

B. POKOK BAHASAN I SISTEM PERPIPAAN DAN SAMBUNGAN PIPA

SUB POKOK BAHASAN SISTEM PERPIPAAN DAN SAMBUNGAN PIPA

1.1. PENDAHULUAN

1.1.1. DESKRIPSI SINGKAT

Sistem perpipaan berfungsi untuk mengantarkan atau mengalirkan suatu fluida dari tempat yang lebih rendah ke tujuan yang diinginkan dengan bantuan mesin atau pompa. Persyaratan instalasi, jenis perpipaan, bahan pipa, ukuran pipa dan jenis sambungan pipa merupakan bagian sistem perpipaan yang harus mendapat perhatian dengan tepat.

1.1.2. RELEVANSI

Materi dalam bab ini memberikan keahlian bagi seorang ahli perkapalan dalam memilih ukuran dan bahan pipa, menggambar sambungan pipa di kapal. Disamping itu dapat memberikan ketrampilan bagi ahli perkapalan pemilihan sistem instalasi pipa.

1.1.3.1. STANDAR KOMPETENSI

Pokok bahasan ini memberikan kontribusi kompetensi kepada mahasiswa lulusan program studi teknik perkapalan mampu memahami, sistem perpipaan dan sambungan pipa. Oleh karena itu diharapkan dapat meningkatkan tingkat kualitas lulusan teknik perkapalan

1.1.3.2. KOMPETENSI DASAR

Setelah mengikuti materi sistem perpipaan dan sambungan:

- a. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan pengelompokan sistem instalasi pelayanan di atas kapal.
- b. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan persyaratan umum instalasi kapal.
- c. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan jenis pipa, ukuran pipa dan sambungan pipa.

1.2. PENYAJIAN

1.2.1. URAIAN DAN CONTOH

Sistem perpipaan berfungsi untuk mengantarkan atau mengalirkan suatu fluida dari suatu tempat ke tujuan yang diinginkan dengan bantuan mesin atau pompa. Misalnya pipa yang dipakai untuk memindahkan minyak dari tangki ke mesin, memindahkan minyak pada bantalan-bantalan dan juga memindahkan air untuk keperluan pendinginan mesin ataupun untuk kebutuhan sehari-hari di atas kapal serta masih banyak lagi fungsi lainnya.

Sistem perpipaan harus dirancang dan dibuat dengan minimum belokan dan sambungan las, sedapat mungkin dengan flens atau sambungan yang dapat dilepaskan dan dipisahkan. Semua pipa harus dilindungi dari kerusakan mekanis. Sistem perpipaan ini harus ditumpu atau dijepit sedemikian rupa untuk menghindari getaran. Sambungan pipa melalui sekat yang diisolasi harus merupakan sambungan flens yang diijinkan dengan panjang yang cukup tanpa merusak isolasi.

Pada perancangan sistem instalasi diharapkan menghasilkan suatu jaringan instalasi pipa yang efisien, dimana aplikasinya baik dari segi peletakan maupun segi keamanan dalam pengoperasian harus diperhatikan sesuai peraturan-peraturan klasifikasi maupun dari spesifikasi *installation guide* dari sistem pendukung permesinan.

Sistem perpipaan merupakan sistem yang kompleks di kapal untuk perencanaan dan pembangunannya. Sistem perpipaan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan prinsip-prinsip analisa tegangan statis dan dinamis, termodinamis, teori aliran fluida untuk merencanakan keamanan dan efisiensi jaringan pipa (*network piping*). Peletakan komponen yang akan disambungkan dengan pipa perlu diperhatikan untuk mengurangi hal-hal yang tidak diinginkan seperti, panjang perpipaan, susunan yang kompleks, menghindari pipa melalui tempat yang tidak boleh ditembus, menghindari penembusan terhadap struktur kapal. Jalur instalasi pipa sedapat mungkin direncanakan untuk

mengindari tegangan yang terlalu tinggi pada struktur. Oleh karena itu sebagai langkah awal maka dibuatlah suatu gambar diagram yang akan menjelaskan keterkaitan antar komponen dalam suatu instalasi.

Gambar diagram sistem perpipaan dibuat guna memastikan sistem perpipaan akan memenuhi kebutuhan spesifikasi dan seluruh elemen dari sistem saling terkait dengan yang lainnya. Diagram pipa merupakan titik awal untuk mengembangkan seluruh gambar-gambar perpipaan. Diagram pipa menggambarkan komponen sistem dan hubungannya satu sama lain dalam bentuk skematik. Diagram ini meliputi simbol-simbol komponen, jadual material, karakteristik komponen dan kurva pompa, deskripsi katup, identitas komponen, tekanan, suhu, aliran, kecepatan, penurunan tekanan sistem, ukuran pipa, arah aliran, identifikasi kompartemen dan sekat kedap, karakteristik dari instrumen serta karakteristik operasi dari tekanan, suhu, ketinggian dan kontrol aliran.

Kualitas dan kejelasan diagram pipa sangat penting karena gambar diagram memberikan informasi bermacam-macam fungsi selama perencanaan, pembangunan dan operasional kapal dan memberikan pengertian awal bagaimana sistem tersebut berjalan dan menerangkan hubungan dengan sistem lainnya. Hubungan fungsi harus sama-sama ditonjolkan. Gambar perencanaan sistem pipa biasanya dibuat hanya untuk satu sistem yang berhubungan pada satu gambar untuk menyederhanakan penggambaran.

Sistem instalasi perpipaan di kapal dapat dikelompokkan dalam beberapa kelompok layanan di atas kapal, antara lain :

1. Layanan permesinan, yang termasuk disini adalah sistem-sistem yang akan melayani kebutuhan dari permesinan di kapal (*main engine* dan *auxilliary engine*) yaitu sistem udara start, sistem bahan bakar, sistem pelumasan dan sistem pendingin.
2. Layanan penumpang dan anak buah kapal (ABK) adalah sistem yang akan melayani kebutuhan bagi seluruh penumpang dan anak buah kapal di kapal dalam hal kebutuhan air tawar dan sistem sanitari.

3. Layanan keamanan adalah sistem instalasi yang akan menjamin keselamatan kapal selama pelayaran meliputi yang sistem bilga, sistem balas dan sistem pemadam kebakaran.
4. Layanan keperluan kapal; adalah sistem instalasi yang akan menyuplai kebutuhan untuk menjamin stabilitas dan keperluan kapal meliputi sistem balas, bilga, ventilasi, sistem pipa udara, duga, isi, dan sistem pipa muatan untuk kapal tangki.

A. PERSYARATAN UMUM INSTALASI PIPA DI KAPAL

Suatu sistem instalasi perpipaan yang terdiri dari komponen peralatan yang digunakan pada sistem dalam kapal, Biro Klasifikasi pada umumnya memberikan ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi sebagai berikut :

- a. Sambungan-sambungan pipa berupa sambungan flens harus digunakan untuk sambungan pipa yang dapat dilepas. Sambungan ulir hanya dapat dipergunakan untuk diameter luar sampai dengan 2 inchi.
- b. Ekspansi dari sistem perpipaan yang disebabkan kenaikan suhu atau perubahan bentuk lambung, harus diimbangi sedapat mungkin dengan lengkungan-lengkungan pipa, pipa kompensator ekspansi, sambungan-sambungan yang menggunakan penahan *packing* dan cara yang sejenis.
- c. Pipa yang melalui sekat-sekat, atau dinding-dinding, harus dibuat secara kedap air atau kedap minyak. Lobang-lobang baut untuk sekrup atau baut-baut pengikat tidak boleh terletak pada dinding-dinding tangki.
- d. Sistem pipa di sekitar papan penghubung, harus terletak sedemikian rupa agar dapat menghindari kemungkinan kerusakan pada instalasi listrik, apabila terjadi kebocoran pada pipa.
- e. Pipa udara, duga, limbah maupun pipa yang berisikan zat cair yang berlainan tidak boleh melalui tangki-tangki air minum, air pengisi ketel dan minyak pelumas. Bilamana hal tersebut tidak dapat dihindarkan,

pengaturan penembusan pipa-pipa tersebut pada tangki harus ditentukan bersama dengan pihak klasifikasi. Semua pipa yang melalui ruang muat dan bak rantai harus dilindungi terhadap benturan dan kerusakan dengan pemasangan selubung.

- f. Sistem pipa pengering dan ventilasi direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat mengkosongkan, mengalirkan dan memberi ventilasi pada sistem tersebut. Sistem pipa, yangmana cairannya dapat berkumpul dan mempengaruhi cara kerja mesin, harus dilengkapi dengan alat pengering khusus, seperti pipa uap dan pipa udara bertekanan.
- g. Semua jaringan pipa harus ditunjang pada beberapa tempat untuk mencegah pergeseran dan lenturan, jarak antara **support** pipa ditentukan oleh diameter dan massa jenis media yang mengalir. Jika sistem jaringan pipa dilalui oleh fluida yang panas, maka penunjang pipa diusahakan sedemikian rupa sehingga tidak menghalangi *thermal expansion*.
- h. Kotak laut (*sea chest*) pada lambung kapal harus diatur pada kedua sisi kapal dan dipasang serendah mungkin, dan dilengkapi dengan pipa-pipa uap atau pipa udara dengan diameter disesuaikan dengan besarnya *sea chest* dan paling kecil 30 mm, yang dapat ditutup dengan katup dan dipasang sampai diatas geladak sekat. Juga dilengkapi dengan saringan air laut untuk mencegah masuknya kotoran yang akan menyumbat saluran katup alas (*bottom valve*).
- i. Pipa-pipa uap atau udara bertekanan berfungsi sebagai pelepas uap di *sea chest* dan membersihkan saringan kotak air laut (*grating*). Pipa uap atau pipa udara bertekanan tersebut harus dilengkapi dengan katup-katup yang melekat langsung pada *sea chest*. Tekanan udara pembersih (*blow off sea chest*) sebesar $(2 - 3) \text{ kg/cm}^2$.
- j. Katup-katup lambung kapal harus mudah dicapai, katup-katup pemasukan dan pengeluaran air laut harus mudah dilayani dari pelat lantai. Kran-kran pada lambung kapal pengaturannya harus

sedemikian rupa, sehingga pemutarannya hanya dapat dibuka, ketika kran-kran tersebut dalam keadaan tertutup. Pada pemasangan hubungan-hubungan pipa dengan lambung dan katup-katup, harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perembesan air.

- k. Lubang saluran pembuangan sanitari tidak boleh dipasang di atas garis muat kosong (*empty load water line*) di daerah tempat perluncuran sekoci penolong atau harus ada alat pencegah pembuangan air kedalam sekoci penolong. Lokasi lubang harus diperhitungkan juga dalam pengaturan letak tangga kapal / pandu.
- l. Pipa pembuangan yang keluar dari ruangan dibawah geladak lambung timbul dan dari bangunan atas dan rumah geladak yang tertutup kedap cuaca, harus dilengkapi dengan katup searah otomatis yang dapat dikunci dari tempat yang selalu mudah dicapai di atas geladak lambung timbul. Alat penunjuk, bahwa katup terbuka atau tertutup harus disediakan pada tempat penguncian.

Dalam sistem perpipaan, komponen pendukung antara lain :

- a. Sumber (*source*) yang berasal dari tangki.
- b. Pompa sebagai sumber tenaga untuk mengalirkan fluida.
- c. Pengaturan aliran debit, arah, tekanan, temperatur, viscositas dan lainnya dapat berupa : katup, *fitting*, *heat exchanger* .
- d. Pembuangan (*discharge*) dapat langsung ke *overboard*, tangki, tangki penampung dan lainnya.

Dalam pemasangan instalasinya, dipasang penyangga pipa sangat diperlukan guna mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh :

- Berat pipa.
- Pemuaian akibat suhu dan tekanan.
- Beban inersia akibat getaran dan gerak kapal.
- Beban inersia akibat getaran dan gerakan pada instalasi pipa.

B. BAHAN PIPA

Pengelompokan jenis pipa dapat dikelompokkan berdasarkan proses pembuatannya, bahan, ukurannya.

B.1. JENIS PIPA MENURUT PROSES PEMBUATAN

Menurut proses pembuatannya pipa dibedakan menjadi:

- Pipa tanpa sambungan; dimana pipa jenis ini dihasilkan dengan proses pemutaran (*roll*).
- Pipa dengan sambungan/pengelasan; dimana pipa jenis ini dihasilkan dari baja yang dibentuk silinder kemudian dilas mendatar tersambung oleh tekanan listrik busur.

B.2. JENIS PIPA MENURUT BAHAN

Bahan/material pipa yang biasa digunakan untuk instalasi pipa uap, pipa air, pipa minyak dikamar mesin tidak hanya diatur oleh pihak klasifikasi tetapi juga berdasarkan aturan dan standar yang ada. Oleh karena itu tekanan kerja maksimum dan suhu patut dijadikan dasar dalam pemilihannya. Jenis pipa menurut bahan yang biasa digunakan terdiri dari

- Pipa baja; pipa jenis ini banyak digunakan untuk instalasi yang dialiri oleh fluida air dan minyak.
- Pipa tembaga; pipa jenis ini digunakan untuk pipa yang berdiameter kecil. Pipa tembaga umumnya mudah dibengkokkan dan tahan terhadap karat.
- Pipa kuningan; pipa jenis ini digunakan pada instalasi atau alat penukar panas (kalor) dan lain-lain.
- Pipa Plastik; pipa jenis ini mengandung bahan Vynil Chlorida dan biasanya untuk instalasi yang dialiri oleh fluida air bertekanan rendah.

Material	Temperatur Kerja ($^{\circ}\text{C}$)	Tekanan Kerja (Bar)
Besi Tuang (<i>cast steel</i>)	> 300	$D_N > 32 \text{ mm}$
Besi Tuang Modular	≤ 300	$P_B \times D_N > 2500$
Campuran Tembaga	≤ 225	$P_B \times D_N > 2500$

Pembagian kelompok kelas pipa menurut peraturan (*rules*) dapat dilihat pada tabel 1.1. berikut ini.

Tabel 1.1. Kelas material pipa

Medium/type of pipeline	Design pressure PR [bar] Design temperature t [°C]		
Toxic and corrosive media Inflammable media with service temperature above the flash point Inflammable media with a flash point below 60 °C Liquefied gases (LG)	all	1)	-
Steam, thermal oil	PR > 16 or t > 300	PR ≤ 16 and t ≤ 300	PR ≤ 7 and t ≤ 170
Air, gas Lubricating oil, hydraulic oil Boiler feedwater, condensate Seawater and fresh water for cooling Brine in refrigerating plant	PR > 40 or t > 300	PR ≤ 40 and t ≤ 300	PR ≤ 16 and t ≤ 200
Liquid fuels	> 16 or t > 150	PR ≤ 16 and t ≤ 150	PR ≤ 7 and t ≤ 60
Cargo pipelines for oil tankers	-	-	all
Cargo and venting lines for gas and chemical tankers	all	-	-
Refrigerants	-	all	-
Open-ended pipelines (without shutoff), e.g. drains, venting pipes, overflow lines and boiler blowdown lines	-	-	all
Pipe class	I	II	III
1) Classification in Pipe Class II is possible if special safety arrangements are available and structural safety precautions are arranged.			

Dalam bidang teknik perkapalan pipa baja yang banyak digunakan biasanya berupa baja campuran yang disebut baja karbon :

- a. Pipa baja karbon untuk instalasi umum yang dikenal dengan istilah SGP.

- b. Pipa baja karbon untuk instalasi bertekanan dikenal istilah STG
- c. Pipa baja karbon untuk instalasi bertekanan yang dikenal dengan istilah STGP
- d. Pipa baja karbon untuk instalasi bertekanan tinggi yang dikenal dengan istilah STP
- e. Pipa baja karbon untuk instalasi bersuhu tinggi yang dikenal dengan istilah STPT
- f. Pipa baja karbon dengan pengelasan las busur listrik yang dikenal dengan istilah STPY

Diameter luar suatu pipa sama ukurannya dengan diameter nominal. Sedangkan tebal dari pipa, untuk pipa baja karbon yang digunakan untuk instalasi umum (SGP) hanya memiliki satu ketebalan untuk tiap diameter nominal, tetapi untuk pipa yang lainnya masing-masing memiliki beberapa menurut nomor *schedule* (SCH). Mengenai pipa tembaga, pipa tembaga tanpa kelim dengan tingkat tahan korosi yang bagus, penghantar panas yang baik dan memiliki kemampuan kerja yang baik adalah yang umum digunakan. Salah satu jenisnya adalah pipa tembaga *phosphorous-dioxided* tanpa kelim dan bentuk tabung (C1221T) yang digunakan untuk alat pemindah kalor (*heat exchanger*) dan pipa tembaga tanpa kelim TCUT yang digunakan untuk instalasi pipa kontrol.

Material/bahan pipa lainnya seperti tembaga campuran (*copper alloy*), seperti *zinc* dengan bahan dasar *aluminium-brass* (istilah pabriknya *albrac* atau *Yorcalbro*, kualitas keduanya sama) dan pipa nikel dengan bahan utama nikel tembaga. Kedua material tersebut memiliki kemampuan kerja yang bagus dan tahan korosi khususnya nikel mempunyai kualitas yang sangat bagus pada kondisi kerja dengan suhu dan tekanan tinggi. Pipa *aluminium-brass* dan *cuppronickel* utamanya digunakan untuk instalasi air laut sistem pendingin. Pipa plastik secara umum dibuat dari bahan *polyvinyl chloride* (PVC) yang biasa digunakan untuk instalasi sanitari pada geladak akomodasi.

C. UKURAN PIPA

Ukuran diameter dalam sebuah pipa ditentukan berdasarkan :

- a) Jenis fluida yang mengalir di dalam pipa.
- b) Volume fluida yang akan dipindahkan.
- c) Kecepatan aliran fluida yang akan dipindahkan, dimana perlu juga memperhatikan adanya tekanan akibat gesekan.
- d) Harga pipa, dimana semakin berat pipa harganya makin mahal.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Makin besar penampang pipa makin tinggi harganya
- 2) Makin kecil penampang pipa, makin banyak pipa yang dibutuhkan, makin banyak pula tempat yang dibutuhkan, tetapi hal ini memberikan keuntungan karena pada penginstalasian pipa mudah diselipkan di tempat-tempat yang tidak terpakai.
- 3) Makin kecil kecepatan aliran fluida dalam pipa, makin kecil tahananannya sehingga dan dapat memberikan aliran yang laminar.

Ukuran diameter pipa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}} \quad (\text{m}) \quad (1.1)$$

atau

$$d = \sqrt{\frac{354 \cdot Q}{v}} \quad (\text{mm}) \quad (1.2)$$

dimana; d = diameter pipa

Q = debit fluida yang mengalir (m^3/s)

v = kecepatan aliran di dalam pipa (m/s)

Kecepatan aliran biasanya diasumsikan sebagai berikut :

- 0,5 - 1 m/s ; untuk *suction line*.
- 1 - 2 m/s ; untuk *normal pressure*.
- 3 m/s atau lebih; untuk tekanan tinggi (*higher pressure*)

Tekanan yang hilang akibat gesekan disebabkan oleh panjang bentangan pipa, getaran di dalam pipa, percabangan pipa, katup

(valve), dan sambungan akibat pengelasan dan sifat-sifat aliran. Dalam perencanaan sedapat mungkin dibuat sedemikian rupa sehingga aliran fluida di dalam pipa berbentuk laminar (arus dimana garis arus sejajar dengan dinding pipa).

Kecepatan aliran fluida untuk setiap sistem instalasi tidak sama, hal ini dapat kita lihat pada tabel 1.2. berikut :

Tabel 1.2. Batasan kecepatan fluida pada sistem perpipaan

Instalasi	Kecepatan fluida (fps)	
	Nominal ^{a)}	Limit
<i>Condensate pump suction</i>	\sqrt{d}	3
<i>Condensate pump discharge</i>	$3\sqrt{d}$	8
<i>Condensate drains</i>	$0,3\sqrt{d}$	1
<i>Hot-water suction</i>	\sqrt{d}	3
<i>Hot-water discharge</i>	$3\sqrt{d}$	8
<i>Feedwater suction</i>	$1,3\sqrt{d}$	4
<i>Feedwater discharge</i>	$4\sqrt{d}$	10
<i>Cold freshwater suction</i>	$3\sqrt{d}$	15
<i>Cold freshwater discharge</i>	$5\sqrt{d}$	20
<i>Lube-oil service pump suction</i>	\sqrt{d}	4
<i>Lube-oil discharge</i>	$2\sqrt{d}$	6
<i>Heavy-fuel service suction</i>	\sqrt{d}	4
<i>Heavy-fuel service discharge</i>	$1,5\sqrt{d}$	6
<i>Heavy-fuel transfer suction</i>	\sqrt{d}	6
<i>Heavy-fuel transfer discharge</i>	$2\sqrt{d}$	15
<i>Distillate-fuel suction</i>	$2\sqrt{d}$	7
<i>Distillate-fuel discharge</i>	$5\sqrt{d}$	12
<i>Hydraulic-oil suction</i>	$1,5\sqrt{d}$	8
<i>Hydraulic-oil discharge</i>	$8\sqrt{d}$	20
<i>Seawater suction</i>	$3\sqrt{d}$	12 ^{b,c}
<i>Seawater discharge</i>	$5\sqrt{d}$	12 ^{b,c}

<i>Steam, high pressure</i>	$50\sqrt{d}$	200
<i>Steam exhaust, 215 Psig</i>	$75\sqrt{d}$	250
<i>Steam exhaust, haigh vacuum</i>	$75\sqrt{d}$	330

Keterangan :

- a) d adalah diameter dalam pipa dalam satuan inci.
- b) 9 fps untuk pipa baja galvanis.
- c) kecepatan air laut pada pipa titanium dan GRP.

D . SAMBUNGAN PIPA

Dalam suatu instalasi pipa banyak ditemukan sambungan-sambungan, baik sambungan antara pipa dengan pipa maupun sambungan pipa dengan peralatan/komponen yang diperlukan seperti katup (*valve*), alat instrumentasi, nosel (*nozzle*), peralatan atau sambungan untuk merubah arah aliran. Sistem instalasi di atas kapal harus mampu mempertahankan terhadap getaran dan kelenturan, sehingga sambungan memiliki daya tahan yang tinggi .

Beberapa jenis sambungan tidak memiliki kekuatan dan daya tahan untuk digunakan pada lingkungan di atas kapal untuk waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan/kebocoran. Beberapa sambungan yang sangat bagus meliputi : *bolted flens, butt welded, socket weld, brazed socket, reinforced branch connection, threaded, union, coupling, mechanically attached fitting dan bounded socket* untuk bahan plastik .

Pemilihan jenis sambungan yang akan digunakan pada sistem perpipaan didasarkan pada beberapa faktor meliputi : tekanan, suhu, harga, keselamatan/keamanan, kondisi lingkungan sekitar, ukuran pipa, bahan pipa, kemudahan dalam pemeriksaan, jaminan kualitas, ketersediaan komponen tersebut dipasar dan kecocokan pada ujung pipa, tingkat kemahiran dari instaler, batasan yang diberikan oleh badan regulasi, pihak klasifikasi dan persyaratan pemilik kapal sendiri.

Sebagian besar sistem perpipaan menggunakan beberapa jenis sambungan yang berbeda. Penyambungan pipa dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

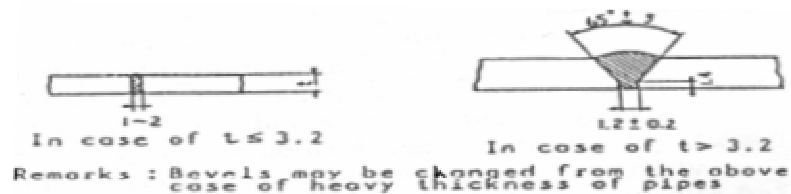
1. Pengelasan (welded);

Jenis penyambungan dengan las dipengaruhi oleh material pipa yang akan disambung dan penggunaannya, misalnya pengelasan untuk bahan *stainless steel* menggunakan las busur gas wolfram, dan untuk pipa baja karbon digunakan las baja. Pada instalasi bersuhu dan bertekanan tinggi seperti pada instalasi uap utama pada kapal turbin, instalasi menggunakan flens adalah lazim digunakan, tetapi saat ini instalasi tanpa flens digunakan pada instalasi tekanan rendah dengan maksud untuk mendapatkan instalasi tanpa flens yang layak.

Sambungan yang umum digunakan untuk instalasi tanpa flens antara lain :

a. Sambungan *Buttwelding*

Buttwelding joint adalah sambungan yang digunakan tanpa flens. Bagian yang disambung dari pipa pada masing-masing ujungnya dilas sebagai ganti dari flens. Tetapi metode ini sama sekali tidak dipakai/diterapkan karena dapat merusak pipa galvanis, instalasi pipa yang dilapisi. Kemiringan bagian pipa yang akan dilas dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Gambar 1.1)



(a)



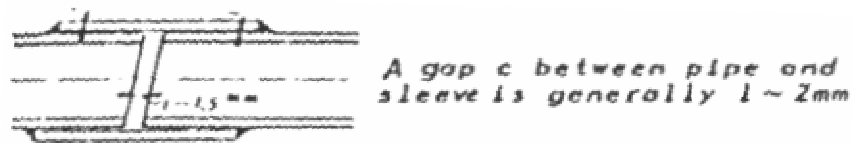
(b)

Gambar 1.1. Sambungan dengan cara pengelasan

b. Sambungan *sleeve (Sleeve Joint)*

Sambungan *sleeve* dapat dilihat pada gambar 1.2. Cara ini digunakan pada bagian dimana penyambung yang digunakan

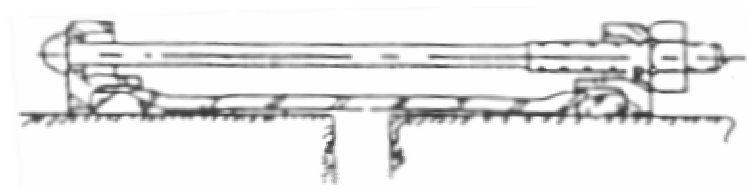
berbentuk konvensional. Ketebalan *sleeve* bervariasi seperti berikut; setara dengan SGP, SCH#40, SCH#80, dan lain-lain sesuai dengan ketebalan pipa SCH#80. padanan ketebalan menyangkut lengan baju, biasanya digunakan dalam rangka memperkecil macam lengan baju



Gambar 1.2 : Sambungan *Sleeve*

c. Coupling Joint (*sambungan kopling*)

Sambungan kopling, kebanyakan sambungan kopling kedap terhadap fluida dengan mengencangkan suatu *packing* karet elastis dengan suatu *nut* dan beberapa tindakan balasan melawan terhadap pipa yang jatuh.



Gambar 1.3 Sambungan kopling

d. Sambungan Union (*Union Joint*)

Sambungan gabungan sebagian besar digunakan untuk ukuran pipa yang kecil. Ada dua jenis sambungan jenis ini sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 1.4.. Salah satu dari jenis ini, untuk menjamin kekencangan sambungan dengan memasukkan *packing* antara badan sambungan dan ujungnya.

Sedangkan jenis yang lain untuk menjamin kekencangan tanpa menggunakan *packings* antara badan sambungan dan ujungnya yang berhubungan berbentuk kerucut dengan sudut masing-masing 37° atau 90 derajat yang terdahulu biasanya digunakan untuk 10 kg/cm² dan di atas penilaian/beban maksimum.



Gambar 1.4. Sambungan gabungan

Bahan sambungan *union*, yang digunakan pipa baja dan campuran logam tembaga. Pengikatan ke pipa dengan pengelasan untuk pipa baja dan tembaga dibuat untuk pipa tembaga. Material sambungan *union* ditetapkan dalam JIS F7436, 7455

Sambungan las seperti gambar 1.5.a dan 1.5.b. adalah yang cocok untuk semua tekanan dan suhu diatas kapal. Sambungan *braz* seperti gambar 1.5.c mempunyai batas suhu yang tinggi tergantung pada mterial pipa dan *brazing metal* yang digunakan. Hubungan *reinforced branch* seperti gambar 1.5.d perlu ada metode dalam pemasangan cabang tanpa menggunakan komponen lain, sehingga pengurangan jumlah sambungan tiap cabang dari menjadi 3 menjadi 2, dan memudahkan dalam penginstalasian cabang baru pada pipa yang ada. Sambungan ini didisain untuk mengurangi konsentrasi tegangan yang ada pada cabang dari kedua pipa untuk hubungan yang tidak diperkuat (*unreinforced connection*).

Sambungan pipa dengan cara pengelasan dapat dilakukan dengan :

- a. Sambungan langsung tanpa penguat

Sistem sambungan ini hubungan pipa dengan pipa dilas langsung.

b. Sambungan dengan penguatan.

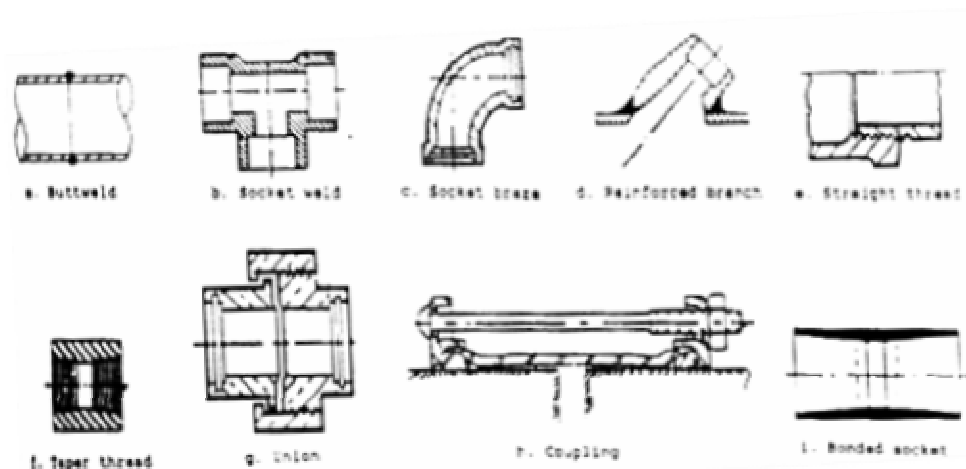
Pada sambungan ini, antar dua pipa dengan menggunakan penguatan yang berupa pelana kuda (*saddle*).

c. Sambungan menggunakan alat penyambung.

Yang dimaksud dengan penyambungan ini adalah penyambung pipa dengan pipa dan menggunakan alat penyambung, untuk mengubah arah aliran atau memperkecil jalur pipa seperti : siku (*elbow*), Te (*tee*), *reducer*, kap (*cap*) dan silang (*cross*).

d. Sambungan pipa cabang dengan menggunakan o'let.

Dari segi kekuatan dan teknis, sambungan pipa cabang yang menggunakan o'let lebih kuat dan lebih baik dari sambungan yang menggunakan penguat seperti pelana (*saddle*), dan *reinforcement*, tetapi dari segi ekonomi sambungan o'let lebih mahal.



Gambar 1.5. Jenis-jenis sambungan pipa

2. Ulir (*threaded*)

Penyambungan ini digunakan pada pipa yang bertekanan tidak terlalu tinggi. Sambungan pipa secara ulir terdiri dari ulir rata (*type straight*) dan ulir tirus (*tapered*) seperti pada gambar 5 (gambar 1.5.e dan 1.5.f) sangat bagus karena dapat dipasang dan dilepas. Bagaimanapun bila dibandingkan dengan jenis sambungan lain,

sambungan ulir cenderung lebih mudah mengalami karat pada celah ulir dan kebocoran pada tempat ulir dan berkurangnya kekuatan mekaniknya, sehingga angkatan laut AL AS untuk sambungan jenis ini hanya digunakan untuk ukuran pipa yang kecil dan tidak vital serta bukan fluida yang berbahaya. Umumnya penyambungan pipa dengan sambungan ulir digunakan pada pipa dengan diameter dibawah 2 inci.

Kebocoran pada sambungan ulir dapat dicegah dengan menggunakan *gasket tape*. Selain itu, sambungan *union (union joint)* seperti pada gambar 1.5.g didisain untuk mengatasi kelemahan pada sambungan ulir dengan memberikan kekuatan mekanik yang lebih besar dan membuat cincin (*ring*). Jika diperlukan untuk mengisolasi ulir dari sistem fluida, yang mana tetap memberikan kemudahan dalam pemasangannya dan pelepasannya.

Sambungan yang lainnya adalah dengan sambungan kopling (*coupling*). Sambungan kopling dibuat dalam banyak macam dan gambar 1.5.h adalah salah satu contohnya, dimana harganya tidak terlalu mahal, mudah dalam pemasangan/perakitan tanpa dilakukan pengerjaan panas terlebih dahulu. Beberapa bentuk kopling yang tidak dipasang secara langsung kepada pipa tidak mempertimbangkan perlindungan terhadap separasi dalam kaitan dengan getaran, pergerakan yang berkenaan dengan panas, dan lenturan kapal.

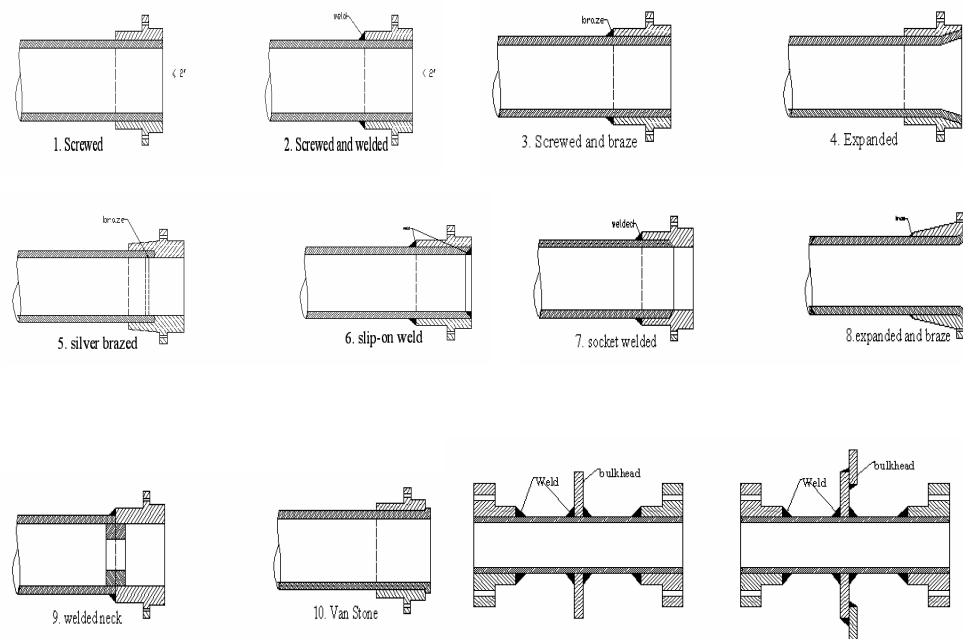
3. Flens (flange)

Pipa sesuai dengan panjangnya dihubungkan dengan flens untuk pipa baja. Flens baja dibentuk dengan las bubut, ulir atau menambah pipa. Dimana kedua ujung pipa yang akan disambung dipasang flens kemudian diikat dengan baut (*bolt*). Flens pipa dikelompokkan menurut besarnya tekanan yang disesuaikan dengan tekanan kerja maksimum ataupun diatasnya. Tetapi tekanan kerja maksimum pada uap, udara kompresi, udara/gas, air, minyak dan lain-lain, instalasi pipa disesuaikan dengan besarnya tekanan dan kondisi

fluida. Batas maksimum tekanan kerja untuk material flens, kondisi dari fluida secara khusus dapat dilihat pada JIS B 2201 atau juga BS 10. Flens pipa secara umum dikelompok menjadi beberapa macam menurut cara penyambungan dan jenis permukaan flens. Berikut ini diperlihatkan flens yang umum digunakan :

a. *Welded neck flange*

Welded neck flange adalah flens yang ujungnya dilas pada pipa dan berbentuk kerucut tipis untuk penguatan. Jenis flens seperti ini memiliki keamanan konstruksi yang lebih baik dan cocok untuk tekanan tinggi, suhu tinggi dan suhu yang rendah. Adapun gambar flens adalah sebagai berikut : (gambar. 1.6.).



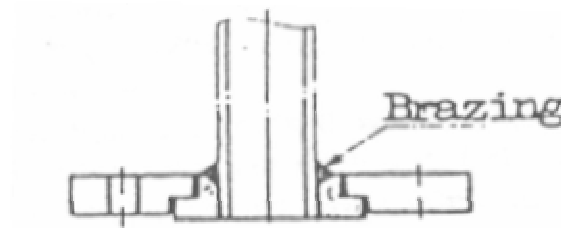
Gambar 1.6. Jenis-jenis sambungan flens

b. *Slip-on welded flanges*

Pada *slip-on welded flens*, pipa dimasukkan ke pelat flens dan dilas tipis pada kedua sisi dari flens dan cocok untuk instalasi dengan tekanan dari rendah sampai dengan tekanan sedang. (gambar 1.6.)

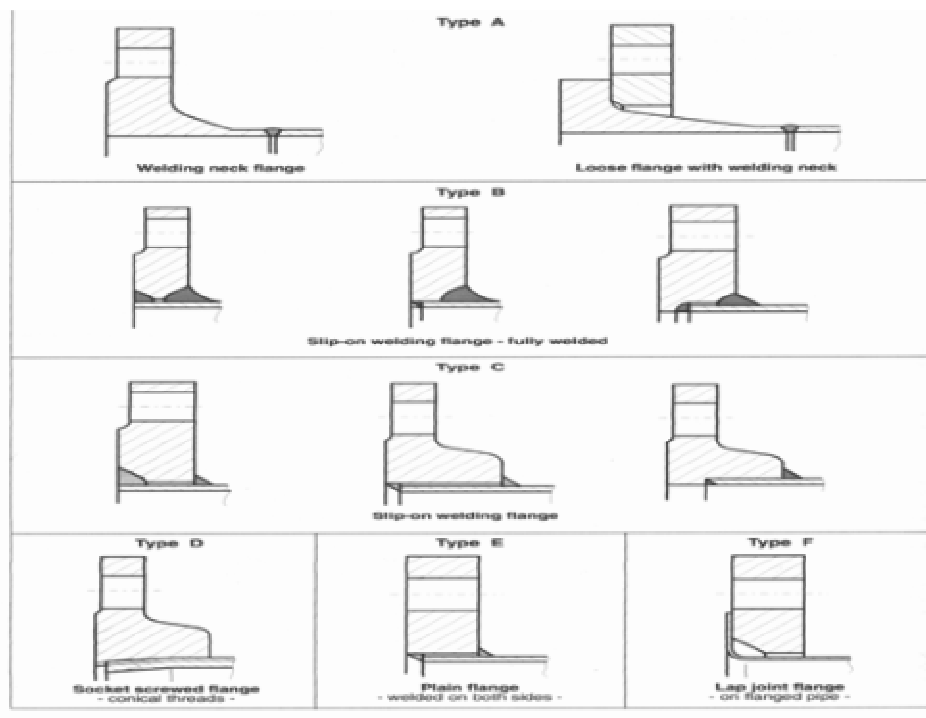
c. *Composite Flens*

Flens composite yang digunakan pada instalasi pipa tembaga atau paduan tembaga dengan diameter ≤ 50 mm atau lebih sesuai ketentuan yang ada. (gambar 1.7.). Sebagai contoh misalnya bagian dalam flens menggunakan *cast bronze* sedangkan bagian luar flens menggunakan baja lunak.



Gambar 1.7. Sambungan *Flange*.

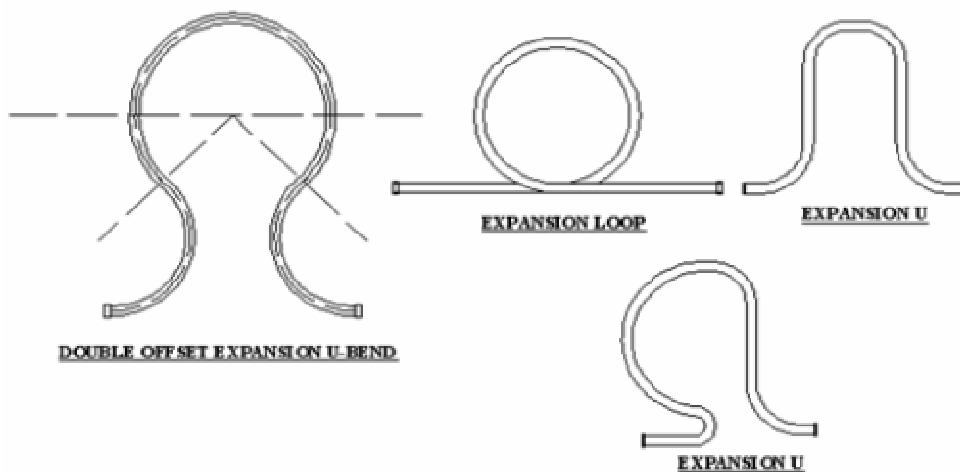
Untuk sambungan pipa dengan menggunakan flens, menurut pihak klasifikasi sambungan flens ini terbagi menjadi beberapa jenis sebagaimana pada gambar 1.8. di halaman berikut.



Gambar 1.8. Jenis-jenis flens

E. PEMUAIAN PIPA

Pengaruh panas baik yang berasal dari dalam pipa ataupun pengaruh lingkungan sekitar pipa dapat menyebabkan pipa mengalami pemuaian. Pemuaian ini dapat menyebabkan diameter pipa bertambah besar dan pertambahan panjang pipa.



Gambar 1.9. Macam-macam pipa ekspansi

1.2.2. LATIHAN

1. Jelaskan minimal empat persyaratan sistem perpipaan di kapal.
2. Sebutkan sambungan pipa tanpa flens untuk pipa di kapal.
3. Sebutkan sambungan pipa dengan flens

1.3. PENUTUP

Sistem instalasi perpipaan, bahan pipa, sambungan pipa dan ekspansi pipa merupakan bagian penting bagi sistem dalam kapal

1.3.1. TES FORMATIF

1. Jelaskan persyaratan sistem instalasi pipa di kapal (minimal 3 butir).
2. Jelaskan penyambungan pipa tanpa flens di dalam kapal.
3. Jelaskan macam-macam sambungan ulir.

1.3.2. UMPAN BALIK

Cocokkan jawaban saudara dengan kunci jawaban tes formatif. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda dalam materi kegiatan belajar.

$$\text{Rumus penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

dimana :

90 – 100 % : baik sekali

80 – 89 % : baik

70 – 79 % : sedang

Kurang dari 69 : kurang

1.3.3. TIDAK LANJUT

Jika saudara mencapai penguasaan 80 % ke atas saudara dapat meneruskan kegiatan belajar bagus. Jika nilai anda dibawah 80 % maka anda harus mengulang terutama pada materi yang belum anda kuasai.

1.3.4. RANGKUMAN

Berdasarkan uraian di atas dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem perpipaan merupakan bagian yang penting di dalam kapal dalam hal mendukung kegiatan operasional di kapal.
2. Bahan pipa terdiri dari besi tuang, baja karbon, besi tuang modular, besi campuran dengan spesifikasi tertentu.
3. Sambungan pipa tanpa flens terdiri atas sambungan *buttwelding*, sambungan *sleeve (sleeve joint)*, sambungan *kopling (coupling joint)*, sambungan *union (union joint)*.

1.3.5. KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

1. Persyaratan instalasi sistem pipa di kapal.
 - a. Sambungan-sambungan pipa berupa sambungan flens harus

digunakan untuk sambungan pipa yang dapat dilepas. Sambungan ulir hanya dapat dipergunakan untuk diameter luar sampai 2 inchi.

- b. Ekspansi dari sistem perpipaan yang disebabkan kenaikan suhu atau perubahan bentuk lambung, harus diimbangi sedapat mungkin dengan lengkungan-lengkungan pipa, pipa kompensator ekspansi, sambungan-sambungan yang menggunakan penahan packing dan cara yang sejenis.
 - c. Pipa yang harus melalui sekat-sekat, atau dinding-dinding, harus dibuat secara kedap air atau kedap minyak. Lobang-lobang baut untuk sekrup atau baut-baut pengikat tidak boleh terletak pada dinding-dinding tangki.
2. Sambungan pipa tanpa flens terdiri atas :
- a. Sambungan *Buttwelding*
 - b. *Sleeve Joint* (sambungan *sleeve*)
 - c. *Coupling Joint* (sambungan *kopling*)
 - d. *Union Joint* (sambungan gabungan)
4. Macam-macam sambungan ulir.
- a. *Straight thread.*
 - b. *Taper thread.*
 - c. *Union thread.*

DAFTAR PUSTAKA :

- 1. Anonimus, (1992), Diktat Sistem Dalam Kapal, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- 2. Anonimus, (2000), Diktat Sistem Dalam Kapal, Universitas Hasanudin Makasar.
- 3. Harrington, Roy L.; [1992]; "*Marine Engineering*"; SNAME; New York.
- 4. Khetagurov M (1964), *Marine Auxiliary Machinery and Sistem*, Publisher Moscow.

5. *The Marine Engineering Society In Japan; "Machinery Outfitting Design Manual Vol. 1 Piping Sistem for Diesel Ships"*; The Marine Engineering Society In Japan, Jepang.

SENARAI

Sistem perpipaan berfungsi untuk mengalirkan suatu fluida dari tempat yang rendah ke tujuan yang diinginkan dengan bantuan pompa.

Jenis pipa Jenis pipa menurut bahan yang biasa digunakan terdiri dari, besi tuang, besi tuang modular, besi campuran, tembaga, kuningan, plastik.

Sambungan pipa adalah komponen sistem perpipaan yang berfungsi untuk menghubungkan antara pipa dengan pipa di dalam kapal.