# DISTRIBUSI TEGANGAN SISTEM PERPIPAAN BALLAST PADA KAPAL PERINTIS 1200 GT MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CAESAR II 5.10.

Rachmat Eka Subekhi[1] dan Bagiyo Suwasono[1]*
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah 60111
*email : bagiyo.suwasono@hangtuah.ac.id

***ABSTRACT***

*Ship ballast system is useful to set the position of the vessel either trim or capsizes or even keel. For that ballasts are placed in the niche, a niche ahead, double bottom tank, upright tank and side tank. Planning on a good ballast system should pay attention to factors – factors such as load is borne by the pipe and the temperature of the work on pipeline in the outline of the design of this pipe system must not generate a higher stresses pipes that are permitted and could be accepted by the pipe material type. Thus to reduce a tension in the pipe can be used with the addition of support that will be designed using software CAESAR II with the variation of operation load and sustain load.*
***Keywords:*** *Ballast system piping, stress pipe, software CAESAR II*

**ABSTRAK**

Sistem ballast pada kapal berguna untuk mengatur posisi kapal baik trim maupun oleng ataupun even keel. Untuk itu ballast ditempatkan didalam ceruk belakang, ceruk depan, tangki-tangki dasar ganda, tangki tegak dan tangki samping. Perencanaan tentang sistem ballast yang baik harus memperhatikan faktor – faktor seperti beban yang ditanggung pipa dan temperatur kerja pada pipa secara garis besar perancangan sistem pipa ini tidak boleh menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan pipa yang diizinkan dan bisa diterima oleh jenis material pipa tersebut. Maka dari itu untuk mengurangi suatu tegangan pada pipa dapat digunakan penambahan support yang nantinya akan didesain menggunakan software CAESAR II dengan variasi pembebanan sustain load dan operation load.
**Kata kunci:** Sistem ballast, tegangan pipa, *software CAESAR II*

## PENDAHULUAN

Sistem ballast pada kapal berguna untuk mengatur posisi kapal baik trim maupun oleng ataupun even keel. Untuk itu ballast ditempatkan didalam ceruk belakang, ceruk depan, tangki-tangki dasar ganda, tangki tegak dan tangki samping. Kegiatan memasukkan dan mengeluarkan air laut ke kapal, lama kelamaan akan berpengaruh kepada kekuatan pipa – pipa di sistem ballast. Karena pipa ballast biasanya terletak bersinggungan dengan konstruksi yang lain di *double bottom* kapal. Maka dari itu, perncanaan tentang sistem ballast ini membutuhkan perncanaan yang baik dan juga harus memperhatikan faktor – faktor seperti beban yang ditanggung pipa dan temperatur kerja pada pipa. Maka secara garis besar perancangan sistem pipa ini tidak boleh menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan pipa yang diizinkan dan bisa diterima oleh pipa tersebut. Analisa yang dilakukan adalah analisa beban statis untuk mengetahui besarnya tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan ballast yang menimbulkan *overstress* di pipa. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa tegangan yang terjadi di sistem pipa ballast dengan atau tanpa support pada saat beban *sustain & operation.*

## TINJAUAN PUSTAKA

Pada kapal-kapal laut didalam perubahan atau pengaturan muatan sarat kapal oleng atau trim kapal dipergunakan sistem ballast. Pada kapal dalam keadaan trim ke muka supaya propeller bisa bekerja dengan baik dalam arti propeller tetap didalam air biasanya dipergunakan ballast air. Pada kapal barang dan kapal penumpang ballast air bisa mencapai 20 % sampai 30 % dari

displacement kapal. Dan untuk tanker dalam keadaan kosong muatan, pemberian ballast dapat mencapai 50 % atau lebih dari displacement kapal. Sistem ballast untuk dapat melakukan tugasnya dilengkapi dengan pipa-pipa, katup, pompa-pompa dan peralatan lainnya. Fungsi pompa ballast untuk mengalirkan air dan mengosongkan air atau mengisi tangki ballast. Pompa tersebut juga untuk mengambil air ballast dari lubang pengisapan atau sea chest, mengisi tangki-tangki ballast, fore peak dan after peak tank dan sebaliknya. [1]

**Kapal Perintis 1200GT**

Kapal Perintis 1200 GT merupakan salah satu kapal penumpang barang jika dilihat dari fungsinya. Kapal perintis 1200 GT adalah kapal milik pemerintah Kementerian Perhubungan yang sedang dibangun untuk mendukung program tol laut dari pemerintah guna melayani transportasi di daerah terpencil. Dalam pengoperasiannya kapal ini melayani rute di kawasan Indonesia Timur. [2]

**Gambar 1.** Kapal Perintis 1200 GT

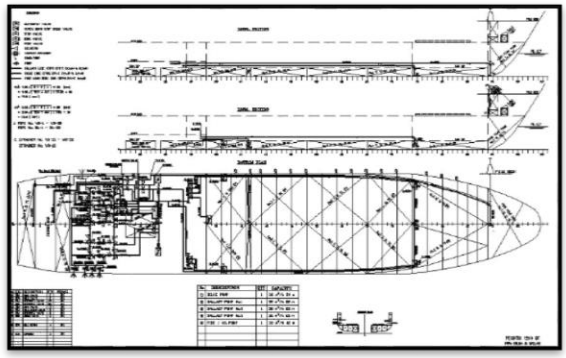
**Ukuran Utama Kapal Perintis 1200GT**

Ukuran utama dari kapal yang direncanakan:

- Panjang kesluruhan (LOA) : 62,80 M
- Panjang garis tegak (LBP) : 57,36 M
- Lebar (B) : 12,00 M
- Tinngi geladak (D) : 4,00 M
- Tinngi sarat (T) : 2.70 M

**Sistem Ballast Kapal Perintis 1200GT**

Dilihat dari fungsinya sebagai kapal penumpang dan barang, maka penggunaan sistem ballast sangat penting saat kapal berlayar. Fungsi dari sistem ballast pada kapal ini adalah untuk menjaga kapal tetap dalam kondisi stabil dan untuk menyeimbangkan kapal saat kondisi trim. Sistem ballast pada kapal perintis 1200 gt terletak di bagian ceruk belakang, ceruk depan, tangki-tangki dasar ganda.



**Gambar 2.** Sistem Ballast Kapal Perintis 1200 GT

**Komponen Sistem Ballast**

Dalam suatu sistem ballast biasanya terdiri atas beberapa komponen yaitu :
- H.S.C (high sea chest /lubang pengisapan yang dipasang pada lambung kapal di bawah garis air)
- L.S.C (low sea chest / lubang pengisapan yang dipasang pada samping kapal di bawah air)
- Ballast Pump (pompa yang berfungsi untuk mengisi/ mengosongkan tangki ballast)
- Ballast Valve (katup yang berfungsi untuk menutup dan membuka aliran fluida dalam sistem pengisian pengosongan tangki ballast). [3]

**Cara Kerja Sistem Ballast**

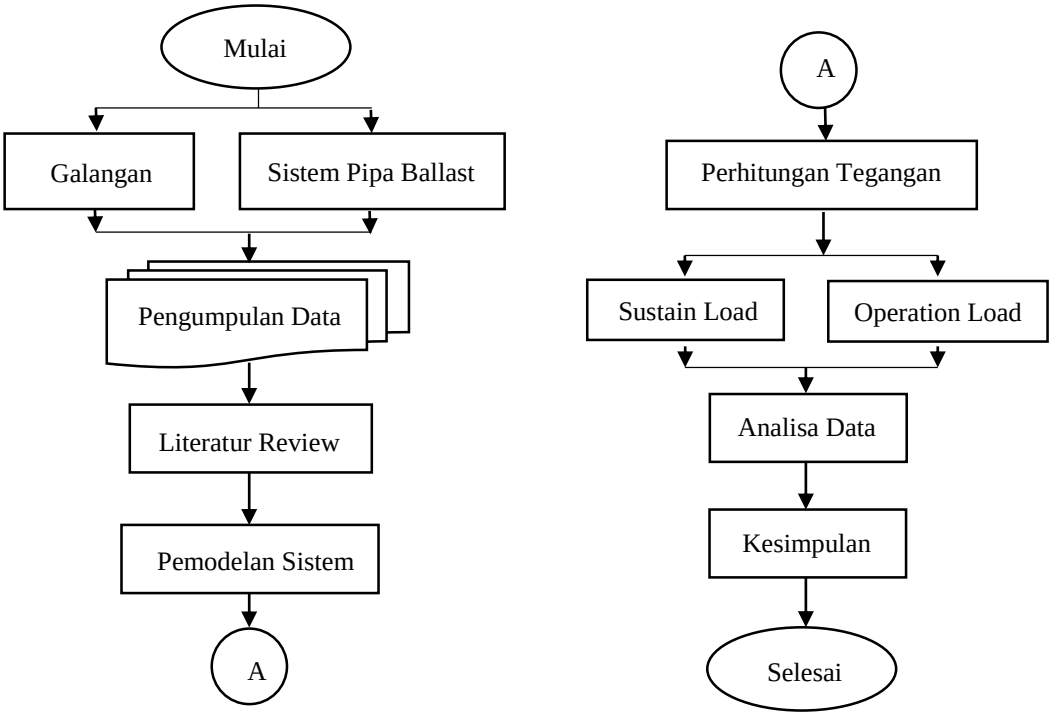
Dalam rangkaian atau instalasi pipa ini, sambungan pipa langsung tehubung pada kedua sea chest yang ada pada kapal, yakni high sea chest ( H.S.C ) dan low sea chest ( L.S.C ). Kedua sea chest ini dilengkapi dengan katup dan pompa sebagai komponennya.
- Air laut yang masuk dalam kapal dipompa terlebih dahulu dengan keadaan katup telah terbuka. Jika kapal berlayar di daerah dengankeadaan sarat yang tinggi, maka untuk sistem pemasukan air laut cukup menggunakan low sea chest sebagai fasilitatornya. Tetapi jika kapal berlayar di daerah dengan kondisi perairan shallow draught atau sarat rendah, maka high sea chest yang akan digunakan sebagai fasilitatornya.
- Setelah air masuk melalui sea chest, maka langkah awal air laut akan melalui strainer, yang akan memisahkan air laut dari kotoran – kotoran yang terbawa masuk. Kemudian setelah bersih, air langsung didistribusikan ke tangki – tangki yang membutuhkan. [3]

**Software CAESAR II 5.10**

CAESAR II.5.10 merupakan salah satu program versi lanjutan dari program CAESAR II dengan basis fenite element yang mampu melakukan analisis tegangan baik pada sistem perpipaan ataupun struktur kerangka suatu bangunan. Namun program ini lebih terkenal digunakan untuk menganalisis tegangan sistem perpipaan yang berorientasi berdasarkan berat, tekanan, temperatur, gaya, momen, seismic, angin serta beban dinamik yang dianalisis. CAESAR II diperkenalkan tahun 1984 yang dibuat oleh perusahaan perangkat lunak bernama COADE Inc. Dengan menggunakan program CAESAR II maka akan didapatkan hasil perhitungan dalam analisis dengan tingkat akurasi yang tinggi dan mempersingkat waktu dalam melakukan pemecahan kasus bagi seorang engineer dalam merancang sistem perpipaan. CAESAR II juga menyediakan standar-standar Internasional seperti ASME, NEMA, API, dsb. Untuk melakukan pendekatan terkait sifat-sifat fisis material dan juga mengatur batasan-batasan demi sebuah keamanan desain. Dari sana lah

kita dapat mengetahui bahwa apakah desain jalur pipa mengalami kegagalan dan dievaluasi atau dapat dinyatakan aman untuk kondisi operasi nantinya. [4]

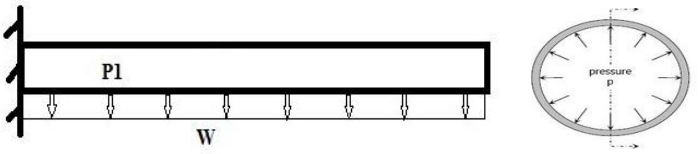
## METODE PENELITIAN




**Gambar 3**. Diagram Alir Metode Penelitian

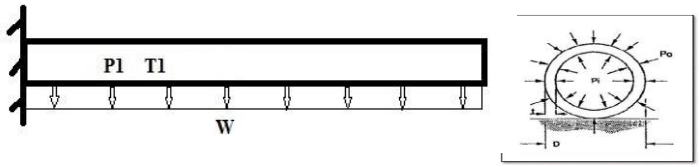
Dalam proses simulasi perhitungan tegangan di software Caesar II, sistem perpipaan akan diberikan berbagai variasi pembebanan yang meliputi:

**Pembebanan sustain *(sustain load)***
Pembebanan sustain dimana memperhitungkan beban yang dihasilkan dari berat pipa dan tekanan internal dari pipa.




**Gambar 4.** Skematik Pembebanan Sustain

**Pembebanan operation *(operational load)***
Pembebanan operation perlu diperhatikan karena pembebanan ini merupakan pembebanan sesungguhnya saat sistem perpipaan tersebut beroperasi. Kombinasi dari pembebanan ini karena berat, temperatur, tekanan internal, dan gelombang serta arus laut.




**Gambar 5.** Skematik Pembebanan Operation

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ANALISA HASIL TEGANGAN WATERBALLAST EXISTING & WATERBALLAST MODIF SUPPORT

**TABEL 1.** Perhitungan Tegangan Water Ballast Existing

| Name | Water Ballast Existing | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sustain Load | | Operation Load | |
| | Min | Max | Min | Max |
| WB1 | 7,57 | 142,8 | 2,74 | 143,6 |
| WB2 | 7,57 | 124,6 | 2,74 | 125,3 |
| WB3 | 7,57 | 122,4 | 2,74 | 124,2 |
| Total | 22,71 | 389,8 | 8,22 | 393,1 |

**TABEL 2.** Perhitungan Tegangan Water Ballast Modif Support

| Name | Water Ballast Modif Support | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sustain Load | | Operation Load | |
| | Min | Max | Min | Max |
| WB1 | 7,57 | 55,92 | 2,74 | 64 |
| WB2 | 7,57 | 55,2 | 2,74 | 90 |
| WB3 | 7,57 | 252,97 | 2,74 | 119,02 |
| Total | 22,71 | 364,09 | 8,22 | 273,02 |

Penelitian dari hasil perbandingan sistem waterballast existing dan sistem waterballast modif support untuk mencari tegangan terkecil yang dihasilkan dengan pembebanan sustain load dan operation load. Dari hasil perhitungan diatas sistem waterballast dengan modif support menghasilkan tegangan lebih kecil daripada sistem waterballast existing. Menurut hasil analisa statistic diskripsi melalui metode *Crosstabs* degan uji *Chi-square* menunjukan bahwa tidak ada perbedaan Pearson Chi-square pada sustain dan operation load, (p-value sebesar 0,199 > 0.05 )

| Pearson Chi-square | | | |
|---|---|---|---|
| WATERBALLAST | Pearson Chi-square | | Taraf Nyata |
| | value | Asymp.Sig | |
| SUSTAIN EXISTING | 6.000[a] | 0,199 | ≥ 0,05 |
| SUSTAIN SUPP.MODIF | 6.000[a] | 0,199 | |
| OPERATION EXISTING | 6.000[a] | 0,199 | |
| OPERATION SUPP.MODIF | 6.000[a] | 0,199 | |

**Karakteristik Subyek Penelitian Waterballast Existing**

Diskripsi subyek berdasarkan hasil perhitungan tegangan Waterballast Existing pada sustain load didapatkan total sebesar 389,8 menunjukan standar deviasi 11,19 untuk median 124,6 ( normalitas p-value sebesar 0,118> 0.05 ) . Sedangkan hasil perhitungan tegangan Waterballast Existing pada operation load didapatkan total sebesar 393,1 menunjukan standar deviasi 10,89 untuk median 125,3 ( normalitas p-value sebesar 0,096> 0.05 )

| Normality Crosstabs Chi-square | | | |
|---|---|---|---|
| Keterangan | Pearson Chi-square | | Taraf Nyata |
| | Statistic | Asymp.Sig | |
| SUSTAIN EXISTING | 0,883 | 0,188 | ≥ 0,05 |
| OPERATION EXISTING | 0,792 | 0,096 | |

**Karakteristik Subyek Penelitian Waterballast Modif Support**

Diskripsi subyek berdasarkan hasil perhitungan tegangan Waterballast Modif Support pada sustain load didapatkan total sebesar 364,09 menunjukan rata – rata 121,3 dengan standar deviasi 113,9 ( normalitas p-value sebesar 0,006 < 0.05 ) . Sedangkan hasil perhitungan tegangan Waterballast Modif Support pada operation load didapatkan total sebesar 273,02 menunjukan standar deviasi 27,5 untuk median 90 ( normalitas p-value sebesar 0,939 > 0.05 )

| Normality Crosstabs Chi-square | | | |
|---|---|---|---|
| Keterangan | Pearson Chi-square | | Taraf Nyata |
| | Statistic | Asymp.Sig | |
| SUSTAIN SUPP.MODIF | 0,753 | 0,006 | ≤ 0,05 |
| OPERATION SUPP.MODIF | 0,999 | 0,939 | ≥ 0,05 |

## KESIMPULAN

Dari analisa hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa sistem water ballast existing menghasilkan tegangan lebih besar daripada sistem water ballast dengan tambahan modif support. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan support yang baik dapat mengurangi tegangan yang terjadi pada sistem perpipaaan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada semua pihak Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah beserta seluruh dosen,karyawan dan staf tata usaha (TU) FTIK yang selalu memberi dukungan

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Utomo, B. 2007. Sea Chest Perannya Sebagai Lubang Pengisapan Untuk Mensuplai Kebutuhan Air Laut Pada Eksploitasi Kapal.

[2] Andanniyo, A, 2014. Desain Ulang Kapal Perintis 200 DWT untuk Meningkatkan Performa Kapal. *Skripsi.*

[3] Windyandari, A.,dan Jati I. J. 2007. Perancangan Sistem Perpipaan Km.Nusantara ( Piping System )

[4] Maulana, A. 2016. Perhitungan Tegangan Pipa Dari Discharge Kompresor Menuju Air Cooler Menggunakan Software CAESAR II 5.10. Jakarta: Universitas Mercubuana