

PEMBUATAN KONDESOR TUBE IN TUBE DENGAN METODE PENGELASAN TIG PADA KAPAL SELAM WISATA GOLDEN MANTA

Bima Nouval Firdiansyah¹⁾, Fahmy Riyadin,ST,MT²⁾

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SUNAN GIRI SURABAYA

bimanouval23@gmail.com

Abstract (English)

The thesis entitled "*Fabrication of Tube In Tube Condenser Using Tig Welding Method on Golden Manta Tour Submarine*" aims to address the implementation of concepts and working principles of the condenser on the Golden Manta Tour Submarine in North Sulawesi Province. The research data can be applied in manufacturing condensers for ship types that lack sufficient space for room cooling, such as the Golden Manta Tour Submarine in North Sulawesi Province. The author suggests that the Tube In Tube condenser type is highly suitable for both tourist and military ships, offering minimal capacity for maximum results. Supported by easy maintenance, its application in the field requires minimal consideration.

Article History

Submitted: 22 Januari 2024

Accepted: 2 Februari 2024

Published: 3 Februari 2024

Key Words

Tube In Tube Condenser, Tig Welding Method, Golden Manta Tour Submarine

Abstrak (Indonesia)

Skripsi berjudul "*Pembuatan Kondensor Tube In Tube Dengan Metode Pengelasan Tig Pada Kapal Selam Wisata Golden Manta*". merupakan hasil penelitian yang bertujuan untuk menjawab bagaimana Implementasi konsep dan prinsip kerja dari kondensor pada kapal selam wisata golden manta di Propinsi Sulawesi Utara. Selanjutnya hasil data yang diperoleh peneliti dapat di implementasi dalam pembuatan kondensor untuk jenis kapal yang tidak cukup memiliki ruangan yang luas untuk pendinginan ruangan kapal seperti pada kapal selam wisata Golden Manta di Propinsi Sulawesi Utara. Penulis menyarankan Kondensor type tube in tube sangat sesuai dengan kebutuhan kapal, baik kapal wisata maupun kapal untuk keperluan militer. Dengan Kapasitas kondensor minimal bisa mendapatkan hasil maksimal. Didukung dengan perawatan yang mudah, sehingga tidak banyak yang akan dipertimbangkan dalam pelaksanaan aplikasinya dilapangan.

Sejarah Artikel

Submitted: 22 Januari 2024

Accepted: 2 Februari 2024

Published: 3 Februari 2024

Kata Kunci

Kondensor Tube In Tube, Metode Pengelasan Tig, Kapal Selam Wisata Golden Manta

PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Utara terletak di ujung Pulau Sulawesi, dan berbatasan dengan negara Filipina di sebelah Utara. Ibu kota Sulawesi Utara adalah Manado. Provinsi Sulawesi Utara mempunyai motto: "*Si Tou Timou Tumou Tou*" (Bahasa Minahasa: Manusia hidup untuk menghidupi/mendidik/menjadi berkat orang lain"). hari jadi Provinsi Sulawesi Utara yaitu pada tanggal 14 Agustus 1959.

Jumlah penduduk provinsi sulawesi utara sebesar 2.575.933 jiwa, dengan total luas area 15069,00 km. Adapun suku- suku yang terdapat di provinsi ini antara lain adalah : suku bangsa Minahasa (30 %), Sangir (19,8 %), Mongondow (11,3%), Gorontalo (7,4%) Tinghoa (3%). Sedangkan kehidupan beragama di provinsi sulawesi utara terdiri dari Protestan (63,60 %), Islam (30,90%) Katolik (4,40%), Kong Hu cu (0,02%) Budha (0,14%) dan Hindu (0,58 %)

A. Pemerintah Sulawesi Utara :

Gubernur Sulawesi Utara

: Olly Dondokambey, S.E.

Wakil Gubernur Sulawesi utara

: Steven O.E. Kandouw

B. Provinsi Sulawesi Utara terdiri dari

1. Kabupaten : 11
2. Kota : 4
3. Kecamatan : 159
4. Kelurahan : 1.691

C. Luas Wilayah

Luas wilayah Provinsi Sulawesi Utara adalah 15.069 km² dengan persentase 0,72% terhadap luas Indonesia yang terdiri dari sebelas Kabupaten dan empat Kota, dengan batas-batas sebagai berikut :

1. Batas utara berbatasan dengan Laut Sulawesi
2. Batas timur berbatasan dengan Laut Maluku
3. Batas selatan berbatasan dengan Laut Maluku
4. Batas barat berbatasan dengan Provinsi Gorontalo

D. Geografi

Provinsi Sulawesi Utara terletak di bagian utara pulau Sulawesi atau tepatnya 0°LU – 3°LU dan 123°BT – 126°BT serta merupakan salah satu daerah yang terletak di sebelah utara garis khatulistiwa.

Adapun Potensi Pariwisata Provinsi Sulawesi Utara (Sulut) benar – benar memikat hati para Investor di sektor Perhotelan dengan membangun Hotel Marriot di Paputungan, Likupang Barat, Perusahaan ini merambah Bisnis Kapal Selam Wisata bernama “**GOLDEN MANTA**”.

Potensi Wisata bumi nyiur melambai ini begitu besar, terlebih setelah ditetapkannya Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Likupang, menjadi satu dari lima Destinasi Super Prioritas (DSP) di Indonesia. Golden Manta sebagai kapal selam wisata pertama di Sulawesi Utara (Sulut) dan juga di Indonesia untuk memanjakan para wisatawan yang ingin melihat keindahan alam bawah laut Likupang,” Sulawesi Utara (Sulut) tak hanya dianugerahi pegunungan yang indah, namun juga sampai ke bagian bawah laut. Itulah kenapa wisata bahari Likupang harus diketahui dunia. “Ini yang menjadi tujuan kami.

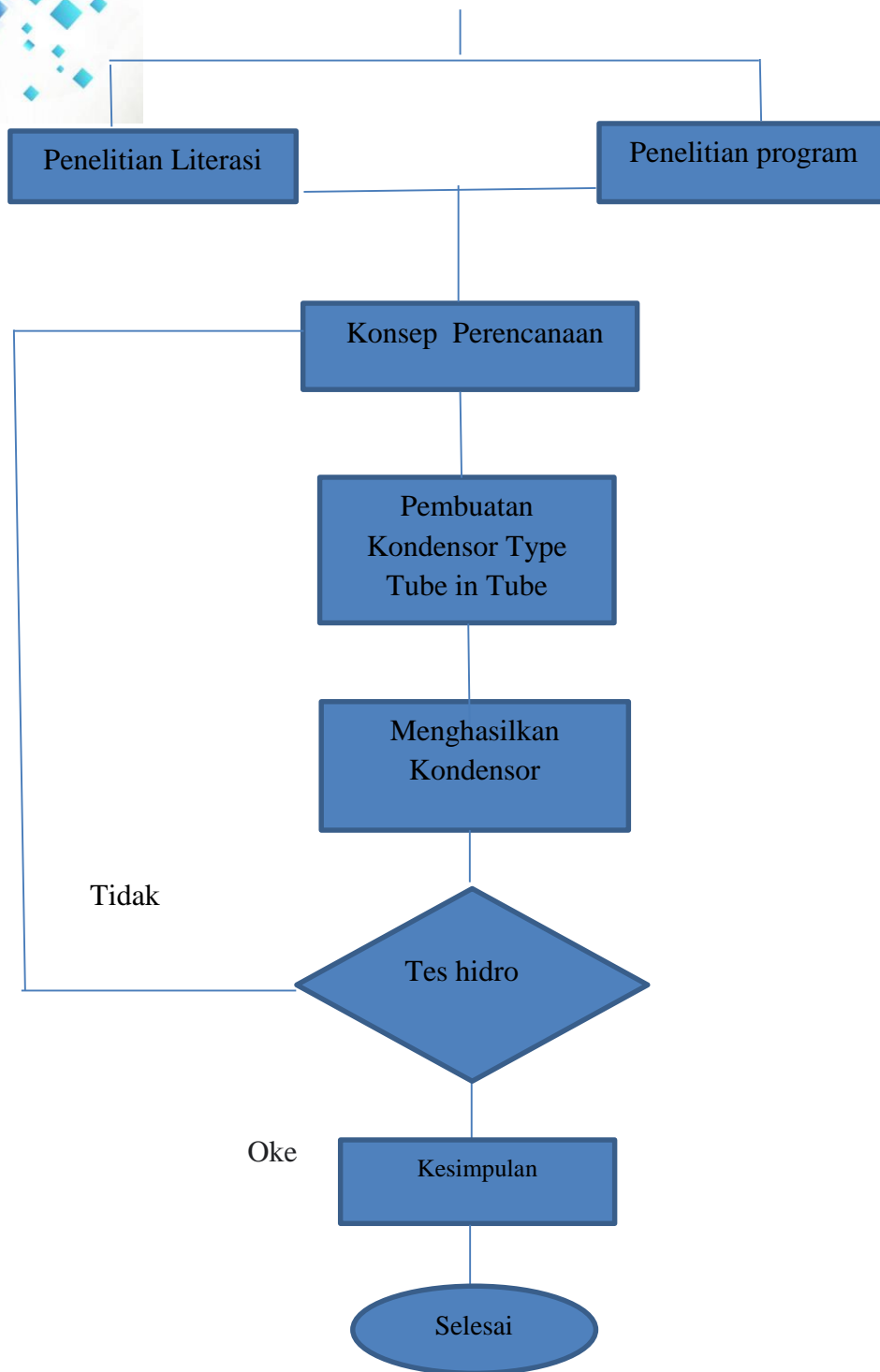
Dengan adanya Golden Manta, para wisatawan baik itu lokal maupun mancanegara yang datang di KEK (Kawasan Ekonomi Khusus) Likupang tidak hanya disuguhkan keindahan daratan namun juga pemandangan biota laut. Apalagi, bagi wisatawan yang tidak bisa diving. Kapal selam bisa menjadi salah satu Alternatif, yang tidak bisa dipungkiri, proses pengurusan izin pengoperasian kapal selam tersebut butuh waktu lama. Karena saat itu, Dinas Perhubungan belum mengeluarkan regulasi soal kapal penumpang bawah air. Namun berkat bantuan semua pihak, semua proses perizinan bisa dilakukan melalui tahapan-tahapan yang sudah ditentukan.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ialah menjadi tahap peneliti dengan mempertanggung jawabkan suatu penelitian ilmiah. Berisi tentang procedure beserta alir yang akan dipakai peneliti untuk meneliti menjadi experiment.

Terdapat diagram yang disebut diagram alir pada metode penelitian, diagram alir ialah suatu diagram yang dibuat oleh peneliti untuk menyatakan arah atau alur pada suatu penelitian. Berikut ini adalah tahapan yang dijelaskan peneliti pada diagram alir.

3.1. Gambar Diagram Alir



3.1 Studi Literatur

Condensator adalah suatu alat yang terdiri dari jaringan pipa atau menggunakan untuk mengubah uap menjadi cair (air) . Dapat juga artikan sebagai alat penukar kalor (panas) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Dalam penggunaannya kondensator meletakkan diluar ruangan yang sedang dinginkan supaya panas yang keluar terjadinya saat pengoperasiannya dapat dibuang keluar sehingga tidak terjadinya mengganggu proses pendingin.

3.2 Tipe Jenis Kondensor

Penggunaan jenis dan ukuran kondensor untuk system, utama berdasarkan utama pada yang paling ekonomis , seperti : harga dari kondensor jumlah energi yang diperlukan, jumlah atau keadaan zat yang akan dipakai untuk mendinginkan kondensor. Selain itu terjadi tempat dan ruangan yang akan memerlukan oleh kondensor juga harus diperhitungkan. Dibawah ini macam – macam kondensor.

3.2.1. Kondesor dengan pendingin udara (air cooled condenser)

Udara yang mendinginkan kondensor dapat mengalir karena : aliran udara secara alamiah atau aliran udara yang ditiupkan oleh fan motor. Lemari es yang kecil memakai kondensor dengan pendingin udara secara alamiah (konveksi) atau kondensor statis. Sedangkan lemari es yang lebih besar memakai kondensor dengan fan motor. Fan motor dapat meniupkan udara ke arah kondensor dalam jumlah yang lebih besar, sehingga kapasitas kondensor bertambah.

3.2.2. Kondesor dengan pendingin air (water cooled condenser)

Water cooled condenser akan menggunakan pada system yang berskala besar untuk keperluan komersial seperti pada operasi pabrik es di lokasi yang mudah memperoleh air bersih. Faktor lain yang perlu mendapat pertimbangan adalah adanya tumpukan kotoran ada kerak air di dalam pipa-pipa air pendingin bila kualitas airnya tidak bagus.

3.2.3. Kondesor dengan pendingin aliran udara dan air (evaporative condenser)

Evaporative condenser pada hakekatnya merupakan kombinasi dari water tower dan water –cooled condenser, pada condenser jenis ini, panas yang dikandung gas refrigerant dibuang ke udara dan air yang berperan sebagai media pendingnya.

1.3 Prinsip kerja Kondesor

Prinsip kerja kondesor tergantung dari macam kondesor tersebut. Untuk kebutuhan kapal selam ini kami membutuhkan kondesor jenis tipe kondesor tube in tube. Freon di kompresi oleh kompresor. Hasil kompresi 12 Bar berupa gas panas ini dialirkan menuju Kondensor, dikondensasikan di dalam kondensor gas panas dikondensasikan yaitu gas panas ini didinginkan dimana gas panas yang ada dipipa dalam dialiri air diluar dengan jalan air mengalir, selanjutnya masuk ke Evaporator di (Expan/dilembutkan) Freon Cair tadi berubah menjadi tekanan 2 Bar. Hasil Evaporasi ini di gunakan untuk pertukaran kalor di dalam Ruang Penumpang Kapal. Secara umumnya terdapat dua macam kondesor yaitu **surface condenser** dan **direct contact condenser**. Berikut klasifikasi kedua jenis kondesor tersebut:

3.3.1. Surface kondenser

Cara kerja dari jenis alat ini ialah proses perubahan dilakukan dengan cara mengalirkan uap kedalam ruangan yang berisi susunan pipa dan uap tersebut akan memenuhi permukaan luar pipa sedangkan air yang berfungsi sebagai pendingin akan mengalir di dalam pipa (tube side), maka akan terjadi kontak antara keduanya dimana uap yang memiliki temperatur panas akan

bersinggungan dengan air pendingin yang berfungsi untuk menyerap kalor dari uap tersebut, sehingga temperatur steam (uap) akan turun dan terkondensasi.

Surface condenser terdiri dari dua jenis yang dibedakan oleh cara masuknya uap dan air pendingin, berikut jenis-jenisnya;

a. Horizontal kondensor

Pada type kondensor ini, air pendinginan masuk melalui bagian bawah, kemudian masuk ke dalam pipa (tube) dan akan keluar pada bagian atas, sedangkan uap akan masuk pada bagian tengah kondensor dan akan keluar sebagai kondensat pada bagian bawah.

b. Vertical condenser

Pada jenis kondensor ini, tempat terjadi masuknya air pendinginan melalui bagian bawah dan akan mengalir di dalam pipa selanjutnya akan keluar pada bagian atas kondensor, sedangkan steam akan masuk pada bagian atas air kondensat akan keluar pada bagian bawah.

3.3.2. Direct contact condenser

Berbeda dengan surface condenser, direct contact condenser bekerja dengan cara mencampurkan uap dan air pendingin secara langsung. Itulah kenapa kondensor yang satu ini disebut dengan istilah direct contact atau kontak langsung.

Air pendingin akan disemprotkan ke arah uap sehingga uap/steam tersebut menempel di setiap butir air pendingin. Karena air pendingin langsung disemprotkan ke arah uap, kondensor yang satu ini juga disebut sebagai spray condenser.

Uap akan menempel ke butir-butir air pendingin begitu disemprotkan. Hal ini mengakibatkan terjadinya kontak temperatur sehingga uap terkondensasi dan bercampur dengan air pendinginan yang sudah dekat ke fase saturated atau basah.

Meski memiliki cara atau prinsip kerja yang berbeda, kondensor sebenarnya bekerja dalam 3 fase yang akan dijelaskan di bawah ini :

- a. Desuperheating merupakan fase dimana uap dimasukkan ke dalam kondensor dan mengalami superheated. Desuperheating sendiri berate proses mengeluarkan energi panas dari uap sehingga wujudnya dapat berubah menjadi cair.
- b. Kondensasi terjadi ketika seluruh superheat refrigerant sudah mengalami penolakan. Pada proses ini, refrigerant gas akan bertransformasi sehingga wujudnya berubah menjadi cair.
- c. Terakhir merupakan fase sub pendinginan yang dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh cairan berada pada temperature rendah. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi kenaikan suhu sehingga cairan tidak kembali menjadi uap.

3.3.3. Air pendingin Kondensor

Air pendingin dalam kondesor sangat memiliki peran penting dalam proses kondensasi uap menjadi condensat water. Bahan baku air laut (sea water, dalam proses pengambilannya biasanya digunakan alat sejenis jaring yang berfungsi untuk menjaring kotoran serta benda-benda padat lainnya agar tidak terikut kedalam hisapan pompa yang tentunya dapat mengganggu kinerja kondesor bahkan kerusakan pada peralatan.

3.4. Masalah Yang Sering terjadi Pada Kondesor

3.4.1. Kondesor Bocor

Kondesor memang memiliki fungsi yang penting dalam Dimana , komponen ini bisa dibilang cukup rentan terhadap bocoran. Kebocoran akan terjadi pada bagian kondesor ini biasanya terjadi pada bagian pipa sambungannya. Dimana pipa sambungan ini adalah bagian yang menghubungkan kondesor dengan ac itu sendiri.

Karena hal ini, akibatnya adalah proses dari penyaluran udara didalam pendingin tidak akan bisa maksimal. Sehingga suhu udara yang berhembus ini terasa panas. Walaupun ini diputar pada suhu yang tertinggi sekalipun, biasanya bocornya kondesor ini sebabkan oleh kebiasaan yang buruk.

3.4.2. Kondesor Tersumbat

Selain dengan kebocoran yang terjadi, tersumbat kondesor ini bisa juga disebabkan oleh debu dan kotoran yang menumpuk dalam. Sama seperti penyebab kebocoran kondesor yang diakibatkan oleh kotoran dan debu. Ternyata , kotoran ini juga bisa membuat kondesor menjadi tersumbat. Dimana banyak orang yang sering sekali menganggap bahwa debu bukan masalah bagi kondesor.

Nyatanya meskipun terlihat sangat kecil, debu adalah partikel yang sering kali masuk dan menempel pada kondesor. Dimana jika dibiarkan terlalu lama, justru akan membuat kondesor menjadi tersumbat

3.4.3. Kondesor kotor, berdebu

Ini merupakan yang paling umum terjadi karena kurangnya perawatan, kondesor akan semakin baik apabila rutin dilakukan perawatan. Perawatan yang paling mudah adalah dengan selalu membersihkannya. Membersihkan kondesor dapat dilakukan dengan menyiram/ menyemprot dengan air .

3.4.4. Kondesor Panas

Kondesor berfungsi untuk menyerap panas dan mendinginkan refrigerant, karena menyerap panas maka kondesor bila tidak didinginkan juga akan panas, maka dari itu kondesor biasanya dilengkapi dengan kipas ac yang berfungsi untuk membantu mendinginkan kondesor.

3.5. Komponen – komponen kondesor

3.5.1. Freon/Refrigerant

Refrigerant pada komponen ini kerap di sebut Freon. Refrigerant merupakan komponen yang berfungsi sebagai zat pendingin berbentuk gas cair khusus yang disirkulasikan di dalam saluran sistem refrigerant.

Refrigerant/ Freon inilah yang akan menciptakan suhu dingin untuk kemudian suhu yang dingin ini hembuskan ke seluruh bagian dalam sehingga suhu ruangan menjadi dingin.

Refrigerant akan menyerap panas pada suhu rendah dan menolak panas pada suhu yang lebih tinggi. Saat ini, terdapat beberapa tipe refrigerant yang digunakan dalam sistem AC seperti R 12, R 22, dan R 134a yang kini semakin banyak digunakan pada kendaraan terbaru karena dianggap lebih ramah lingkungan.

3.5.2. High pressure hose / selang tekanan tinggi

High pressure hose pada komponen ac ini berfungsi sebagai saluran yang akan mengalirkan Freon cair bertekanan tinggi dari komponen kompresor ac menuju ke kondensor ac, receiver / dryer hingga ke expansion valve.

Umumnya high pressure hose/ selang tekanan tinggi ini memiliki diameter yang lebih kecil di banding selang low pressure. Hal tersebut bertujuan agar Freon bertekanan bisa sampai ke bagian expansion valve yang akan berfungsi untuk mengubah Freon cair menjadi kabut.

3.5.3. Kondensor

Kondensor merupakan komponen ac yang berfungsi untuk memindahkan panas dari dalam Freon menuju ke udara bebas. Prinsip kerja yang digunakan oleh kondensor ini mirip dengan cara kerja radiator, yaitu panas yang ada pada Freon alirkan melalui sirip – sirip pendingin (fins)

Didalam kondensor inilah terjadi perubahan pada zat pendingin / Freon, yang awalnya berupa gas bertekanan tinggi, maka setelah melewati kondensor ac ini, Freon akan berubah menjadi zat cair. Peristiwa ini dikenal dengan sebutan kondensasi.

Supaya peristiwa kondensasi dari Freon ini bisa terjadi dengan sempurna, maka kondensor kerap dipasang pada bagian depan kendaraan agar aliran udara saat mobil berjalan bisa membantu lebih banyak proses pendinginan kondensor.

3.5.4. Kipas kondensor / Kipas

Kipas kondensor adalah kipas yang digunakan menghembuskan angin pada kisi – kisi kondensor untuk mempercepat proses kondensasi Freon di dalam kondensor untuk mempercepat proses kondensasi Freon di dalam kondensor. Kipas kondensor ini diletakkan dekat kondensor dan menghembuskan

anginya menuju kisi – kisi kondensor. Umumnya, kipas kondensor ini menggunakan motor listrik yang di kontrol secara elektronik.

3.5.5. Receiver/Dryer

Dryer merupakan komponen yang di letakkan setelah kondensor. Dryer umumnya berbentuk tabung yang pada bagian atasnya terdapat lubang kaca untuk memantau kondisi Freon dalam saluran.

Selain itu, di dalam dryer terdapat komponen – komponen penyaring berupa filter kasa dan silika gel yang masing – masing berperan untuk

menyaring kotoran dan uap air. Jadi secara garis besar, dryer memiliki beberapa fungsi utama yaitu :

- Tempat untuk menampung Freon cair sebelum disalurkan ke evaporator.
- Menyaring kotoran dan partikel halus yang terbawa bersama Freon cair.
- Menyerap kandungan uap air yang ada di dalam Freon.

3.5.6. Expansion valve

Expansion valve pada komponen berfungsi untuk mengubah Freon cair yang datang dari dryer untuk di ubah menjadi bentuk kabut melalui proses spraying menuju ke evaporator.

Proses pengabutan ini akan terjadi akibat aliran Freon yang terhambat akibat mengecilnya saluran pada expansion valve sehingga akan meningkatkan tekanan Freon. Ketika Freon cair keluar dari saluran kecil menuju ke ruang dengan volume lebih besar, maka molekul Freon akan merenggang. Akibatnya tekanan menjadi lebih rendah dan Freon berubah wujud menyerupai seperti kabut gas.

Selain itu, expansion valve juga berfungsi untuk mengatur banyaknya jumlah Freon yang di alirkan ke dalam evaporator sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan oleh sistem .

3.5.7. Evaporator

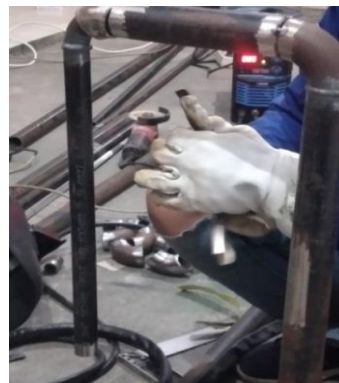
Evaporator pada komponen berfungsi untuk melepaskan suhu dingin ke udara bebas yang terkandung di dalam Freon, dimana Freon yang mengalir ini berasal dari expansion valve dan sudah berwujud gas. Cara kerja evaporator berbanding terbaik dengan cara kerja kondensor yaitu, jika kondensor melepas panas dari Freon ke udara, maka cara kerja evaporator melepas udara dingin ke udara bebas.

Evaporator memiliki bentuk seperti kondensor namun lebih kecil dan disesuaikan dengan desain sistem pendingin pada kapal selam, karena mengingat kapasitas ruang yang terbatas, sehingga didesain sedemikian rupa walaupun kecil bisa berfungsi optimal dalam prinsip kerjanya.

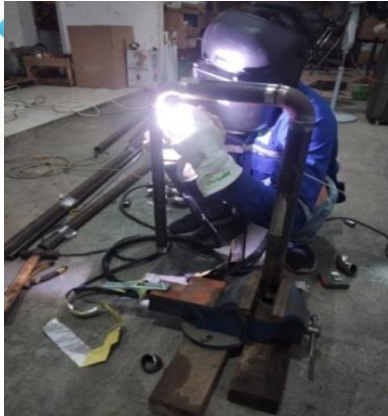
Evaporator juga memiliki core dan fin yang berfungsi untuk mengalirkan Freon sekaligus membantu Freon untuk melepaskan suhu dingin ke udara melalui fins 9 (kisi – kisi) evaporator.



Gambar 3.3 Pematangan Pipa



Gambar 3.4.
Pembentukan Sambungan



Gambar 3.5 Pengelasan

3.6 Penetrant (Kualitas Las)

Uji liquid penetrant ini dapat digunakan untuk mengetahui diskontinuitas halus pada permukaan seperti retak, terhubung atau kebocoran. Pada prinsipnya metode pengujian dengan liquid penetrant memanfaatkan daya kapilaritas.

Liquid penetrant dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam diskontinuitas, kemudian liquid penetrant di keluarkan dari dalam diskontinuitas dengan menggunakan cairan pengembang (developer) yang warnanya kontras dengan liquid penetrant (putih). Terdeteksinya diskontinuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (liquid penetrant) yang keluar dari dalam diskontinuitas.

Diskontinuitas yang mampu dideteksi dengan pengujian ini adalah dikontinuitas yang bersifat terbuka dengan prinsip kapilaritas. Deteksi ukuran, bentuk arah diskontinuitas, struktur bahan maupun komposisinya. Liquid penetrant dapat meresap kedalam celah diskontinuitas yang sangat kedalam dari diskontinuitas. Proses ini banyak digunakan untuk menyelidiki keretakan permukaan (Surface cracks) kekeroposan (porosity).

Lapisan – lapisan bahan Penetrant tidak terbatas pada logam ferrous dan nonferrous saja tetapi juga pada ceramics, plastic, gelas, dan benda-benda hasil powder metalurgi.

Penggunaan uji liquid penetrant ini sangat terbatas, misalnya: Keretakan atau kekeroposan yang ada dapat dideteksi jika keretakan tersebut merambat hingga ke permukaan benda, tidak akan terdeteksi dengan menggunakan metoda pengujian ini

3.7 Cek hydro / lainnya (hasil las)

Suatu metode NDT yang cepat dan handal untuk mendeteksi cacat pada permukaan yang terbuka dari suatu hasil pengelasan yang terbuat dari material yang nonporous dan yang mempunyai cacat yang terlalu kecil untuk dapat di deteksi dengan pemeriksaan visual dan biasa.

Langkah – langkah melakukan uji penetrasi yaitu :

1. Daerah yang di las hingga Heat Effectif Zone dibersihkan terlebih dahulu menggunakan sikat kawat.
2. Setelah dibersihkan menggunakan cairan cleaner.

3. Cairan penetran dilapiskan di daerah tersebut dan di diamkan selama 10-15 menit. Hal ini bertujuan agar cairan penetran menempel di tempat-tempat terjadinya cacat las.
4. Cairan penetran dihilangkan dari daerah tersebut.
5. Kemudian absorber disemprotkan ke daerah yang telah di bersihkan tadi. Apabila terlihat cairan merah artinya ada cacat las seperti porositas dan undercutting di daerah tersebut.
6. Untuk menghilangkan hal ini dilakukan penggerindaan jika porositasnya tipis. Namun apabila porositas yang terjadi di dalam, harus dilakukan pengelasan ulang.

Dalam pengaplikasi NDT jenis ini, yang paling penting bagi seorang inspector adalah kejelian dalam membedakan indikasi antara murni cacat las dan indikasi palsu. Hal ini karena proses pembersihan pra pelaksanaan test sangat vital bagi test penetran, apabila pembersihan tidak sempurna akan muncul indikasi palsu.

PEMBAHASAN

4.1. Analisis Proses Pembuatan Kondensor

Kondensor Tube in Tube terdiri dari tabung kondensor, tabung kondensat, tutup kondensor, pipa kondensor dan dudukan kondensor. Pada identifikasi gambar kerja nantinya akan diperoleh data bagian – bagian kondensor yang akan dibuat. Dari identifikasi gambar kerja diperoleh data ukuran dan bahan yang dibutuhkan sebagai berikut :



4.1. Gambar Kondensor



4.2. Gambar Perakitan Kondensor & Kompresor



Gambar. 4.3 Pengelasan Pipa Flexibel pada Kapal Selam



Gambar 4.4 Pemasangan Kondensor



Gambar NDT Test

Tabel 4.1. Bahan Yang Dibutuhkan

Bahan	Pipa baja Ø87		Plat baja T 1,5		Pipa baja Ø19	Pipa baja Ø21	Pipa Kondensor 5/16"	Besi Siku 40x 40x2
	185	80	Ø116	Ø88	20 0	50	700	180
Tabung Kondensor	2							
Kondensat		2						
Tutup kondensor			2					
Pipa salurankondensor							2	
Dudukan kondensor					1	1		1

4.2. Persiapan Bahan

Setelah identifikasi gambar kerja dan bahan yang akan digunakan proses selanjutnya yaitu mempersiapkan bahan dengan melakukan perencanaan pemotongan atau *cutting plane*. *Cutting plane* bertujuan untuk mendapatkan ukuran bahan yang efektif dan efisien untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Pembuatan rencana pemotongan bahan untuk pembuatan kondensor, didasarkan pada identifikasi persiapan bahan. Adapun persiapan bahan yang digunakan dalam pembuatan kondensor adalah:

- Pipa baja St. 37 OD 87 dan ID 83 mm dengan panjang 190 mm dengan jumlah 2 buah digunakan untuk pembuatan tabung kondensor
- Pipa baja OD 87 dan ID 83 mm dengan panjang 80 mm dengan jumlah 2 buah digunakan untuk pembuatan tabung kondensat.
- Plat baja Ø88 x 1,5 mm dengan jumlah 2 buah digunakan untuk pembuatan tutup kondensor.
- Pipa tembaga dengan ukuran Ø5/16 in panjang 700 mm dengan jumlah 2 buah digunakan untuk pipa saluran kondensor.
- Pipa baja Ø19 mm panjang 185 mm dengan jumlah 1 buah digunakan untuk lengan dudukan.
- Pipa baja Ø21 mm panjang 50 mm dengan jumlah 1 buah digunakan untuk ring pengunci dudukan.
- Besi Siku 40 x 40 x 2 panjang 180 mm dengan jumlah 1 buah digunakan untuk tumpuan tabung kondensor.

4.3. Pemotongan Bahan

Pemotongan bahan dilakukan setelah *cutting plane* ditentukan dengan hasil dari mengidentifikasi gambar kerja. Sebelum proses pemotongan bahan terlebih dahulu diukur sesuai ukuran pada gambar kerja kemudian dilakukan pemotongan dengan gerinda potong untuk pemotongan pipa baja.

Untuk pembuatan tutup kondensor digunakan alat potong mesin guletin untuk memotong plat menjadi bagian bagian untuk proses pekerjaan berikutnya.

4.4. Proses Pembubutan dan Pengeboran

Pada pembuatan kondensor bagian yang dibubut yaitu pipa baja Ø87 dan plat baja untuk pembuatan flange. Untuk membubut tabung kondensor dan kondensat di lakukan pembubutan muka untuk meratakan permukaan dari pipa.. Kecepatan putar sumbu utama pembubutan yaitu:

Diketahui :

a. Kecepatan potong (V) = 30 meter/menit

b. Diameter akhir (D) = 87 mm Ditanya :

Kecepatan putaran (n)

$$1000 \times V$$

$$n = \frac{\quad}{\pi \times}$$

$$n = \frac{D}{1000} \times 30$$
$$3,14 \times 87$$
$$30000$$

$$n = \frac{273,18}{n = 109,81 \text{ rpm}}$$

Bagian yang akan di bor sebelumnya terlebih dahulu di tandai dengan penitik. Pengeboran dilakukan dengan menggunakan mata bor $\varnothing 5$ lalu diperbesar dengan mata bor $\varnothing 8$.

4.5. Penggabungan Bagian (Setting)

Penggabungan bagian kondensor meliputi pemasangan *flange* untuk pembuatan tabung kondensor dan kondensat, penggabungan bagian dudukan kondensor, dan menggabungkan tabung kondensor pada dudukan kondensor.

Pertama yaitu pemasangan *flange* pada tabung kondensor dan kondensat. *flange* dipasang pada tabung kondensor dan kondensat dengan dilas menggunakan las MIG. Pengelasan dilakukan secara interval atau dengan memberi jeda pada setiap nyala busur las yang bertujuan agar benda tidak terlalu panas.

Selanjutnya yaitu menggabungkan bagian-bagian untuk dudukan kondensor. Setiap bagian digabungkan dengan di las MIG. Proses penggabungan selanjutnya yaitu menggabungkan antara dua tabung kondensor dengan dudukan kondensor.

4.6. Cek Dimensi dan Pengelasan

Setelah setiap bagian digabungkan selanjutnya dilakukan pengecekan dimensi yang bertujuan untuk mengetahui setiap bagian apakah sudah sesuai gambar kerja setelah digabungkan. Jika ada bagian yang tidak sesuai dengan ukuran pada gambar kerja maka bagian tersebut harus diperbaiki sebelum dilakukan pengelasan penuh. Jika setiap bagian sudah sesuai dengan ukuran yang ada pada gambar kerja maka dilakukan pengelasan yang bertujuan untuk menguatkan setiap sambungan bagian.

Tabel 4. 2 Welding Parameter

Welding Parameter		
1	Wire Size	0,8 – 0,9 mm
2	Shielding Gas	CO ₂
3	Voltage	19 – 20 Volts
4	Ampere Range	90 – 110

4.7. Finishing

Proses finishing merupakan tahap akhir dari proses pembuatan kondensor dimana setiap bagian kondensor dibersihkan setelah proses pengerjaan. Proses finishing meliputi:

4.7.1. Finishing permukaan

Proses finishing permukaan yaitu dengan membersihkan dan merapikan permukaan dari karat dan sisa-sisa pengelasan dengan menggunakan gerinda tangan dan amplas.

4.7.2. Pengecatan dasar

Pengecatan dasar bertujuan untuk menutupi lubang kecil atau pori-pori dan goresan pada permukaan benda sehingga akan diperoleh permukaan yang halus dan rata, pengecatan dasar ini juga berfungsi sebagai perekat cat sebelum proses pengecatan. Pengecatan dasar ini menggunakan *epoxy* sebagai cat dasarnya. Alat yang digunakan yaitu *spray gun* dan kompresor sebagai penyuplai tekanan udara.

4.7.3. Pendempulan dan pengamplasan

Pendempulan dilakukan pada bagian - bagian yang masih terdapat celah dan permukaan yang dirasa belum rata. Setelah dempul kering dilakukan pengamplasan untuk merapikan dempul. Pada proses pengamplasan ini bisa ditambahkan air untuk membantu mempermudah proses pengamplasan.

4.7.4. Pengecatan warna

Pengecatan warna ini bertujuan untuk memberi warna ,melindungi dan mencegah benda dari karat atau korosi. Pengecatan dilakukan dengan menggunakan *spray gun* dan kompresor untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

4.8. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan setelah mesin terbentuk. Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui fungsi dari masing masing bagian apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Pada uji fungsional ini kondensor akan digabungkan dengan bagian mesin yang lain dan apakah kondensor dapat terpasang dan bekerja saat di gabungkan dengan bagian yang lain. Kondensor yang di buat sesuai disain dan berfungsi dengan baik, kondensor ini dapat mengubah uap menjadi cair yang berarti kondensor yang dibuat memenuhi kriteria uji fungsional.

a. Uji Dimensi

Perhitungan selisih ukuran dilakukan untuk mengetahui prosentase kesalahan ketika proses pengerjaan, metode yang digunakan adalah pengukuran menggunakan roll meter, mistar dan jangka sorong untuk mengukur panjang, lebar, tinggi dan diameter bagian dari kondensor.

Pengujian diameter pipa dan *flange* diukur menggunakan jangka sorong. Pengujian panjang lebar dan tinggi dapat diukur dengan menggunakan roll meter dan mistar. Prosentase akan mengetahui seberapa besar jika terjadi kesalahan.

Tabel 4.3 Selisih Ukuran Pada Kondensor

Nama Bagian	Keterangan	Gambar kerja (mm)	Benda kerja (mm)	Selisih (mm)	Toleransi (mm)	Keterangan
Tabung Kondensor	Panjang	185	1 8 5	+ 0	± 3	Baik karena Memenuhi toleransi
Tabung Kondensat	Panjang	80	8 0	+ 0	± 3	Baik karena Memenuhi toleransi
Dudukan kondensor	Panjang besi siku	83	8 2	+ 1	± 3	Baik karena Memenuhi toleransi
	Panjang lengan dudukan	185	1 8 5	+0	± 3	
	Panjang ring pengunci	50	5 0	+0	± 3	

4.9. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal penting dalam sebuah pekerjaan manufaktur, dalam proses pembuatan kondensor instrumen K3 yang dibagi sebagai berikut:

A. K3 Untuk Ruang Kerja

1. Ruang yang memadai
2. Pencahayaan yang cukup
3. Ventilasi Udara yang cukup

B. Alat kerja

1. Mesin las memadai dan sesuai kebutuhan
2. Pastikan Aliran Listrik Aman
3. Alat- Alat Penunjang kerja sesuai standar SNI.

C. Alat Pelindung Diri

1. Wearpack
2. Sepatu safety
3. Kacamata Las
4. Sarung tangan Las
5. Air plug

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan Analisa dapat disimpulkan bahwa kebutuhan kondensor yang sesuai adalah Kondensor Type Tube in Tube (pipa dalam pipa) yang digunakan oleh kapal selam wisata Golden Manta karna :

1. Tidak membutuhkan ruangan yang luas.
2. Efisien dan kondensasinya sudah mencukupi (sempurna) dari Gas Ke Cair.
3. Cara Perawatan sangat mudah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Soetyono Ch. Iskandar, Muhsin Z, 202 Halaman, Terbit tanggal 24 Januari 2023.
2. Drs. Daryanto, Buku Teknik Pendingin, Penerbit Yrama Widya, 226 Halaman
3. Drs. Daryanto, Buku Teknik Las, Penerbit Alfabeta 308 Halaman, Cetakan ke tiga tahun 2019.
4. Buku Pompa & Kompresor, Penulis Adhan Efendi Isbn Tahun 2022, 270 Halaman.
5. Sularso, Buku Pompa Dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Peliharaan, Penerbit, Pradya.
6. Ratna Sri Harjanti, ST, M.Eng, Buku Perpindahan Panas pada evaporator, 55 Halaman, Terbitan Tahun 2022.