraviolet sebelum dan sesudah melalui ozon. pada Gambar 1.1! Perhatikan keterangannya! Besar jumlah ultraviolet pada kondisi 1 > besar jumlah ultraviolet pada kondisi 2.



Keterangan:

1 : Ultraviolet akan melewati lapisan gas ozon

2 : Ultraviolet telah melewati lapisan gas ozon

→ : (UV) ultraviolet

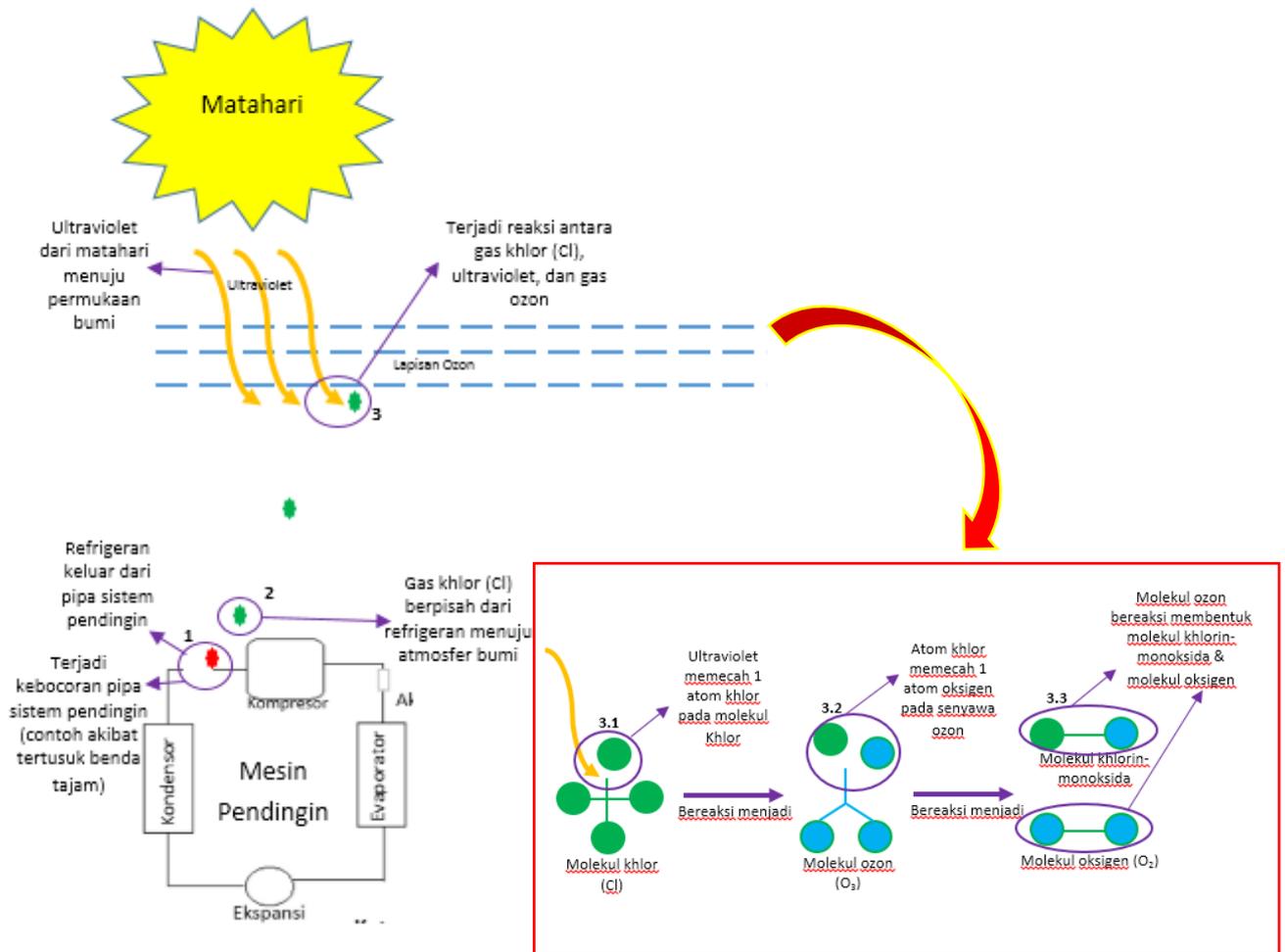
Gambar 1.1. Ultraviolet melewati lapisan ozon.

(Sumber: warungkopi.okezone.com/gas-yang-menyebabkan-penipisan-lapisan-ozon).

Berdasarkan Panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian sistem refrigerasi!

b. Penyebab kerusakan lapisan ozon

Untuk dapat menjelaskan penyebab kerusakan lapisan ozon, kalian harus memperhatikan petunjuk atau rambu-rambu pada Gambar 1.2. Pada gambar tersebut terdapat kondisi-kondisi seperti gas refrigeran keluar melalui lubang pipa sistem refrigerasi, gas khlor dari refrigeran bergerak ke atmosfer, dan reaksi antara gas khlor, ultraviolet, & ozon. Perhatikan posisi gas khlor, posisi ultraviolet, posisi gas ozon, dan kondisi gas baru setelah terjadi reaksi antara gas khlor, ultraviolet, & ozon. Pada kondisi 3 (3.1, 3.2, dan 3.3) terjadi reaksi antara ultraviolet, khlor, dan lapisan ozon.



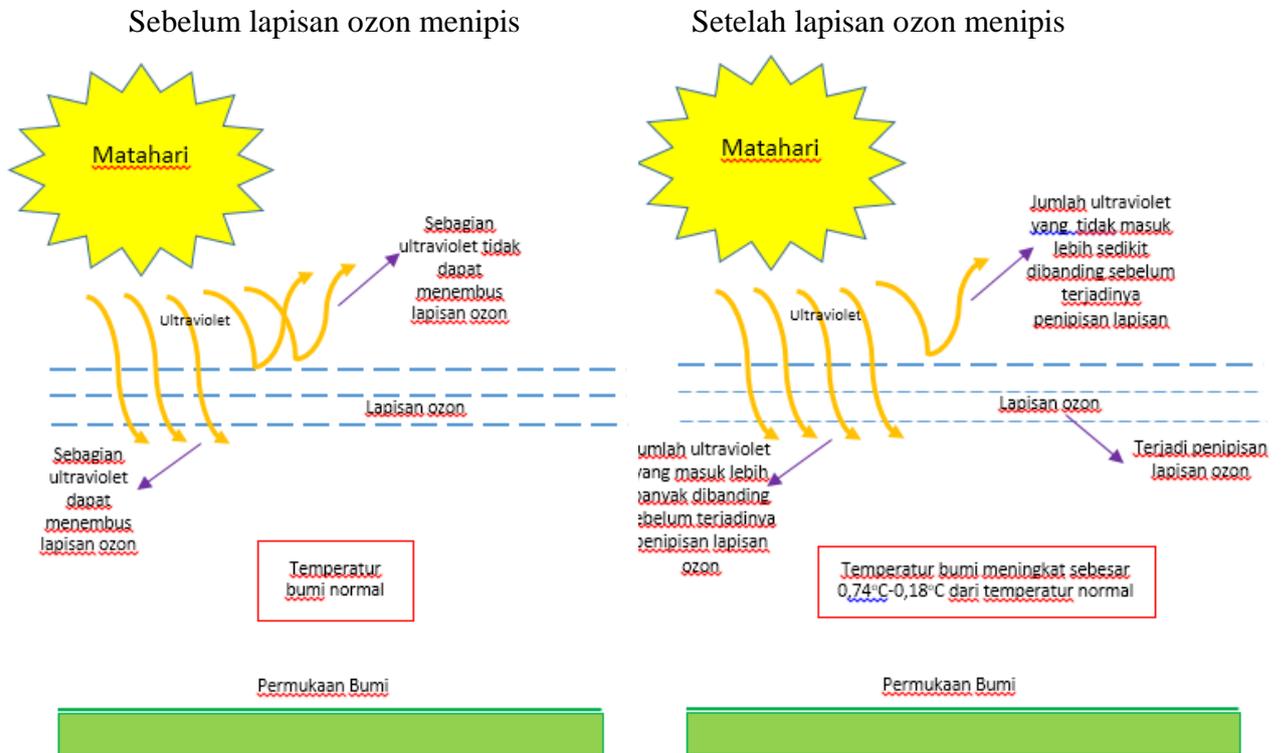
Gambar 1.2. Reaksi antara khlor, ultraviolet, dan ozon.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan penyebab kerusakan lapisan ozon!

c. Dampak kerusakan lapisan ozon

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan dampak kerusakan lapisan ozon. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi

diantaranya kondisi penipisan lapisan ozon, perbandingan jumlah ultraviolet yang memasuki bumi sebelum & sesudah lapisan ozon menipis, dan keterangan temperatur bumi sebelum & setelah lapisan ozon menipis. Perhatikan jumlah dan arah ultraviolet yang dapat menembus & tidak dapat menembus lapisan ozon, keterangan temperatur bumi, dan ketebalan lapisan ozon sebelum & setelah terjadi penipisan lapisan ozon.

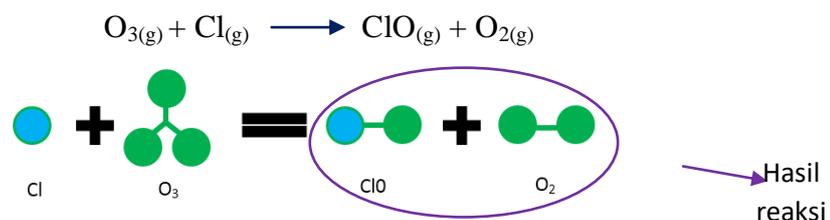


Gambar 1.3. Perbedaan temperatur udara di bumi sebelum dan setelah terjadinya penipisan lapisan ozon.

Jika temperatur bumi meningkat, apa dampak selanjutnya bagi makhluk hidup di bumi? Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan dampak penipisan lapisan ozon!

d. Reaksi ozon berdasarkan reaksi kimia

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan reaksi ozon berdasarkan reaksi kimia. Perhatikan jumlah, warna, dan keterangan setiap molekul sebelum & sesudah terjadinya reaksi kimia dan keterangannya!

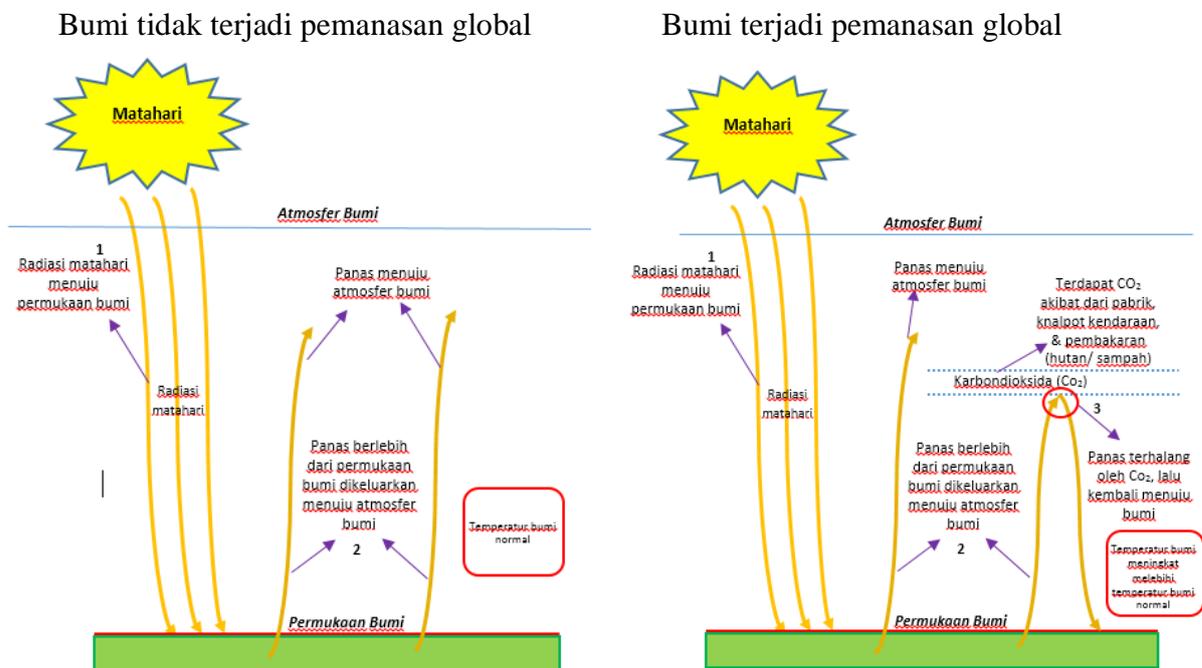


Gambar 1.4. Reaksi kimia atom khlor dengan molekul ozon.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan reaksi ozon berdasarkan reaksi kimia!

e. Pengertian pemanasan global

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan pengertian pemanasan global. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi diantaranya kondisi pancaran radiasi matahari dan aliran panas permukaan bumi yang mengenai gas karbondioksida & tidak mengenai gas karbondioksida. . Perhatikan arah dan posisi radiasi matahari, panas permukaan bumi, keberadaan gas karbondioksida, dan keterangan temperatur bumi pada kondisi bumi yang tidak terjadi pemanasan global dan terjadi pemanasan global.



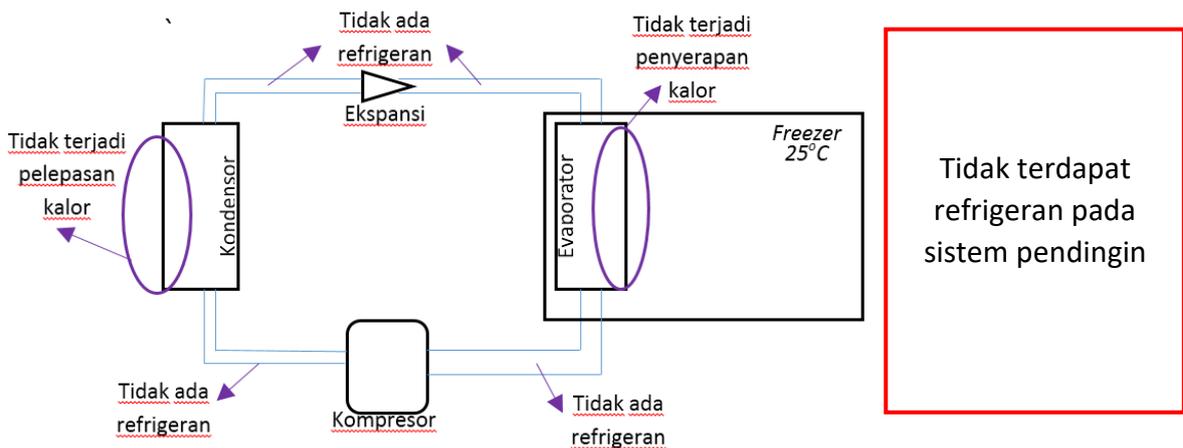
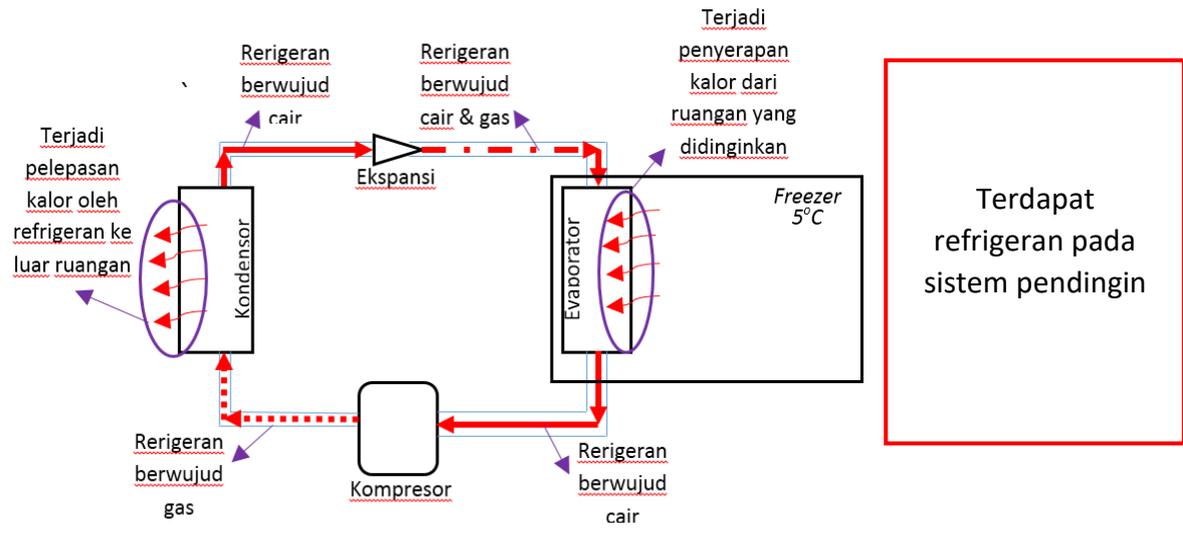
Gambar 1.5. Perbedaan bumi yang tidak terjadi pemanasan global dan terjadi pemanasan global.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian pemanasan global!

f. Pengertian refrigeran dijelaskan

Untuk dapat menjelaskan pengertian refrigeran, kalian harus memperhatikan petunjuk atau rambu-rambu pada Gambar 1.6. Pada gambar tersebut terdapat kondisi-kondisi seperti keberadaan, arah aliran, & wujud refrigeran, dan ada tidaknya proses

pelepasan & penyerapan kalor. Perhatikan arah aliran & wujud refrigeran di dalam sistem pendingin, ada keberadaan kalor, dan keterangan temperatur *freezer*.



Gambar 1.6. Perbedaan sistem pendingin yang menggunakan refrigeran dan tidak terdapat refrigeran.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian refrigeran!

g. Syarat-syarat refrigeran

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan syarat-syarat refrigeran. Perhatikan bentuk gambar, tanda silang, dan keterangan pada setiap simbol.



Struktur fisik setiap materi berubah (tidak normal)



Terjadi ledakan



Makhluk hidup mati di habitatnya sendiri



Terjadi kebakaran



Beraroma kuat

Gambar 1.7. Simbol sifat-sifat refrigeran

(Sumber: <https://wytr33.wordpress.com/2012/12/29/symbol-bahan-kimia/>)

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menyebutkan syarat-syarat refrigeran!

h. Jenis-jenis refrigeran

1) Macam-macam refrigeran natural

Gambaran 1.8 di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menyebutkan macam-macam refrigeran natural. Perhatikan warna dan keterangan pada setiap macam tabung refrigeran!



Gambar 1.8. Macam-macam refrigeran natural.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menyebutkan macam-macam refrigeran natural!

2) Macam-macam refrigeran sintetik

Gambaran 1.9 di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menyebutkan macam-macam refrigeran sintetik. Perhatikan warna dan keterangan pada setiap macam tabung refrigeran!

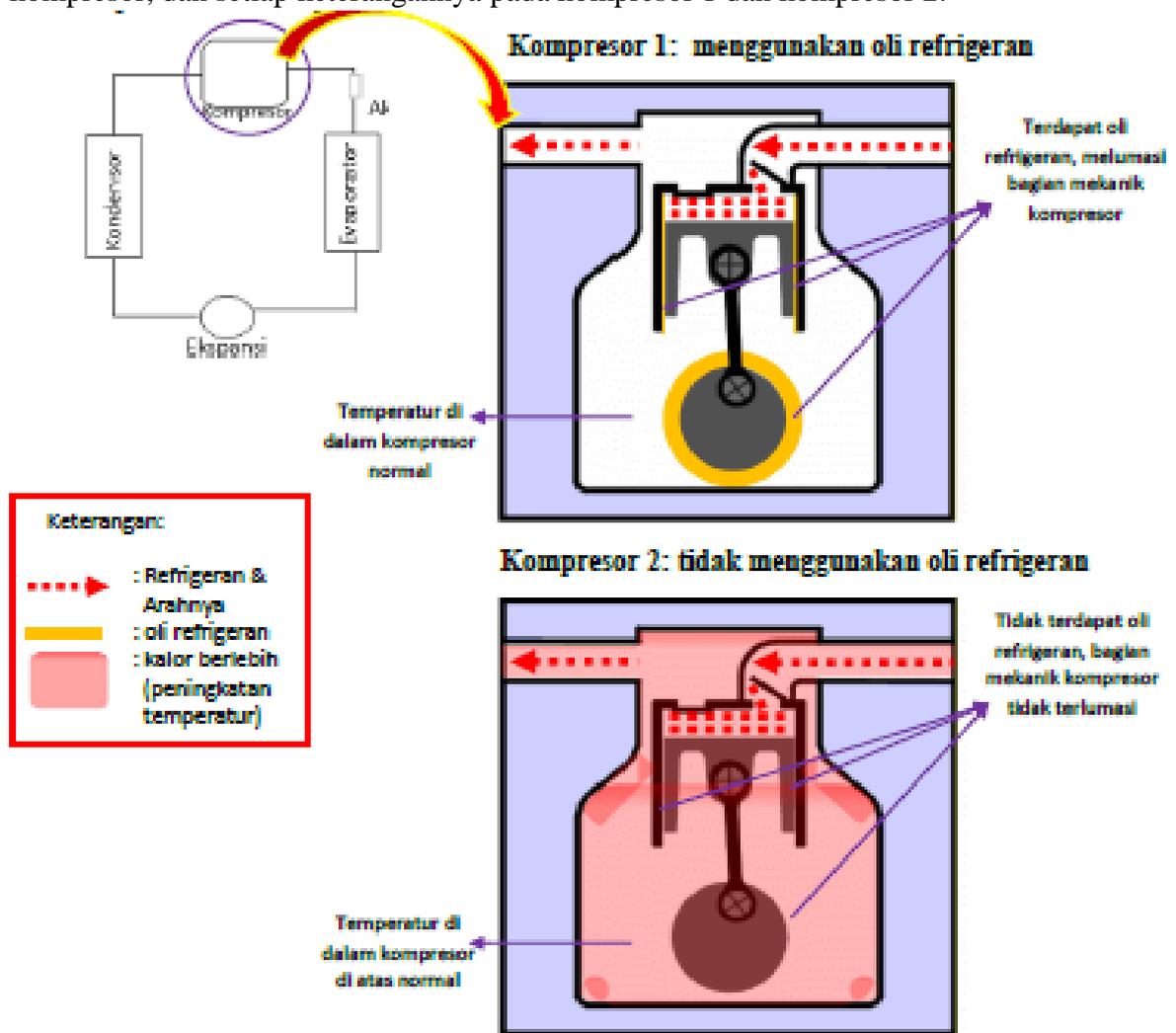


Gambar 1.9. Macam-macam refrigeran sintetik.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menyebutkan macam-macam refrigeran sintetik!

i. Fungsi oli refrigeran

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan fungsi oli refrigeran. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi diantaranya kondisi kompresor yang menggunakan pelumas dan tidak menggunakan pelumas. Perhatikan arah & warna refrigeran, warna & keberadaan oli refrigeran, warna keseluruhan kompresor, dan setiap keterangannya pada kompresor 1 dan kompresor 2.



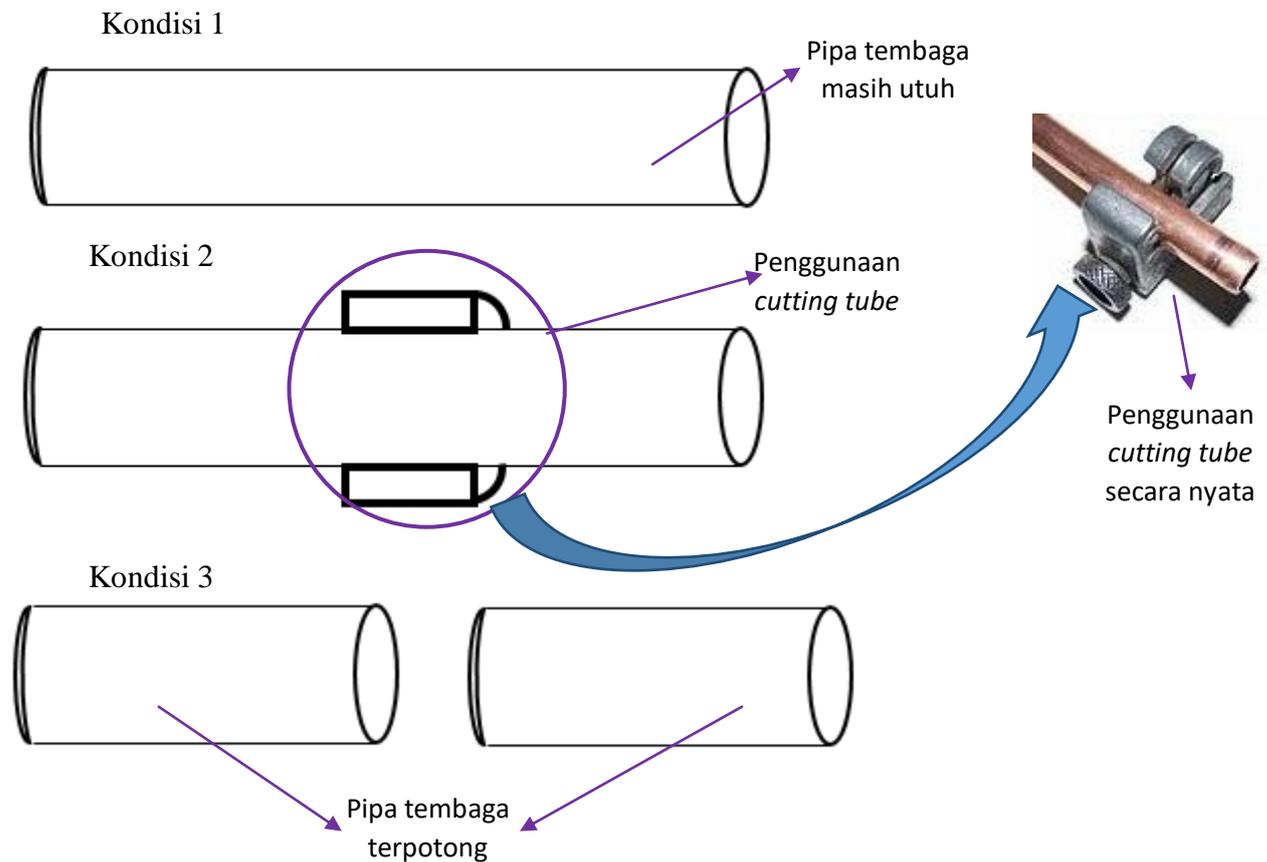
Gambar 1.10. Perbedaan kompresor yang menggunakan dan tidak menggunakan oli refrigeran

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan fungsi oli refrigeran!

j. Pengertian *cutting tube*

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan pengertian *cutting tube*. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi diantaranya kondisi pipa tembaga masih utuh, kondisi proses penggunaan *cutting tube* pada pipa

tembaga, dan kondisi pipa tembaga setelah menggunakan *cutting tube*. Perhatikan panjang pipa tembaga sebelum dan setelah dilakukan penggunaan *cutting tube*, dan posisi *cutting tube* pada kondisi 2! Kondisi 1 belum dilakukan penggunaan *cutting tube*. Kondisi 2 sedang dilakukan penggunaan *cutting tube*. Kondisi 3 telah dilakukan penggunaan *cutting tube*.



Gambar 1.11. Proses penggunaan *cutting tube* pada pipa tembaga.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian *cutting tube*!

3. Tes formatif (aspek kognitif)

1. Pengertian lapisan ozon adalah
 - A. Gas yang berada di atmosfer bumi untuk mencegah ultraviolet berlebih dari matahari
 - B. Gas yang berada di permukaan bumi untuk mencegah ultraviolet berlebih dari matahari
 - C. Gas yang berada di atmosfer bumi untuk mencegah gelombang berlebih dari matahari
 - D. Gas yang berada di permukaan bumi untuk mencegah gelombang berlebih dari matahari

- 2 Penyebab kerusakan lapisan ozon adalah
 - A. Adanya pencemaran gas seperti oksigen menuju atmosfer bumi
 - B. Adanya pencemaran gas seperti khlor menuju atmosfer bumi
 - C. Adanya pencemaran gas seperti khlor menuju permukaan bumi
 - D. Adanya pencemaran gas seperti oksigen menuju atmosfer bumi
- 3 Dampak kerusakan lapisan ozon adalah
 - A. Menurunnya temperatur bumi
 - B. Meningkatnya temperatur matahari
 - C. Meningkatnya temperatur bumi
 - D. Menurunnya temperatur matahari
- 4 Reaksi ozon terjadi berdasarkan teori
 - A. Kelarutan
 - B. Koloid
 - C. Reaksi pembakaran
 - D. Reaksi kimia
- 5 Pengertian pemanasan global adalah
 - A. Proses terjadinya peningkatan temperatur bumi akibat terhalangnya panas berlebih dari permukaan bumi menuju atmosfer bumi oleh karbondioksida
 - B. Proses terjadinya penurunan temperatur bumi akibat terhalangnya panas berlebih dari permukaan bumi menuju atmosfer bumi oleh karbondioksida
 - C. Proses terjadinya peningkatan temperatur bumi akibat terhalangnya panas berlebih dari permukaan bumi menuju atmosfer bumi oleh oksigen
 - D. Proses terjadinya penurunan temperatur bumi akibat terhalangnya panas berlebih dari permukaan bumi menuju atmosfer bumi oleh oksigen
- 6 Pengertian refrigeran adalah
 - A. Gas yang berfungsi sebagai pelepas dan penyerap kalor pada mesin pendingin
 - B. Fluida yang berfungsi sebagai pelepas dan penyerap kalor pada mesin pendingin
 - C. Cairan yang berfungsi sebagai pelepas dan penyerap kalor pada mesin pendingin
 - D. Uap yang berfungsi sebagai pelepas dan penyerap kalor pada mesin pendingin
- 7 Syarat-syarat refrigeran adalah
 - A. Korosif, tidak mencemari lingkungan, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, dan tidak berbau tajam
 - B. Tidak korosif, mudah mencemari lingkungan, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, dan tidak berbau tajam
 - C. Tidak korosif, tidak mencemari lingkungan, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, dan tidak berbau tajam
 - D. Tidak korosif, mudah mencemari lingkungan, tidak mudah meledak, mudah terbakar, dan tidak berbau tajam

8. Macam-macam refrigeran natural adalah
 - A. Air, amonia, karbonmonoksida, R290, dan R600
 - B. Hidrokarbon, NH₃, air, karbondioksida, dan amonia
 - C. R290, amonia, air, R134a, dan karbondioksida
 - D. Air, NH₃, karbondioksida, R290, dan R600
9. Macam-macam refrigeran sintetik adalah
 - A. R11, R12, R22, R134a, R502, dan R404
 - B. R11, R12, R22, R134a, R290, dan R404
 - C. R11, R12, R22, R600, R502, dan R404
 - D. R11, R12, NH₃, R290, R502, dan R404
10. Fungsi oli refrigeran adalah
 - A. Melumasi bagian evaporator
 - B. Melumasi bagian mekanik kompresor
 - C. Melumasi bagian kondensor
 - D. Melumasi bagian akumulator
11. Pengertian *cutting tube* adalah
 - A. Alat yang digunakan untuk memperbesar diameter pipa tembaga
 - B. Alat yang digunakan untuk menghubungkan dua pipa tembaga
 - C. Alat yang digunakan untuk memotong pipa tembaga
 - D. Alat yang digunakan untuk melebarkan pipa tembaga

4. Lembar kerja praktik

a. Persiapan kerja

1) Alat :

- Sarung tangan kain disiapkan.
- Baju praktik disiapkan.
- Sepatu *safety* disiapkan.
- *Cutting tube* disiapkan.

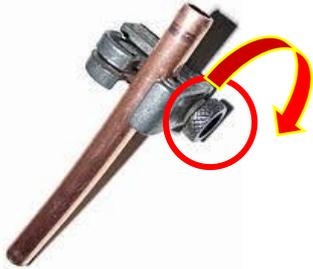
2) Bahan :

- Sistem refrigerasi disiapkan.
- Oli refrigeran disiapkan.

b. Keselamatan kerja

- Sarung tangan dipakai sesuai posisi jari.
- Baju praktik dipakai dengan benar, dan dikancingkan.
- Sepatu *safety* dipakai dengan benar, dan ditalikan standar tentara.
- Tempat kerja disiapkan dengan benar.
- Job sheet dibaca.

c. Proses kerja

No	Langkah Kerja dan Gambarnya	Alat
1	<p>Letakkan pipa <i>discharge</i> kompresor diantara dua mata pisau lingkaran <i>cutting tube</i>.</p> 	<i>Cutting tube</i>
2	<p>Putar <i>handling</i> pada <i>cutting tube</i> searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau <i>cutting tube</i> rapat.</p> 	<i>Cutting tube</i>
3	<p>Putar <i>cutting tube</i> searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.</p> 	<i>Cutting tube</i>
4	<p>Tuangkan oli refrigeran tegak lurus dengan lubang pipa <i>discharge</i> kompresor (250 ml pada system ½ pk)</p> 	

5. Tes formatif (aspek psikomotorik dan afektif)

1. Jelaskan cara mengisi oli refrigeran dengan benar (sesuai SOP) !

B. Mengetahui pengertian *swaging* dan pengertian & bahan *brazing*.

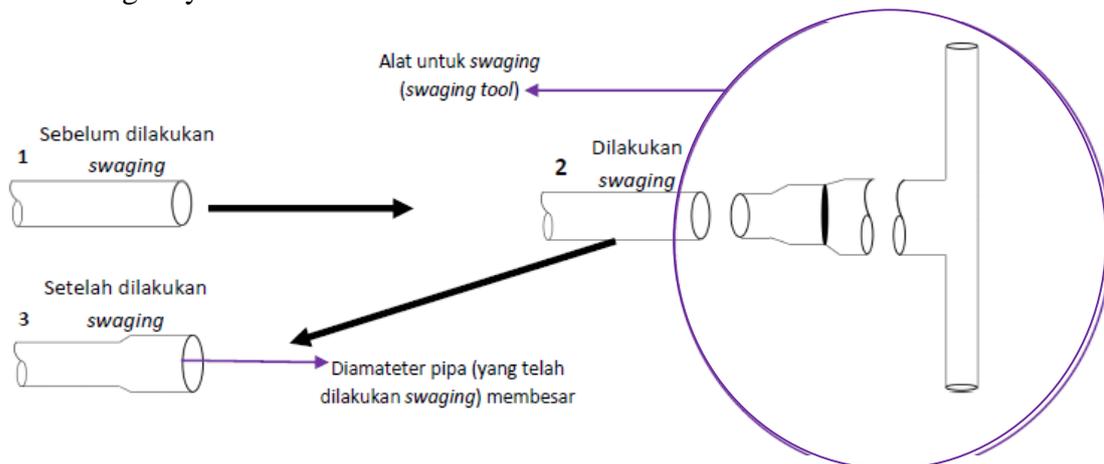
1. Tujuan

Siswa mampu memahami pengertian *swaging* dan pengertian & bahan *brazing*.

2. Uraian materi

a. Pengertian *swaging*

Gambaran di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan pengertian *swaging*. Pada Gambar 1.12 diperlihatkan kondisi-kondisi diantaranya, kondisi diameter pipa tembaga sebelum & setelah dilakukan *swaging*, dan ketika dilakukan *swaging*. Perhatikan ukuran ujung diameter pipa sebelum & sesudah dilakukan *swaging* dan keterangannya!

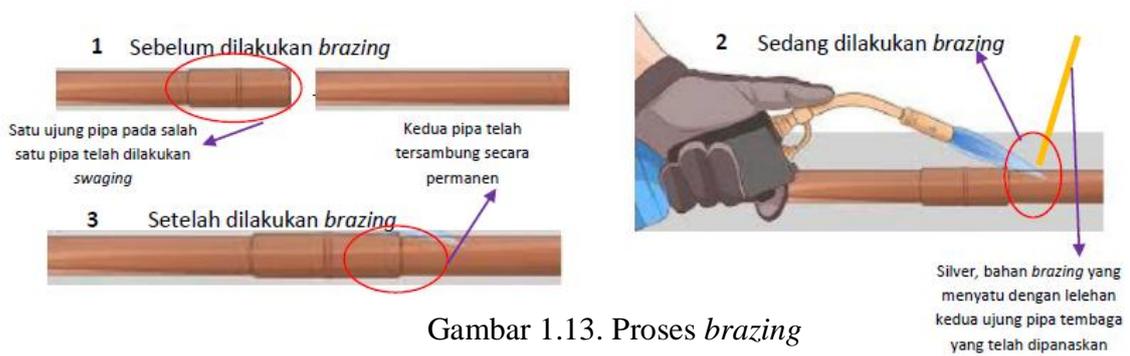


Gambar 1.12. Proses *swaging*.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian *swaging*!

b. Pengertian *brazing*

Gambaran 1.13 di bawah ini merupakan media untuk memfasilitasi dalam menjelaskan pengertian *brazing*. Pada gambar tersebut diperlihatkan kondisi-kondisi kedua pipa tembaga sebelum dan sesudah dilakukan *brazing*, sedang dilakukan *brazing* pada kondisi 1-3. Perhatikan posisi kedua ujung pipa sebelum & setelah dilakukan *brazing* dan keterangannya!



Gambar 1.13. Proses *brazing*

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan pengertian *brazing*!

c. Bahan yang dibutuhkan *brazing*

Untuk dapat menyebutkan bahan yang dibutuhkan *brazing*, kalian harus memperhatikan petunjuk atau rambu-rambu pada Gambar 1.14. Perhatikan bentuk, warna, dan keterangannya pada setiap bahan!



Gambar 1.14. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk *brazing*.

Berdasarkan panduan yang telah diuraikan di atas, kalian diharapkan dapat menjelaskan bahan yang dibutuhkan *brazing*!

3. Tes formatif (aspek kognitif)

1. Pengertian *swaging* adalah
 - A. Proses yang dilakukan untuk memperbesar diameter ujung pipa tembaga
 - B. Proses yang dilakukan untuk memotong pipa tembaga
 - C. Proses yang dilakukan untuk menghubungkan dua pipa tembaga
 - D. Proses yang dilakukan untuk mengganti pipa tembaga
2. Pengertian *brazing* adalah
 - A. Proses menghubungkan dua pipa tembaga menggunakan alat *brazing* dan bahan timah
 - B. Proses menghubungkan dua pipa tembaga menggunakan alat *brazing* dan bahan silver
 - C. Proses menghubungkan dua pipa tembaga menggunakan alat *brazing* dan bahan katoda
 - D. Proses menghubungkan dua pipa tembaga menggunakan alat *brazing* dan bahan elektroda
3. Bahan yang dibutuhkan *brazing* adalah adalah
 - A. Silver, oksigen, amonia, korek dan pipa tembaga
 - B. Pipa tembaga, silver, korek, karbon dioksida, dan nitrogen
 - C. Oksigen, asitelin, pipa tembaga, korek, dan silver
 - D. Asitelin, silver, karbon dioksida, korek, dan pipa tembaga

4. Lembar kerja praktik

a. Persiapan kerja

1) Alat :

- Sarung tangan kain disiapkan.
- Baju praktik disiapkan.
- Sepatu *safety* disiapkan.
- *Brazing tool*.disiapkan.
- *Swaging tool* disiapkan.

2) Bahan :

- Sistem refrigerasi disiapkan.
- Silver disiapkan.

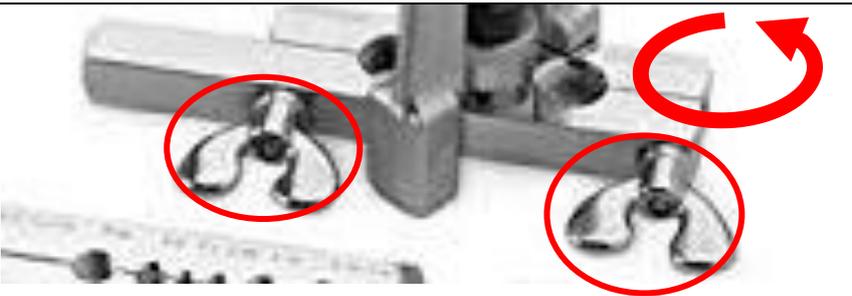
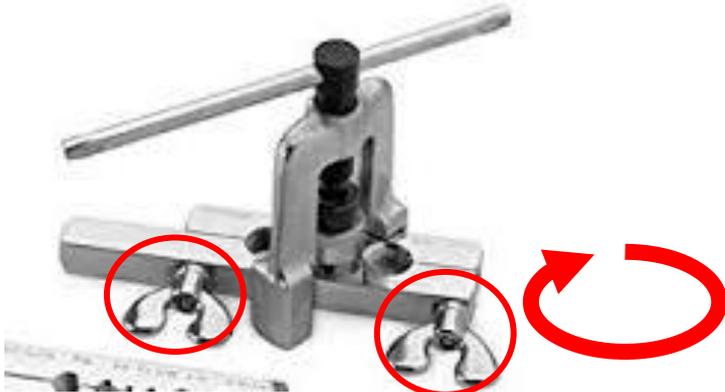
b. Keselamatan kerja

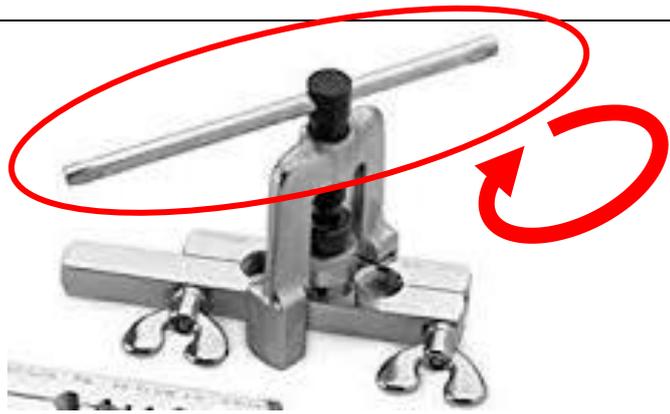
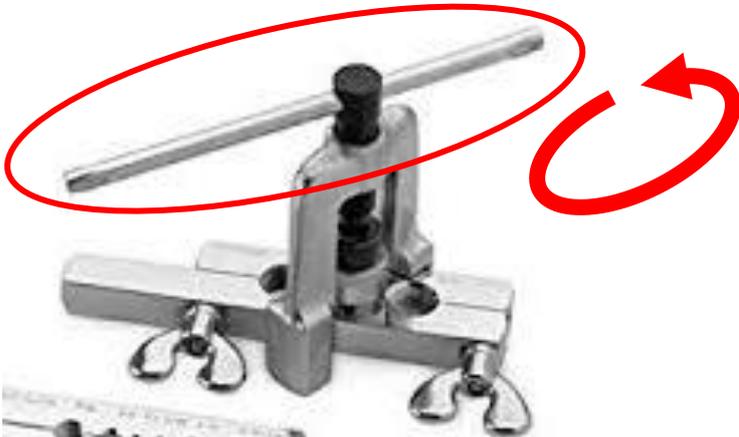
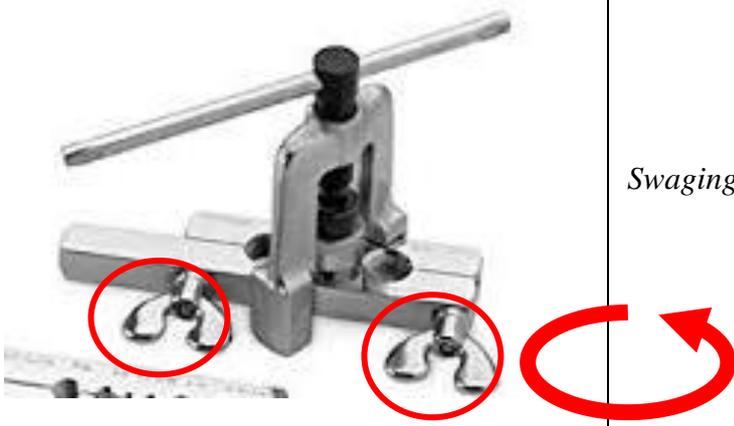
- Sarung tangan dipakai sesuai posisi jari.

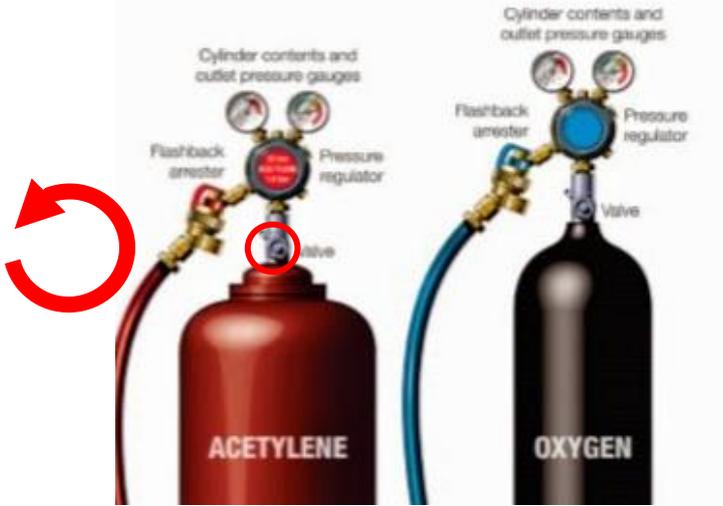
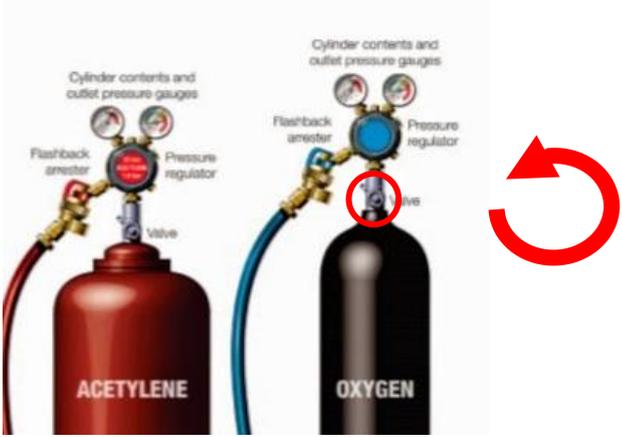
- Baju praktik dipakai dengan benar, dan dikancingkan.
- Sepatu *safety* dipakai dengan benar, dan ditalikan standar tentara.
- Tempat kerja disiapkan dengan benar.
- Job sheet dibaca.

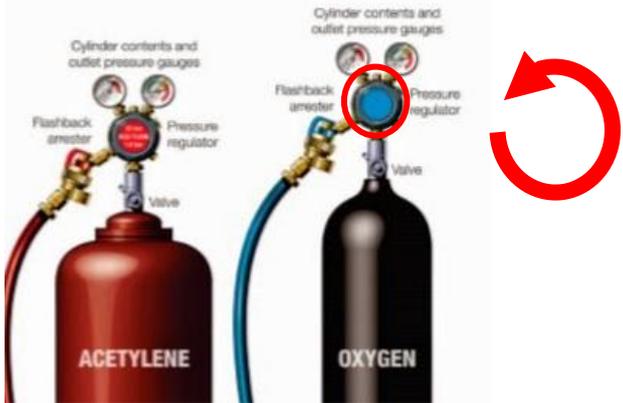
c. Proses kerja

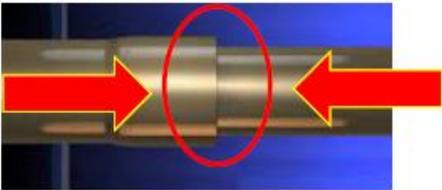
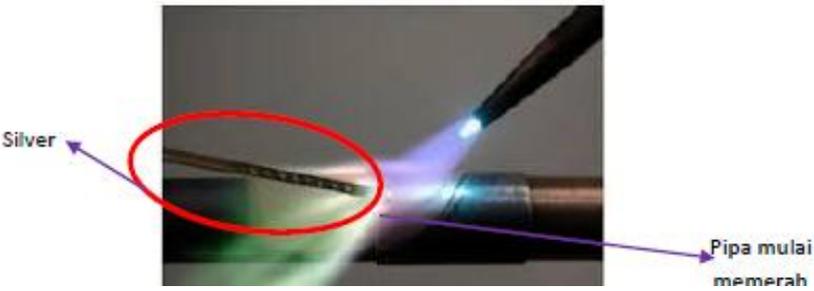
No	Langkah Kerja dan Gambarnya	Alat
1	<p><i>Handling</i> pada alat <i>swagging</i> diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah <i>handling</i> terangkat ke atas.</p> 	<i>Swaging tool</i>
2	<p><i>Swaging punch</i> dipasang pada bagian bawah ulir (<i>joke</i>) berlawanan jarum jam hingga kencang. Ukuran <i>swaging punch</i> sesuai dengan ukuran pipa yang akan dilakukan proses <i>swagging</i>.</p> 	<i>Swaging tool</i>
3	<p>Baut kedua kupu-kupu pada penjepit (<i>bar/ block</i>) diputar berlawanan jarum jam untuk membuka <i>bar</i> tersebut.</p>	<i>Swaging tool</i>

		
4	<p>Satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada <i>bar</i> (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses <i>swagging</i>) sepanjang 3 mm di atas <i>bar</i> tersebut.</p> 	<i>Swaging tool</i>
5	<p>Baut kupu-kupu di putar kencang searah jarum jam.</p> 	<i>Swaging tool</i>
6	<p><i>Handling</i> diputar searah jarum jam hingga <i>swaging punch</i> terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/ memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas <i>bar</i> (3 mm).</p>	<i>Swaging tool</i>

		
7	<p><i>Handling</i> diputar berlawanan jarum jam hingga <i>swaging punch</i> bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.</p> 	<i>Swaging tool</i>
8	<p>Baut kupu-kupu diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.</p> 	<i>Swaging tool</i>
9	<p><i>Cylinder valve</i> pada tabung asetilin diputar berlawanan jarum jam penuh.</p>	<i>Brazing tool</i>

		
10	<p><i>Regulator adjusting screw pada tabung asetilin diputar searah jarum.</i></p> 	<i>Brazing tool</i>
11	<p><i>Cylinder valve pada tabung oksigen diputar berlawanan jarum jam penuh.</i></p> 	<i>Brazing tool</i>
12	<p><i>Regulator adjusting screw pada tabung oksigen diputar searah jarum.</i></p>	<i>Brazing tool</i>

		
13	<p>Katup pada <i>brander</i> saluran asetilin diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,</p> 	<i>Brazing tool</i>
14	<p>Katup pada saluran <i>brander</i> saluran oksigen diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup <i>brander</i> saluran asetilin.</p> 	<i>Brazing tool</i>
15	<p>Korek (sumber api) dinyalakan, api korek tersebut diarahkan hingga mengenai ujung saluran <i>output brander</i>.</p> 	<i>Brazing tool</i>
16	<p>Setelah api las menyala, kran <i>brazier</i> (pada saluran asetilin terlebih dahulu) diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.</p>	<i>Brazing tool</i>

		
17	<p>Ujung pipa yang diperbesar (oleh proses <i>swaging</i>) dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses <i>swaging</i>).</p> 	<i>Brazing tool</i>
18	<p>Api las diarahkan hingga mengenai sambungan pipa. Setelah sambungan pipa merah, ujung silver diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa.</p> 	<i>Brazing tool</i>
19	<p>Katup <i>brander</i> saluran oksigen ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.</p> 	<i>Brazing tool</i>
20	<p>Katup <i>brander</i> saluran asetilin ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.</p>	<i>Brazing tool</i>



5. Tes formatif (aspek psikomotorik dan afektif)

1. Jelaskan cara mengisi oli refrigeran dengan benar (sesuai SOP) !

BAB III

EVALUASI

A. Alat evaluasi kognitif

1. Jelaskan cara mengisi oli refrigeran!
2. Jelaskan cara memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigeran!

B. Alat evaluasi psikomotor

No.	Kriteria unjuk kerja	Kerja siswa		Skor		Bobot	Nilai
		Ya	Tidak	Maksimal	Nyata		
	Persiapan						
1.	Baju, sepatu dan sarung tangan praktik dipakai siswa dengan benar						
2.	Tempat kerja dengan ketentuan: - Bersih dari debu, kotoran, minyak dan jauh dari sumber api						
3.	Peralatan - Sarung tangan kain disiapkan. - Baju praktik disiapkan. - Sepatu <i>safety</i> disiapkan. - <i>cutting tube</i> disiapkan. - <i>Brazing tool</i> disiapkan. - <i>Swaging tool</i> disiapkan.						
4.	Bahan - Sistem refrigerasi disiapkan. - Oli refrigeran disiapkan. - Silver disiapkan.						
5.	Proses Kerja Mengisi oli refrigeran pada kompresor 1) Pipa <i>discharge</i> kompresor diletakkan diantara dua mata pisau						

	<p>lingkaran <i>cutting tube</i>.</p> <p>2) <i>Handling</i> pada <i>cutting tube</i> diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau <i>cutting tube</i> rapat.</p> <p>3) <i>Cutting tube</i> diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.</p> <p>4) Menuangkan oli refrigeran tegak lurus dengan lubang pipa <i>discharge</i> kompresor</p> <p>Memasang pipa <i>discharge</i> setelah mengisi oli refrigeran</p> <p>1) <i>Handling</i> pada alat <i>swagging</i> diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah <i>handling</i> terangkat ke atas.</p> <p>2) <i>Swagging punch</i> dipasangkan pada bagian bawah ulir (<i>joke</i>) berlawanan jarum jam hingga kencang. Ukuran <i>swagging punch</i> sesuai dengan ukuran pipa yang akan dilakukan proses <i>swagging</i>.</p> <p>3) Baut kedua kupu-kupu pada penjepit (<i>bar/ block</i>) diputar berlawanan jarum jam untuk membuka <i>bar</i> tersebut.</p> <p>4) Satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada <i>bar</i> (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses <i>swagging</i>) sepanjang 3 mm di atas <i>bar</i> tersebut.</p> <p>5) Baut kupu-kupu diputar kencang searah jarum jam.</p> <p>6) <i>Handling</i> diputar searah jarum jam hingga <i>swaging punch</i> terus</p>						
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

	<p>bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas <i>bar</i> (3 mm).</p> <p>7) <i>Handling</i> diputar berlawanan jarum jam hingga <i>swaging punch</i> bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.</p> <p>8) Baut kupu-kupu diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.</p> <p>9) <i>Cylinder valve</i> pada tabung asetilin diputar berlawanan jarum jam penuh.</p> <p>10) <i>Regulator adjusting screw</i> pada tabung asetilin diputar searah jarum.</p> <p>11) <i>Cylinder valve</i> pada tabung oksigen diputar berlawanan jarum jam penuh.</p> <p>12) <i>Regulator adjusting screw</i> pada tabung oksigen diputar searah jarum.</p> <p>13) Katup pada <i>brander</i> saluran asetilin diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,</p> <p>14) Katup pada saluran <i>brander</i> saluran oksigen diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup <i>brander</i> saluran asetilin.</p> <p>15) Korek (sumber api) dinyalakan, api korek tersebut diarahkan hingga mengenai ujung saluran <i>output brander</i>.</p>						
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

	<p>16) Setelah api las menyala, kran <i>brazzer</i> (pada saluran asetilin terlebih dahulu) diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.</p> <p>17) ujung pipa yang diperbesar (oleh proses <i>swaging</i>) dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses <i>swaging</i>).</p> <p>18) <i>Membrazing</i> pipa:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Sambungan pipa diletakkan pada meja tempat proses <i>brazing</i>. b) Api las diarahkan hingga mengenai sambungan pipa. c) Setelah sambungan pipa merah, ujung silver diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa. <p>19) Katup <i>brander</i> saluran oksigen ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.</p> <p>20) Katup <i>brander</i> saluran asetilin ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.</p>						
6.	<p>Hasil kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Jumlah oli refrigeran yang dimasukkan pada sistem sebesar 250 ml untuk system ½ pk.. 2) Pipa <i>discharge</i> telah terhubung kembali. 						

7.	Waktu: 2 x 45 menit						
8.	Jumlah						

C. Alat evaluasi afektif

MATERI PELATIHAN	Kerja Siswa		Skor		Bobot	Nilai
	Ya	Tidak	Maksimal	Nyata		
Sikap Kerja						
1. Ketentuan K3L harus ditaati dan dilaksanakan sesuai dengan prosedur kerja						
2. Mengisi oli refrigeran pada kompresor: <ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan pipa <i>discharge</i> kompresor harus diletakkan diantara dua mata pisau lingkaran <i>cutting tube</i>. - Ketentuan <i>handling</i> pada <i>cutting tube</i> harus diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau <i>cutting tube</i> rapat. - Ketentuan <i>cutting tube</i> harus diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong. - Ketentuan menuangkan oli refrigeran harus tegak lurus dengan lubang pipa <i>discharge</i> kompresor. 						
3. Memasang pipa <i>discharge</i> setelah mengisi oli refrigeran <ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan <i>handling</i> pada alat <i>swagging</i> harus diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah 						

<p><i>handling</i> terangkat ke atas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan <i>swagging punch</i> harus dipasangkan pada bagian bawah ulir (<i>joke</i>) berlawanan jarum jam hingga kencang. - Ketentuan baut kedua kupu-kupu pada penjepit (<i>bar/ block</i>) harus diputar berlawanan jarum jam. - Ketentuan satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya harus dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada <i>bar</i> (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses <i>swagging</i>) sepanjang 3 mm di atas <i>bar</i> tersebut. - Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar kencang searah jarum jam. - Ketentuan <i>handling</i> harus diputar searah jarum jam hingga <i>swaging punch</i> terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/ memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas <i>bar</i> (3 mm). - Ketentuan <i>handling</i> harus diputar berlawanan jarum jam hingga <i>swaging punch</i> bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya. 						
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan baut kupu-kupu harus diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar. - Ketentuan <i>cylinder valve</i> pada tabung asetilin harus diputar berlawanan jarum jam penuh. - Ketentuan <i>regulator adjusting screw</i> pada tabung asetilin harus diputar searah jarum. - Ketentuan <i>cylinder valve</i> pada tabung oksigen harus diputar berlawanan jarum jam penuh. - Ketentuan <i>regulator adjusting screw</i> pada tabung oksigen harus diputar searah jarum. - Ketentuan katup pada <i>brander</i> saluran asetilin harus diputar terlebih dahulu searah jarum jam. - Ketentuan katup pada saluran <i>brander</i> saluran oksigen harus diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup <i>brander</i> saluran asetilin. - Ketentuan korek (sumber api) harus dinyalakan, api korek tersebut harus diarahkan hingga mengenai ujung saluran <i>output brander</i>. - Ketentuan setelah api las menyala, kran <i>brazier</i> (pada saluran asetilin terlebih dahulu) harus diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las 						
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

<p>berwarna biru dan runcing.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan ujung pipa yang diperbesar (oleh proses <i>swaging</i>) harus dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses <i>swaging</i>). - <i>Membracing</i> pipa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ketentuan sambungan pipa harus diletakkan pada meja tempat proses <i>brazing</i>. ✓ Ketentuan api <i>lash</i> arus diarahkan hingga mengenai sambungan pipa. ✓ Ketentuan setelah sambungan pipa merah, ujung silver harus diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa. - Ketentuan katup <i>brander</i> saluran oksigen harus ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam. - Ketentuan katup <i>brander</i> saluran asetilin harus ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam. 						
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

4. Ketentuan hasil kerja harus sesuai prosedur						
5. Ketentuan waktu kerja harus sesuai prosedur						

KUNCI JAWABAN TES EVALUASI KOGNITIF

Kegiatan Pembelajaran 1

1	A	5	A	9	A
2	B	6	B	10	B
3	C	7	C	11	C
4	D	8	D		

1. Cara mengisi oli refrigeran pada kompresor:

- Pipa *discharge* kompresor diletakkan diantara dua mata pisau lingkaran *cutting tube*.
- *Handling* pada *cutting tube* diputar searah jarum jam hingga jarak permukaan pipa tembaga dan mata pisau *cutting tube* rapat.
- *Cutting tube* diputar searah/ berlawanan jarum jam hingga pipa tembaga terpotong.
- Menuangkan oli refrigeran tegak lurus dengan lubang pipa *discharge* kompresor

Kegiatan Pembelajaran 2

1	A
2	B
3	C

1. Cara memasang pipa *discharge* setelah mengisi oli refrigeran

- *Handling* pada alat *swagging* diputar berlawanan jarum jam, agar ulir di bawah *handling* terangkat ke atas.
- *Swagging punch* dipasangkan pada bagian bawah ulir (*joke*) berlawanan jarum jam hingga kencang. Ukuran *swagging punch* sesuai dengan ukuran pipa yang akan dilakukan proses *swagging*.
- Baut kedua kupu-kupu pada penjepit (*bar/ block*) diputar berlawanan jarum jam untuk membuka *bar* tersebut.

- Satu ujung pipa tembaga yang akan diperbesar diameternya dimasukkan pada salah satu lubang pipa pada *bar* (ukuran lubang sesuai ukuran pipa yang dilakukan proses *swaging*) sepanjang 3 mm di atas *bar* tersebut.
- Baut kupu-kupu diputar kencang searah jarum jam.
- *Handling* diputar searah jarum jam hingga *swaging punch* terus bergerak ke bawah hingga menekan ujung pipa dan membentuk/ memperbesar ujung pipa hingga menyentuh bagian atas *bar* (3 mm).
- *Handling* diputar berlawanan jarum jam hingga *swaging punch* bergerak ke atas seperti posisi sebelumnya.
- Baut kupu-kupu diputar berlawanan jarum jam hingga bar longgar.
- *Cylinder valve* pada tabung asetilin diputar berlawanan jarum jam penuh.
- *Regulator adjusting screw* pada tabung asetilin diputar searah jarum.
- *Cylinder valve* pada tabung oksigen diputar berlawanan jarum jam penuh.
- *Regulator adjusting screw* pada tabung oksigen diputar searah jarum.
- Katup pada *brander* saluran asetilin diputar terlebih dahulu searah jarum jam sedikit saja,
- Katup pada saluran *brander* saluran oksigen diputar searah jarum jam lebih sedikit dari jarak putaran katup *brander* saluran asetilin.
- Korek (sumber api) dinyalakan, api korek tersebut diarahkan hingga mengenai ujung saluran *output brander*.
- Setelah api las menyala, kran *brazier* (pada saluran asetilin terlebih dahulu) diputar lebih banyak sehingga menghasilkan api las berwarna biru dan runcing.
- ujung pipa yang diperbesar (oleh proses *swaging*) dihubungkan dengan ujung pipa lain (berukuran normal) dengan cara menekan ujung pipa normal ke dalam lubang ujung pipa yang sudah dilakukan proses *swaging*).
- *Membrazing* pipa:
 - Sambungan pipa diletakkan pada meja tempat proses *brazing*.
 - Api las diarahkan hingga mengenai sambungan pipa.
 - Setelah sambungan pipa merah, ujung silver diletakkan pada bagian sambungan pipa hingga meleleh sampai menutup seluruh sambungan pipa.
- Katup *brander* saluran oksigen ditutup terlebih dahulu dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.
- Katup *brander* saluran asetilin ditutup dengan diputar penuh berlawanan jarum jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung P. 2016, 14 November. Perbandingan Antara Freon R32, R22, R410A dan R290. Diperoleh 28 Januari 2017. serviceacjogja.pro/perbandingan-antara-freon-r32-r22-r410a-dan-r290/.
- Alibaba. 2015. Purity Anhydrous Ammonia R717 Refrigerant. Diperoleh 28 Januari 2017 dari <https://m.alibaba.com/product/60480914640/99-999-Purity-Anhydrous-Ammonia-R717.html?subject=99--999--Purity-Anhydrous--Ammonia--R717&detailld=60480914640&redirect=1>.
- Berman, E. (2013). Modul PLPG Teknik Pendingin. Jakarta: Carrier Air Conditioning Company. (1965). Hand Book of Air Conditioning System Design. New york: Mcgraw-Hill Book Company.
- Direktorat Pembinaan SMK. (2013). Sistem dan Instalasi Refrigerasi 2. Jakarta: Kemdikbud.
- Dossat, R.J. (1961). Principles of Refrigeration, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Gravatar. 2012, 29 Desember. Simbol Bahan Kimia. Diperoleh 1 Maret 2017 dari <https://wytr33.wordpress.com/2012/12/29/simbol-bahan-kimia/>.
- Handoko. (1993). Teknik Lemari Es. Jakarta: PT. Ichtar Baru
- Lang, V. Paul. (1971). Principles of Air Conditioning. Bombay: D. B. Tarapovrevala Sons & Co. Private Ltd.
- Okezone. 2007. Gas Yang Menyebabkan Penipisan Lapisan Ozon. Diperoleh 1 Maret 2017 dari warungkopi.okezone.com/thread/615156/gas-yang-menyebabkan-penipisan-lapisan-ozon.