

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perspektif

Dalam berbagai bidang teknik, gambar menjadi hal dasar yang dibutuhkan. Dengan gambar, seseorang mampu menyampaikan informasi serta gagasannya. Cara pandang dalam melihat suatu fenomena atau suatu permasalahan yang terjadi dapat diartikan sebagai perspektif. Dalam memberikan gambaran mengenai bentuk objek, gambar perspektif mampu memberikan gambar yang bersifat komunikatif. Dengan gambar perspektif maka objek dapat terlihat dengan jelas karena pada dasarnya gambar perspektif sendiri merupakan cara memandang objek dengan pandangan mata yang sebenarnya. Metode gambar perspektif merupakan metode terbaik dalam menciptakan kesan tiga dimensi pada objek yang dibuat. (Wallschlaeger,1992)

2.2 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan merupakan sistem kompleks yang didesain seefektif dan seefisien mungkin untuk memenuhi kebutuhan dalam kapal ,crew ,muatan dan menjaga keamanan kapal baik saat berlayar ataupun berlabuh. Secara umum sistem pipa dapat diartikan sebagai bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida di simpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya. (Windyandari & Janah, 2013)

Suatu sistem perpipaan dapat dikatakan aman apabila beban tegangan yang terjadi mempunyai nilai rasio lebih kecil atau sama dengan 1 dari tegangan yang diijinkan (allowable stress) oleh pipa yang dianalisa, sebagaimana telah ditetapkan dalam code maupun standard. Code adalah Dokumen yang mengatur persyaratan-persyaratan minimal dari suatu desain, material, fabrikasi, instalasi, pengetesan,

inspeksi dalam sistem perpipaan (ASME, 2012). Standard adalah Dokumen yang mengandung peraturan desain dan konstruksi dan persyaratan individu dari komponen perpipaan seperti pipa, elbow, fitting, flange, valve, gasket dan lain-lain. Pemakaian code dan standard tersebut harus sesuai dengan proses pada sistem perpipaan yang digunakan (Suharsono & Santoso, 2017).

2.3 Pipa

Pipa dapat diartikan sebagai sebuah batang silinder berongga atau saluran tertutup sebagai sarana untuk memindahkan atau mengalirkan dari sisi suction menuju discharge zat seperti zat cair, uap, gas ataupun zat padat seperti serbuk, semen dll. Pipa biasa terbuat dari besi (*iron pipe*), baja (*steel pipe*) ataupun pvc, penggunaan pipa sering dijumpai pada industri-industri proses hingga rumah tangga. Dalam sebuah sistem perpipaan yang kompleks, pipa biasanya dihubungkan dengan komponen lain seperti *elbow, tee, flange, valve, strainer* hingga pompa. Pemasangan instalasi sistem perpipaan di kapal sendiri digunakan untuk memindahkan cairan dari satu *compartment* ke *compartment* lainnya atau mengalirkan cairan dari luar kedalam kapal ataupun sebaliknya. Berbagai macam sistem perpipaan di kapal diantaranya, sistem bilga, ballast, dan *fire fighting*.

Biro Klasifikasi Indonesia melakukan pembagian kelas pipa yang didasarkan pada *temperature* serta *pressure* yang diterima pipa. Sementara peraturan dan perhitungan instalasi sistem perpipaan di kapal terdapat pada *Rules BKI volume III tahun 2016 tentang Machinery Instalation*. Agar proses perbaikan atau *maintenance* mudah dilakukan maka pemasangan pipa perlu dilakukan dengan pemberian flange atau sambungan yang dapat dengan mudah dilepas. Dan agar terhindar dari kerusakan mekanis yang disebabkan oleh berat pipa atau hal lainnya, maka pipa perlu mendapatkan penjepit atau penumpu.

2.4 Sistem Bilga

Sistem bilga adalah sebuah sistem perpipaan yang memiliki fungsi utama untuk menguras air (drainase) akibat adanya air yang masuk ke dalam kapal. Sistem bilga juga memiliki fungsi samping antara lain adalah menampung berbagai zat cair di sumur yang kemudian berbagai zat cair tersebut dihisap

dengan menggunakan pompa bilga untuk dikeluarkan dari kapal melalui *overboard*. Untuk zat cair yang tercecer di ruang mesin akan ditampung di dalam sumur bilga yang terletak di bawah ruang mesin yang kemudian akan dipisahkan antara air dan cairan pelumas menggunakan *separator*, yang dimana air dapat langsung dikeluarkan melewati *overboard*, sedangkan cairan pelumas yang telah melalui *separator* akan ditampung di sludge tank.

Berdasarkan *rule and regulation* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) vol. 3 section 11, perhitungan diameter pipa utama dan cabang untuk kapal kargo kering dan penumpang serta perhitungan ketebalan dinding pipa dan kapasitas pompa adalah sebagai berikut.

a. Perhitungan diameter pipa utama

$$d_H = 1.68 \sqrt{Lx(B + H)} + 25 \quad (2.1)$$

b. Perhitungan diameter pipa cabang

$$d_Z = 2.15 \sqrt{Cx(B + H)} + 25 \quad (2.2)$$

Keterangan :

- d_H = diameter dalam pipa utama (mm)
- d_Z = diameter dalam pipa cabang (mm)
- L = panjang LPP kapal (m)
- B = lebar kapal (m)
- H = tinggi kapal (m)
- C = panjang kompartemen kedap air (m)

c. Ketebalan dinding pipa

$$s = s_0 + c + b \quad (2.3)$$

$$s_0 = \frac{d_a \cdot p_c}{(20 \cdot \sigma_{perm} \cdot V) + p_c} \quad (2.4)$$

Keterangan :

- s = ketebalan dinding minimum (mm)
- s_0 = ketebalan yang dihitung (mm)

- d_a = diameter luar pipa (mm)
- p_c = tekanan desain (mm)
- σ_{perm} = tekanan desain maksimum yang diperbolehkan (N/mm^2)
- b = kelonggaran untuk bengkokan (mm)
- v = faktor efisien las (mm)
- c = faktor korosi *sea water lines* (mm)

d. perhitungan kapasitas pompa

$$Q = 5.75 \cdot 10^{-3} \cdot d_H^2 \quad (2.5)$$

Keterangan :

- Q = kapasitas minimum (m^3/h)
- d_H = diameter dalam pipa utama (mm)

2.5 Sistem Ballast

Sistem ballast adalah salah satu sistem pelayanan umum diatas kapal yang memiliki fungsi utama untuk menyesuaikan sarat kapal dalam kondisi ballast atau menyesuaikan keseimbangan kapal yang diakibatkan adanya perubahan muatan dengan cara memindahkan air ballast dari tangki ke tangki pada tangki ballast dasar ganda, tangki depan dan belakang.



Gambar 2.1 Cara kerja sistem ballast

(sumber : <https://www.inameq.com>)

Untuk memindahkan cairan dari satu tangki ballast ke tangki lainnya atau mengalirkan cairan dari luar kedalam kapal ataupun sebaliknya. Sistem ballast

memiliki 2 pompa yang terdiri dari pompa utama sistem bilga ballast dan pompa cadangan dengan kapasitas 85% dari pompa utama yaitu pompa *general service*, pompa *general service* ini juga mampu mendukung serta terhubung dengan sistem lain di kapal, yaitu sistem bilga dan sistem pemadam kebakaran.

2.6 Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem pemadam kebakaran merupakan sistem yang sangat vital dalam sebuah kapal, sistem ini berguna menanggulangi bahaya api yang terjadi di kapal. Sistem pemadam kebakaran secara garis besar dapat dibagi menjadi dua dilihat dari peletakan sisten yang ada yaitu :

- 1) Sistem penanggulangan kebakaran pasif, sistem ini berupa aturan jelas mengenai penggunaan bahan pada daerah beresiko tinggi terjadi kebakaran dan juga pemasangan instalasi fix pada daerah beresiko kebakaran.
- 2) Sistem penanggulangan kebakaran aktif, sistem ini berupa penanggulangan kecelakaan yang bersifat lebih aktif misal, penempatan alat pemadam api ringan pada daerah yang beresiko kebakaran.

Pada dasarnya prinsip pemadaman adalah memutus segitiga api yang terdiri dari panas, oksigen, dan bahan bakar. Sehingga dengan mengetahui hal ini maka dapat dilakukan pemilihan media pemadaman sesuai dengan resiko dan kelas dari kecelakaan tersebut. Sistem pipa pemadam kebakaran terbagi atas sistem pemadaman *hydrant* dengan air laut untuk seluruh bagian kapal dan sistem pemadaman dengan gas CO₂ khusus untuk kamar mesin.

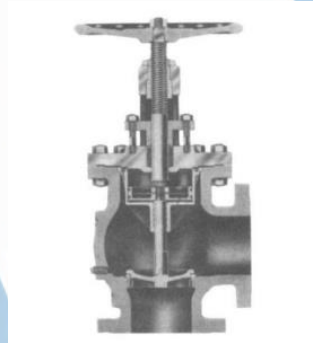
Hydrant sebagai sumber dari distribusi air laut perlu ditempatkan pada maindeck dan geladak ruang muat dengan jarak peletakan antar *hydrant* yang tidak lebih dari 25 m.

2.7 Katup (Valve)

Katup atau *Valve* adalah sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian dari jalan alirannya. Pemilihan jenis

valve bergantung pada: Jenis fluida yang mengalir, Jumlah aliran, Tujuan/fungsi valvenya. Ada beberapa jenis valve yang digunakan dalam penelitian ini.

Globe Valve Adalah katup yang digunakan untuk membuka seluruhnya atau menutup sama sekali alirannya.



Gambar 2. 2 Globe Valve

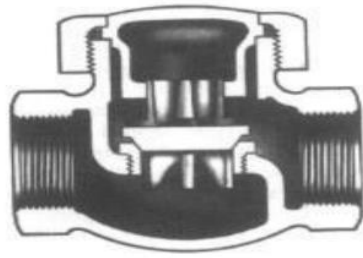
Gate Valve digunakan hanya untuk membuka penuh ataupun menutup penuh aliran, tidak bisa digunakan untuk throttling. Valve ini cocok digunakan untuk aliran yang memiliki tekanan kecil. (Parisher & Rhea, 2002)



Gambar 2. 3 Gate Valve

Screw Down Non Return Valve (SDNR) / Check Valve adalah alat yang digunakan membuat aliran *fluida* hanya mengalir ke satu arah sehingga *valve* ini mencegah terjadinya aliran balik atau *back flow*. Bentuk *disc* dari *valve* ini cukup unik dengan memisahkan *port inlet* dan *outlet* menggunakan sebuah *plug* berbentuk kerucut yang terletak pada sebuah dudukan. Ketika terjadi *forward flow*, *plug* akan terdorong oleh tekanan *fluida* sehingga lepas dari dudukannya sehingga *fluida* mengalir menuju saluran *outlet*, dan apabila terjadi *back flow*, *plug* yang semula terangkat akan menutup kembali akibat tekanan *fluida* yang

mencoba kembali, jadi semakin besar tekanan baik suatu *fluida* maka semakin rapat pula posisi *plug* padaudukannya, sehingga *fluida* tidak dapat mengalir kembali.(Parisher & Rhea, 2002)



Gambar 2. 4 Check Valve

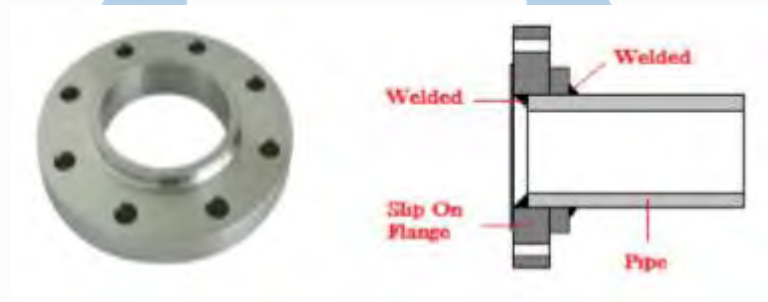
2.8 Flens (*Flange*)

Flange adalah istilah untuk salah satu jenis sambungan yang digunakan saat menyambung antara pipa dan elemennya dengan katup, bejana, kolom reaksi, pompa dan lainnya. Beberapa teknik sambungan selain flange adalah menyambung langsung dengan las (*welding joint*) atau menyambung dengan uliran (*threaded joint*) seperti menyambung baut dengan mur.

Sambungan yang paling sempurna jika dilihat dari sisi pencegahan bocor dan ketahanan akan tekanan fluida yang mengalir adalah menyambung langsung dengan las. Tetapi dengan las membuat sambungan itu bersifat permanen, yang bukan merupakan hal baik jika sambungan itu butuh dilepas untuk perawatan atau perbaikan. Las juga tidak bisa diaplikasikan jika ada bagian dalam yang tidak tahan akan suhu tinggi yang dihasilkan proses las. Sambungan dengan threaded joint dapat dibongkar pasang, tetapi tidak bisa diaplikasikan untuk sambungan dengan ukuran besar dan bertekanan tinggi. Karena itu, walaupun dengan flange akan menambah berat material dan membutuhkan baut, mur dan gasket, *flange* tetap banyak digunakan. (Nurrohmad, 2015). Ada beberapa jenis flens yang digunakan untuk menyambungkan pipa dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Slip On Flange adalah Jenis *flange* yang tidak memiliki lubang dan digunakan pada akhir pipa atau fitting dalam suatu instalasi perpipaan. Untuk tipe *flange slip-on*, sebenarnya hamper mirip bentuknya dengan jenis flange lap joint. Kedua jenis flange ini sama sama memasukan pipa utamanya ke dalam *flange*, bedanya kalau *slip on* pipa tidak sampai keluar dari *flange*, sedangkan tipe lap

joint, ada sisi pipa yang keluar dari flange, dan sisi samping dalam *flange* nya pun biasanya radial. Dalam *slip on*, *flange* hanya masuk sebagian, sisi luar dan dalamnya akan dilas. Oleh karena pipa masuk ke dalam flange, maka diameter dalam slip on harus lebih besar daripada diameter outside pipa, dapat dilihat pada Gambar 2.1. (Antari dan Bahari, 2016)



Gambar 2. 5 Slip On Flange

Blind flange adalah jenis *flange* yang berfungsi untuk menutup aliran, seperti halnya cap dalam *fitting*. Jenis *flange* ini rata, tidak ada komponen lainnya karena memang berfungsi untuk menutup. Berikut ditunjukkan *blind flange* pada Gambar 2.2. (Antari dan Bahari, 2016)



Gambar 2. 6 Blind flange

2.9 Pipe Support

pipe support merupakan komponen penting yang digunakan sebagai penyangga atau penumpu untuk menahan berbagai macam beban pada sistem perpipaan, diantaranya adalah *sustained load*. peletakan *pipe support* ini berpengaruh penting terhadap keberhasilan sistem perpipaan. Tempat diletakkannya support harus memperhatikan pergerakan sistem perpipaan

terhadap profil pembebanan Support tersebut harus menyangga dan menahan keseluruhan berat sistem perpipaan termasuk didalam pipa, Insulasi, fluida yang terdapat dalam pipa, komponen, dan berat support itu sendiri. Sebagai metode dalam memperkiraan tegangan yang terjadi pada pipa dan berat penyangga terhadap berat yaitu dengan memodelkan pipa sebagai batang yang mempunyai beban terbagi rata pada panjangnya. Pada pipa *critical line*, penentuan letak *support* ditentukan dari analisis menggunakan *software* komputer. Peletakkan *support* harus memperhatikan letak pipa yang terdapat pada sekitarnya serta letak pondasi struktur penyangga sipil (Pridyatama, 2014) dengan mengasumsikan penggunaan *simply support* maka perhitungan *allowable pipe span* berdasarkan batasan tegangan menggunakan persamaan dibawah ini .

$$L_s = \sqrt{\frac{0.33.Z.Sh}{W}} \quad (2.6)$$

Sementara itu perhitungan jarak maksimal *allowable pipe span* berdasarkan batasan defleksi sesuai persamaan dibawah ini.

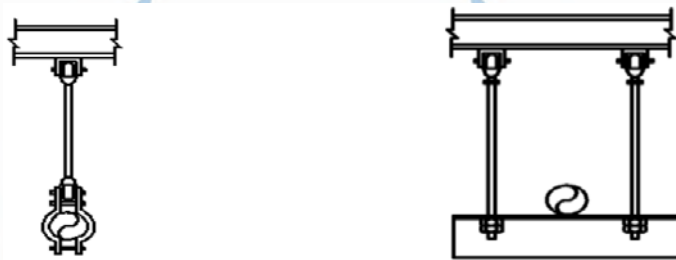
$$L_s = \sqrt[4]{\frac{\Delta.E.I}{22,5.W}} \quad (2.7)$$

Keterangan :

- Ls = Allowable pipe span (in)
- Z = Modulus penampang (in²)
- Sh = Allowable tensile stress pada temperatur tinggi (psi)
- W = berat total pipa (lb/in)

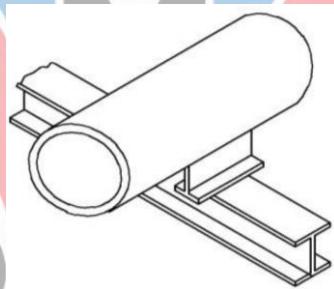
Ada beberapa jenis *pipe support* yang seringkali dijumpai pada sistem perpipaan yaitu Hanger adalah support dimana pipa ditahan pada struktur support yang kuat sehingga rigid dan berfungsi mempertahankan bobot mati pada sistem perpipaan. Yang termasuk tipe jenis support ini adalah Rigid Hanger, Spring Hanger, Shoes, Trunnions. Spring Hanger adalah Support yang berbentuk

penahan gantung yang terdapat pegas untuk menahannya, sedangkan rigid hanger bentuknya sama namun lebih rigid.



Gambar 2. 7 Rigid Hanger

Shoes adalah jenis support yang berfungsi menahan berat pipa dari arah vertical.



Gambar 2. 8 Shoes Support

2.10 Longitudinal stress

Dalam perancangan suatu sistem perpipaan pada umumnya perlu dilakukan perhitungan tegangan untuk memastikan tegangan yang bekerja pada sistem perpipaan tidak melewati batas tegangan yang diijinkan (allowable stress).

Prioritas utama apabila akan melakukan suatu analisa tegangan pada sistem perpipaan adalah harus memenuhi persyaratan-persyaratan code dan standard yang benar . Terdapat beberapa batasan dalam code dan standard yang kemudian dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu batasan yang berhubungan dengan tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan, dan batasan beban (gaya dan momen) yang terjadi pada nozzle equipment akibat beban operating dan sustain sistem perpipaan (Kannappan, 1984.)

Tegangan longitudinal adalah tegangan yang searah dengan panjang pipa dan merupakan hasil dari penjumlahan dari *axial stress*, *longitudinal pressure stress*, dan *bending stress*.

Axial stress (σ_{ax}) adalah tegangan yang ditimbulkan oleh gaya F_a yang bekerja searah dengan sumbu pipa. Nilai dari tegangan aksial dapat dirumuskan sebagai berikut (Chamsudi, 2005).

$$\sigma_{ax} = \frac{F_a}{A_m} = \frac{P \cdot A_i}{A_m} \quad (2.8)$$

Keterangan :

- A_i = luas area diameter dalam pipa (in^2)
- A_m = luas area *cross section* pipa (in^2) ($\pi \cdot d_m \cdot t$)
- P = *pressure* (psi)
- od = *inside* diameter pipa (in)
- id = *outside* diameter pipa (in)

Longitudinal pressure stress (σ_{LP}) adalah tegangan yang ditimbulkan oleh gaya tekan internal (P) yang bekerja pada dinding pipa dan searah sumbu pipa, dimana tegangan tekan terbesar jika pipa berpelat tipis. Nilai tegangan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Sam Kannapan, 1986).

$$\sigma_{tp} = \frac{P \cdot A_i}{A_m} = \frac{P \cdot id^2}{4 \cdot t \cdot d_m} = \frac{p \cdot od}{4t} \quad (2.9)$$

Keterangan :

- P = Gaya tekan *internal* (psi)
- A_m = Luas penampang pipa (in^2)
- od = *inside* diameter pipa (in)
- id = *outside* diameter pipa (in)
- d_m = Diameter rata-rata (in)
- t = Tebal pipa (in)

Bending stress (σ_b) adalah tegangan yang ditimbulkan oleh momen (M) yang bekerja diujung-ujung pipa. Tegangan yang terjadi dapat berupa tegangan tekuk regang (*tensile bending*) dan tegangan tekuk tekan (*compression bending*). Tegangan tekuk maksimum terjadi pada permukaan pipa sedangkan tegangan minimum terjadi pada sumbu pipa. Nilai dari tegangan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut (Sam Kannapan, 1986).

$$\sigma_b = \frac{Mb.c}{I} = \frac{Mb.Ro}{I} = \frac{Mb}{Z} \quad (2.10)$$

Keterangan :

- I = Momen inersia penampang (in^4)
- Mb = Momen bending (in-lb)
- c = jarak dari netral *axis* (in)
- Z = Modulus permukaan (in^3)
- Ro = Radius luar pipa (in)

2.11 Sustained load

Sustained load adalah beban yang dialami oleh instalasi sistem perpipaan yang terjadi secara terus menerus. Beban ini merupakan kombinasi dari beban yang disebabkan oleh tekanan internal dan beban berat sehingga dapat mengakibatkan pipa menjadi pecah dan collaps, jika tidak dilakukan upaya pencegahan. Tegangan yang terjadi pada *sustained load* merupakan hasil dari penjumlahan tegangan *longitudinal* yang terdiri dari *axial stress*, *longitudinal pressure stress*, dan *bending stress*.

Sustain Load merupakan *stress* yang tergolong kedalam kelompok *Primary Stress*. *Primary stress* sendiri adalah jenis *stress* yang tergolong berbahaya. Pemicu yang dapat mengakibatkan *stress* ini adalah pembebanan yang terjadi secara terus menerus sehingga dapat menjadi faktor utama kegagalan material. Karena jika sampai kegagalan material. Maka pemecahannya biasanya dengan meletakkan *support* pada lokasi yang sedemikian rupa agar aman, sehingga mengurangi *stress* yang terjadi.

2.12 Autopipe

Autopipe merupakan software yang dapat digunakan untuk melakukan pemodelan sistem perpipaan bentuk 3 dimensi. Pemodelan seperti pipa, *valve*, *flange*, *tee*, *elbew*, *anchor* hingga *pipe support* dapat dimodelkan dengan mudah dan cukup praktis dengan jenis material yang cukup lengkap serta ukuran yang tepat. Selain pemodelan bentuk 3 dimensi, *autopipe* juga dapat digunakan untuk menganalisa nilai tegangan pada sistem perpipaan yang diakibatkan oleh beberapa jenis pembebanan seperti *sustained load*, *thermal load*, *ekspansioal load*, dll. Proses analisa tegangan pipa pada *autopipe* ini ditampilkan dalam plot kode warna sesuai *ratio* tegangan pada setiap *node* terhadap nilai maksimal tegangan yang diijinkan serta dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga.

2.13 Sintesa Penelitian

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan, ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Mohamad Iqbal Ansori "Perancangan Sistem Pipa Bilga Pada Kapal Ferry 500 GT Menggunakan Perangkat Lunak Autopipe", 2019	Pada Tugas Akhir ini ini dilakukan perancangan sistem pipa bilga kapal menggunakan software autopipe dengan standar ASME B31.3 untuk proses perpipaan. Tahapan dilakukan dalam perancangannya adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk perancangan sistem pipa bilga. Kemudian menentukan load case yang akan diberikan, kemudian dari load case yang telah ditentukan selanjutnya dipilih komponen apa saja

		<p>yang dibutuhkan dalam pembangunan sistem pipa bilga. Kemudian dilakukan pemodelan 3 dimensi pada autopipec dengan memasukkan input sesuai dengan komponen yang telah ditentukan, kemudian melakukan validasi model dan dilanjutkan dengan running model, sesuai dengan load case yang ditentukan. Hasil dari running model ini adalah tingkat tegangan pipa yang dijelaskan pada code stress pada software autopipec.</p> <p>Hasil dari Tugas Akhir ini berupa gambar 3 dimensi sistem pipa bilga dan berapa banyak komponen yang dibutuhkan dalam proses pembangunan sistem pipa bilga sesuai dengan standar BKI dan ASME B31.3 untuk proses perpipaan.</p>
2	<p>Prasetyo, Adhitya Tri, MM Eko Prayitno“Perencanaan General Service System Kapal Perintis 1200 GT (Studi Kasus KM. Sabuk Nusantara)”, 2017</p>	<p>Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk perencanaan general service system kapal bangunan baru KM. Sabuk Nusantara (Kapal Perintis 1200 GT) yang sesuai dengan persyaratan kelas Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Perlunya dilakukan perencanaan karena proses fabrikasi sistem perpipaan dikerjakan tanpa menggunakan gambar representasi dari routing pipa atau gambar kerja isometri. Dengan adanya gambar representasi routing pipa yang akan terinstal di kapal, akan mempermudah dan mempercepat proses fabrikasi dan erection sistem</p>

	<p>perpipaan sehingga berpengaruh pada peningkatan produktivitas galangan kapal. Perencanaan sistem general service dilakukan dengan mendesain sistem bilga, ballast, dan pemadam hydrant menggunakan software AutoCAD Plant 3D yang dapat menunjukkan model routing pipa yang akan terinstal di KM. Sabuk Nusantara 1200 GT. Kemudian dari hasil desain sistem general service dilakukan evaluasi desain dan peralatan pada sistem pemadam hydrant menggunakan software Pipe Flow Expert. Material pipa menggunakan pipa galvanis untuk memenuhi persyaratan spesifikasi teknis kapal. Dari hasil penelitian ini kemudian dapat diketahui model routing yang merepresentasikan jalur pipa general service system dengan visualisasi 3D, dan gambar kerja isometri sekaligus material take off. Spesifikasi pipa yang digunakan pada sistem bilga yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 3 (header), dan NPS 2,5 (branch) dengan schedule 20. Pada sistem ballast yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 4 (header), dan NPS 3 (branch) dengan schedule 20. Pada sistem pemadam hydrant yaitu menggunakan pipa galvanis NPS 2,5 (header), dan NPS 2 (branch) dengan schedule 20. Sistem general service menggunakan pompa sentrifugal merk</p>
--	--

		<p>Ebara dengan daya 5,55 kW (bilga), 18,5 kW (ballast), 15 kW (pemadam hydrant). Berdasarkan hasil simulasi evaluasi desain sistem pemadam hydrant disimpulkan bahwa telah memenuhi persyaratan Biro Klasifikasi Indonesia, tahun 2016, volume III, section 12. Total biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material general service system kapal KM. Sabuk Nusantara 1200 GT yaitu sebesar Rp. 749.112.000.</p>
3.	<p>Rangga Abdiyanto,” RE-DESAIN SISTEM INSTALASI LAY-OUT ENGINE ROOM, BILGE SYSTEM, BALLAST SYSTEM, FIRE MAIN SYSTEM, DOMESTIC FRESH WATER DAN SEA WATER SUPPLY PADA KAPAL SV. GARUDA OFFSHORE”, 2019</p>	<p>Pada penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui daya pompa yang sesuai pada setiap gambar redesain mengetahui kebutuhan material pipa dan valve pada saat akan melakukan pemasangan pipa pada kapal. Permasalahan timbul ketika peletakan alur pipa yang seharusnya tidak boleh melewati <i>crew room</i> atau daerah yang seharusnya tidak boleh dilewati alur pipa, penempatan pompa yang tidak sesuai dan seharusnya mudah diakses crew, tidak mempersulit proses perbaikan pipa sewaktu terjadinya kebocoran, posisi peletakan pipa yang rumit dan sulit dijangkau. Kemudian akan dilakukan perhitungan untuk menentukan daya pompa, kebutuhan setiap pipa, serta kebutuhan valve pada kapal tersebut, sehingga akan dilakukan proses gambar redesain untuk mencari alternative. Pada</p>

	<p>pompa P1 daya pompa dari capacity 150 m³ /h dan head 145 m. Pada pompa P2 daya pompa dari capacity 150 m³ /h dan head 145 m. Pada pompa P3 daya pompa dari capacity 60 m³ /h dan head 45 m. Pada pompa P4 daya pompa dari capacity 55 m³ /h dan head 40 m. Penggunaan material pipa gambar redesain lebih efisien pada bagian, bilge system, dan ballast system, dimana kebutuhan material pipa pada gambar redesain ialah 9,06% dari gambar perusahaan. Dan pada gambar ballast system untuk kebutuhan material pipa redesain 9,88% dari kebutuhan material pipa pada gambar perusahaan. Penggunaan material valve pada gambar redesain lebih efisien dari gambar redesain, dimana untuk gambar perusahaan pada bagian bilge system, ballast system, dan fire system Sehingga kebutuhan material valve redesain 57% dari kebutuhan material valve pada gambar perusahaan.</p>
--	---

