

*Volume 2, Nomor 2, Desember 2023*

# *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*

**Penerbit :**



**Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin**



e-ISSN: 2962-3359

Hak Cipta© 2023, Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Penggandaan atau penerjemahan sebagian/seluruh bagian dari jurnal ilmiah ini harus seijin tertulis Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.  
Hak Cipta dilindungi undang-undang.

**Alamat Sekretariat:**

Redaksi Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman (JRT2K)  
Lantai 3, Gedung Naval A  
Kampus Fakultas Teknik Gowa, Universitas Hasanuddin (UNHAS)  
Jl. Poros Malino, km. 6, Bontomarannu  
Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia  
E-mail : [jrt2k@unhas.ac.id](mailto:jrt2k@unhas.ac.id)  
Website : <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jrt2k>

## **Staf Redaksi**

- Pengarah : Dekan Fakultas Teknik, UNHAS
- Pemimpin Redaksi : Dr.Eng. Ir. Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng
- Editor Pelaksana : Balqis Shintarahayu, ST, M.Sc.
- Dewan Redaksi : Ir. H. Zulkifly A. Yusuf, MT  
Muhdar Tasrief, ST., M.Eng., P.hD  
Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl,-Ing  
A. Haris Muhammad,MT.,PhD  
Baharuddin, ST., MT  
Dr. Rahimuddin, ST., MT  
Haryanti Rivai, ST., MT, PhD  
Suryanti Hariyanto, ST., MT  
Hasnawiyah Hasan, ST., M.Eng  
Andi Husni Sitepu, ST., MT  
Muhammad Iqbal Nikmatullah, ST., MT  
Wira Setiawan, ST.,MT  
Apriyansyah,ST.,MT
- Staf Kesekretariatan : Abdul Rahman, S.Sos  
Indah Nur Hahyu, A.md, A.B

## Kata Pengantar Redaksi

*Assalamu Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*  
Salam Hormat,

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin. Dalam kesempatan ini, kami dengan rendah hati mempersembahkan edisi terbaru Jurnal Ilmiah Jurnal Riset & Teknokogi Terapan Kemaritiman (JRT2K) Volume 2 Nomor 2. Edisi terbaru ini berisi artikel-artikel yang membahas berbagai topik penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan yang terkini dan relevan. Terdapat 6 (enam) makalah yang membahas berbagai macam topik penelitian maupun pengabdian masyarakat yang menarik dan terkini dalam bidang teknik sistem perkapalan dan kemaritiman, diantaranya terdapat 5 (lima) makalah penelitian dan 1 (satu) makalah terapan riset.

Makalah pertama membahas tentang pembuatan konstruksi bangunan pemecah gelombang di Pelabuhan Soekarno Hatta yang bertujuan untuk mendapatkan perairan yang tenang. Hasil yang diperoleh bahwa bangunan pemecah gelombang efektif dalam mengurangi tinggi gelombang datang 2,5 m dari arah barat. Sehingga bangunan pemecah gelombang ini efektif untuk menjaga kolam pelabuhan tetap tenang dan aktifitas kapal bisa berjalan baik.

Sedangkan makalah kedua mengukur kinerja pelaksanaan sistem Inaportnet di pelabuhan Semayang Balikpapan. Hasil penelitian menggunakan metode Importance Performance Analysis didapatkan nilai tingkat kesesuaian (Tki) antara kinerja dengan apa yang diharapkan oleh pengguna administrator otoritas Pelabuhan.

Makalah ketiga mengkaji uji tarik Stainless Steel (SS 304), Stainless Steel (SS 316), dan Stainless Steel (SS 316L) sebagai bahan poros baling-baling kapal, dengan tujuan memastikan kecocokannya sesuai standar Badan Klasifikasi Indonesia (BKI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji kekuatan tarik telah memenuhi standar BKI.

Makalah keempat menganalisis performa dari sistem ducting yang telah direncanakan dengan menggunakan Computational Fluids Dynamic (CFD). Hasil penelitian ini yaitu sistem ducting yang sudah direncanakan dapat menjaga suhu kamar mesin pada kondisi beban panas maksimum, kondisi berlayar dengan variasi daya mesin, kondisi masuk-keluar pelabuhan, kondisi bongkar muat serta pada kondisi kapal berlabuh.

Makalah kelima karakteristik aliran fluida seperti pressure drop pada sambungan dan belokan pipa serta bukaan katup dengan menggunakan metode simulasi CFD. Model objek yang digunakan yakni set model jaringan pipa dengan variasi bukaan katup dan initial. Hal lain yang diamati meliputi; perubahan kecepatan fluida, koefisien gesek, serta pressure drop yang terjadi dalam jaringan instalasi pipa.

Makalah berikutnya adalah sebuah makalah tentang terapan riset yang memperkenalkan dan memberikan pemahaman tentang pentingnya aspek K3, kemudian menerapkan tindakan pencegahan terhadap hal-hal yang bisa menyebabkan kecelakaan dan masalah kesehatan kerja pada lingkungan kerja “Cahaya Laut” sebagai salah satu kelompok nelayan-pebudidaya rumput laut di Kecamatan Binamu dusun Pattontongan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan reviewer yang telah berkontribusi dalam memastikan kualitas dari setiap artikel yang dimuat dalam edisi bulan Desember 2023. Semoga hasil-hasil riset inovatif yang terbit di edisi kali ini dapat bermanfaat bagi pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi serta umat manusia. Terima kasih kami ucapkan juga semua pihak yang telah membantu dalam proses pengelolaan, pengeditan, hingga produksi Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman. Semoga edisi terbaru ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi para pembaca.

Wassalamu Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 30 Desember 2023

**Dr.Eng. Faisal Mahmuddin, ST. M.Inf.Tech., M.Eng.**  
Pemimpin Redaksi

# Daftar Isi

<b>Staf Redaksi</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar Redaksi</b>	<b>ii</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>iv</b>

## Riset Kemaritiman

<b>Efektifitas Kerja Bangunan Pemecah Gelombang Pelabuhan Soekarno-Hatta dalam Mereduksi Tinggi Gelombang Datang</b> Firman Husain	<b>46-51</b>
<b>Evaluasi Penerapan Sistem Inaportnet di Pelabuhan Semayang Balikpapan</b> Andi Sitti Chairunnisa, Abdul Haris Djalante, Sri Utari	<b>52-60</b>
<b>Kajian Eksperimental terhadap Sifat Kekuatan Tarik Material pada Poros Baling-Baling Kapal</b> Suardi Suardi, Alamsyah Alamsyah, Muhammad Uswah Pawara, Wira Setiawan, Andi Najwa Ramadana	<b>61-66</b>
<b>Performa Ducting pada Sistem Pengkondisian Udara Kamar Mesin Kapal Ferry Ro-Ro Lintas Lembar – Padang Bai</b> Iqbal Nikmatullah, Andi Husni Sitepu, Andi Haris Muhammad, Surya Hariyanto, Rachmat Zakaria Ilyas	<b>67-72</b>
<b>Pengaruh Variasi Sambungan dan Katup terhadap Perubahan Kecepatan, Pressure Drop dan Koefisien Gesek pada Aliran Fluida dalam Pipa</b> Baharuddin, Balqis Shintarahayu, Yisrel Loyis Sialla Sialla	<b>73-77</b>

## Terapan Riset

<b>Dispersi Pengetahuan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Pengrajin Perahu Nelayan Fiberglass Dusun Pattontongan Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto</b> Farianto Fachruddin, Syamsul Asri, Mohammad Rizal Firmansyah, Wahyuddin Mustafa, Zulkifli Yusuf, Lukman Bochary, Fadhil Rizki Clausthaldi, Muhammad Akbar Azis	<b>78-83</b>
---	--------------

# Efektifitas Kerja Bangunan Pemecah Gelombang Pelabuhan Soekarno-Hatta Dalam Mereduksi Tinggi Gelombang Datang

Firman Husain<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>*Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia*

\*Email: firman.husain@unhas.ac.id

---

## Abstrak

Pembuatan konstruksi bangunan pemecah gelombang bertujuan untuk mendapatkan perairan yang tenang. Pada pelabuhan, perairan yang tenang merupakan hal yang sangat penting agar supaya proses bongkar muat pada pelabuhan dapat berjalan dengan baik. Untuk itu maka tiap pelabuhan yang dibangun sebisa mungkin harus dibuatkan bangunan pemecah gelombang. Ada beberapa tipe bangunan pemecah gelombang yang biasa digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan. Pada penelitian ini objek yang analisis ini adalah bangunan pemecah gelombang Pelabuhan Soekarno Hatta yang terletak 1500 m di depan dermaga yang bertipe pemecah gelombang miring. Pada pengolahan data digunakan bantuan perangkat lunak untuk menganalisis fenomena difraksi dan refraksi gelombang yang disebabkan oleh variasi kedalaman air. Hasil yang diperoleh bahwa bangunan pemecah gelombang efektif dalam mengurangi tinggi gelombang datang 2,5 m dari arah barat. Dari analisis grafik menunjukkan, bangunan pemecah gelombang dapat mereduksi gelombang yang masuk hingga 0,5 m. Sehingga bangunan pemecah gelombang ini efektif untuk menjaga kolam pelabuhan tetap tenang dan aktifitas kapal bisa berjalan baik.

## Abstract

**Effectiveness of Soekarno-Hatta Port Wave Breaker Building Work in Reducing the Height of Incoming Waves.** The construction of wave breakers aims to obtain calm waters. At ports, calm waters are very important so that the loading and unloading process at the port can run smoothly. For this reason, every port must be equipped with a breakwater. There are several types of breakwater buildings that are commonly used to protect port areas. In this research, the object of analysis is the Soekarno Hatta Harbor breakwater building which is located 1500 m in front of the pier which is an inclined breakwater type. In data processing, software assistance is used to analyze the phenomena of diffraction and wave refraction caused by variations in water depth. The results obtained show that the wave breaker building is effective in reducing the height of the incoming waves of 2.5 m from the west. Graphic analysis shows that wave breaker buildings can reduce incoming waves by up to 0.5 m. So this wave breaker building is effective in keeping the harbor pool calm and ship activities can run well.

*Kata Kunci: Pemecah gelombang; pelabuhan; tinggi gelombang; aktifitas kapal*

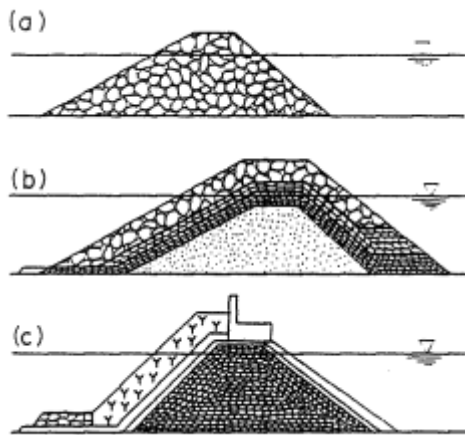
---

## 1. Pendahuluan

Saat ini sudah begitu banyak bangunan pantai yang telah dibangun di seluruh wilayah Indonesia seperti bangunan pemecah gelombang, dinding pantai, groin dan lain-lain [1]. Setiap bangunan pantai yang dibangun memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda satu sama lainnya. Bangunan pemecah gelombang merupakan salah satu bangunan pantai yang berfungsi untuk memecah energi dan tinggi gelombang sehingga area pantai dibelakang bangunan bisa terlindungi. Seperti diketahui bahwa Sekitar 50% tingkat kepadatan penduduk dan intensitas pembangunan industri berada di area pantai [2]. Oleh karena itu maka keberadaan bangunan pemecah gelombang sangat diperlukan.

Sedangkan untuk keperluan aktifitas di pelabuhan maka pembuatan bangunan pemecah gelombang bertujuan untuk melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang dan kegiatan bongkar muat kapal bisa berjalan dengan aman dan lancar [3]. Bangunan pemecah gelombang setidaknya memiliki tiga tipe yang pertama yaitu pemecah gelombang tipe miring yang biasanya dibuat dari tumpukan batu pecah yang disusun sedemikian rupa sehingga terbentuk struktur yang kuat yang bisa menahan terjangan gelombang. Tipe kedua yaitu tipe tegak yang terbuat dari beton. Bentuk dari pemecah gelombang yang terbuat dari beton ini bisa berbentuk segiempat dan ada juga berbentuk lingkaran. Model ini biasanya disesuaikan

dengan kondisi dimana akan diletakkan nantinya. Tipe ketiga dari pemecah gelombang yaitu pemecah gelombang tipe khusus, dimana bangunan pemecah gelombang ini di desain khusus tidak seperti dua tipe yang lain seperti pemecah gelombang terapung, pemecah gelombang rongga udara dan juga yang memakai sistem hidraulik [4].



Gambar 1. Contoh tipe pemecah gelombang (sloping/mound)

Gambar 1 menunjukkan salah satu tipe pemecah gelombang yaitu pemecah gelombang tipe miring. Pemecah gelombang tipe miring menjadi solusi pemilihan tipe bangunan pemecah gelombang. Hal ini karena tipe bangunan ini efektif memecah gelombang dan menghilangkan energinya. Disamping itu batu sebagai bahan dasar pembuatan tipe ini banyak dan mudah ditemukan di daerah lokasi pembangunannya. Meskipun dalam pembangunannya peralatan yang digunakan terbatas, para pekerja yang sudah terbiasa dan ahli dalam pembangunannya bisa melakukan dengan baik [5], [6].

Perlindungan pelabuhan dari terjangan gelombang harus menjadi perhatian utama bagi terlaksananya proses bongkar muat kapal di Pelabuhan. Kondisi perairan di dalam kolam pelabuhan dipersyaratkan harus bisa membuat pergerakan naik turun kapal akibat gelombang maksimum 0,8 m dan gerak maju mundur kapal akibat dorongan gelombang sebesar 1 m serta pergerakan kesamping sebesar 0,6 m [7]. Oleh karena itu maka sistem perlindungan Pelabuhan diupayakan seefektif mungkin bisa melindungi pelabuhan dari serangan gelombang laut baik yang biasa hingga gelombang ekstrim

Efektifitas dari struktur pemecah gelombang yang berada di depan Pelabuhan Soekarno-Hatta dalam melindungi area Pelabuhan dari terjangan gelombang akan diujicoba menggunakan metode simulasi pemodelan dengan bantuan perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan metode gelombang batas [8]. Pada analisa ini fenomena difraksi dan refraksi gelombang yang disebabkan oleh variasi kedalaman air dipertimbangkan [9]. Bangunan pemecah

gelombang yang ada di depan Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar ada dua buah, yang pertama dibangun memanjang dari Pulau Gusung dengan Panjang berkisar 1010 m, dilihat dari penempatannya, bangunan pemecah gelombang ini adalah yang utama karena letaknya yang sejajar didepan Pelabuhan Soekarno-Hatta. Bangunan pemecah gelombang yang kedua dibangun dari Pulau Lae-lae menerus kearah laut yang panjangnya berkisar 1013 m. Kedua bangunan pemecah gelombang ini termasuk tipe pemecah gelombang miring, yang dibangun dari batuan.

Parameter efektifitas bangunan pemecah gelombang yang digunakan dalam pengukuran ini adalah rasio tinggi gelombang (wave height ratio). Rasio tinggi gelombang merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur efektifitas kerja dari sebuah bangunan pemecah gelombang yang telah dibangun terhadap kemampuannya dalam melindungi area dibelakang dari bangunan pemecah gelombang itu sendiri. Semakin rendah rasio tinggi gelombangnya berarti makin bagus kerja dari bangunan pemecah gelombang tersebut itu bekerja mengurangi tinggi gelombang datang. Metode ini dapat digunakan untuk menguji bangunan pemecah gelombang yang telah terpasang dilokasi dimana sebelumnya belum sempat diujicoba dalam skala laboratorium. Dan untuk melengkapi pengujian ini dibutuhkan beberapa data-data penunjang dari lapangan seperti gambar dari bangunan pemecah gelombang, kedalaman air, arah gelombang dan lain-lain [10].

## 2. Metode

Subjek dari penelitian ini adalah bangunan pemecah gelombang yang berada di depan pelabuhan Makassar IV. Secara geografis terletak pada koordinat  $05^{\circ}07'25''$ LS dan  $119^{\circ}22'20''$ BT di lokasi telah ada bangunan pelindung pantai baik yang dibangun oleh pengelola pelabuhan maupun yang terbentuk secara natural yaitu berupa pulau-pulau kecil. Oleh karena itu maka tahapan penelitian ini dimulai dengan studi literatur. Studi literatur ini digunakan beberapa referensi sebagai acuan diantaranya buku bacaan perencanaan bangunan pemecah gelombang, jurnal, prosiding, skripsi, thesis, internet dan lain – lain tentang hidrodinamika bangunan pemecah gelombang. Kunjungan kelokasi obyek penelitian dilakukan untuk pengambilan data awal tentang bangunan pemecah gelombang di pelabuhan, data yang diperoleh adalah gambar bangunan dengan dimensinya seperti panjang bangunan, lebar bangunan dan tinggi bangunan. Pada program, input kordinat dari lokasi bangunan pemecah gelombang tersebut yang diperoleh dari google earth akan dimasukkan dan kordinat tersebut diubah kedalam meter. Input lokasi dari pemecah

gelombang tersebut digunakan sebagai batas pada metode persamaan gelombang batas. Untuk menampilkan data kedalam grafik maka perangkat lunak transform digunakan. Sehingga data yang berupa angka-angka akan lebih jelas terlihat ketika telah diubah ke dalam bentuk gambar. Untuk data gelombang diperoleh dari [11] dengan kurun waktu 10 tahun. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan program mawar gelombang sehingga dapat diketahui arah gelombang dominan pada area Pelabuhan.

Gelombang laut terbentuk dari hembusan angin dan merambat ke pesisir. Jarak tempuh gelombang berpengaruh terhadap besar kecilnya bentuk gelombang. Interaksi gelombang dengan struktur laut merupakan hal yang menarik untuk diteliti. Gelombang laut dalam situasi nyata adalah pola acak, tidak linier [12]. Namun, untuk menyederhanakan masalah kompleks tentang perjalanan gelombang, dapat diasumsikan bahwa pergerakan gelombang bersifat linier sehingga pergeseran permukaan gelombang dapat dijelaskan dengan rumus berikut [13].

$$\eta = \frac{H}{2} \cos(kx - \omega t) \quad (1)$$

$$\eta_0(x, y, t) = \frac{H}{2} \cos(k_x x + k_y y - \omega t) \quad (2)$$

Kecepatan potensial dari gelombang dengan symbol  $\Phi_0$  didefinisikan sebagai berikut,

$$\Phi_0(x, y, t) = \text{Real} \left[ -\frac{igH}{2\omega} \frac{\cosh k(h+z)}{\cosh kh} \exp(i(k_x x + k_y y - \omega t)) \right] \quad (3)$$

Rumus ini berlaku jika gelombang mengalir tanpa gangguan. Untuk mendapatkan wave ratio atau perbandingan tinggi gelombang di belakang pemecah gelombang dengan tinggi gelombang masuk. Perlu dicari kecepatan potensial sebaran gelombang di setiap daerah dengan menggunakan metode analisis batas gelombang [14]. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan pengaturan fungsi *vertical line source green's function* yang dikembangkan oleh Isaacson [15].

$$\begin{aligned} \Phi_s(x, y, z, t) = & \\ & -\frac{igH}{2\omega} \frac{\cosh k_n(h_n+z)}{\cosh(k_n h_n)} (\varphi_s)_n(x, y). \exp(-i\omega t) = \\ & -\frac{igH}{2\omega} \frac{\cosh k_n(h_n + z)}{\cosh(k_n h_n)} x \int_{S_n+M_{Fn-1}+M_{Rn}} f_n(X, Y) G(x, y; X, Y) dC(X, Y). \exp(-i\omega t) \end{aligned} \quad (4)$$

Setelah menentukan batas gelombang pada kedalaman air yang bervariasi, rasio tinggi gelombang ( $K_D$ ) dan fase ( $P_H$ ) pada setiap daerah gelombang dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut

$$K_D(x, y) = \frac{|\varphi_0(x, y) + \varphi_s(x, y)|}{|\varphi_0(x, y)|} \quad \text{region 1} \quad (5)$$

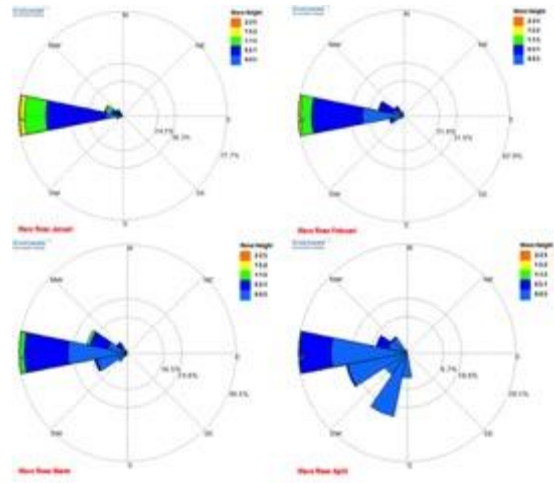
$$K_D(x, y) = \frac{|\varphi_s(x, y)|}{|\varphi_0(x, y)|} \quad \text{other region} \quad (6)$$

$$P_H(x, y) = \text{arg}\{\varphi_0(x, y) + \varphi_s(x, y)\} \quad \text{region 1} \quad (7)$$

$$P_H(x, y) = \text{arg}\{\varphi_s(x, y)\} \quad \text{other region} \quad (8)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data gelombang yang telah diambil dari [6] dalam kurun waktu 10 tahun dengan interval waktu 6 jam, kemudian data yang diperoleh dikelompokkan menjadi data bulanan sehingga menghasilkan mawar gelombang tiap bulan seperti yang terlihat pada Gambar 2.

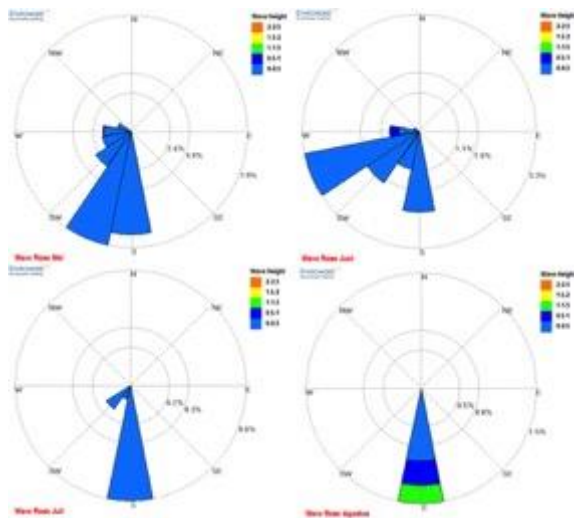


Gambar 2. Mawar gelombang di Pelabuhan Soekarno-Hatta pada Januari-April

Gambar 2 tersebut menunjukkan persentasi kejadian gelombang dengan ketinggian tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu 10 tahun. Empat gambar mawar gelombang yang telah di buat yakni mawar gelombang untuk bulan, Januari, Februari, Maret dan April. Dalam gambar tersebut arah datang gelombang tiap lingkaran menunjukkan persentasi kejadian gelombang dominan. Pada penelitian ini digunakan kejadian gelombang yang dominan dan nilai paling besar yaitu pada bulan Januari

dibandingkan dengan ketiga mawar gelombang yang lain.

Pada bulan Januari ketinggian gelombang mencapai hingga 2-2,5 m yang bergerak dari arah barat. Nilai ini yang diambil dan dimasukkan ke dalam pemrosesan data gelombang untuk melihat sejauh mana bangunan pemecah gelombang yang ada di depan Pelabuhan Soekarno-Hatta dapat bekerja dengan baik meredam tinggi gelombang yang datang, sehingga kapal dapat beroperasi untuk menaikkan dan menurunkan muatan tanpa terganggu dengan gelombang.



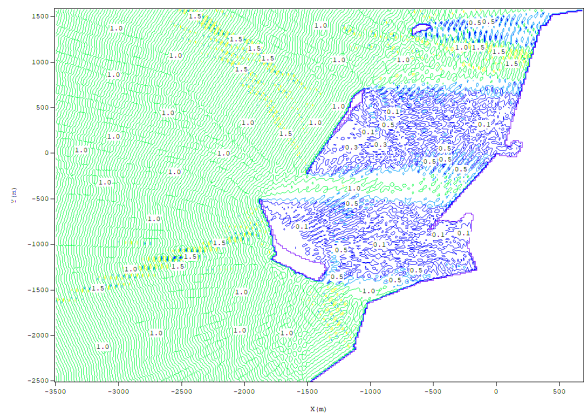
Gambar 3. Mawar gelombang di Pelabuhan Soekarno-Hatta pada September-Desember

Gambar 3 memperlihatkan hasil pengolahan data gelombang pada bulan September hingga bulan Desember. Seperti diketahui bahwa pada bulan-bulan ini kondisi perairan laut cukup bergejolak seiring datangnya musim hujan dan tiupan angin yang kencang. Akan tetapi dari hasil pengolahan data terlihat bahwa ketinggian maksimal gelombang hanya terjadi pada Desember dimana tinggi gelombang mencapai 1 hingga 1,5 m. Sehingga untuk pengolahan data maka digunakan ketinggian gelombang maksimal yaitu 2-2,5 m yang terjadi pada Bulan Januari.

Gambar 4 menunjukkan kondisi perairan sekitar area pelabuhan setelah pemrosesan data. Dari hasil pemrosesan data, disini terlihat ketinggian gelombang di luar bangunan pemecah gelombang dan di dalam area kolam pelabuhan.

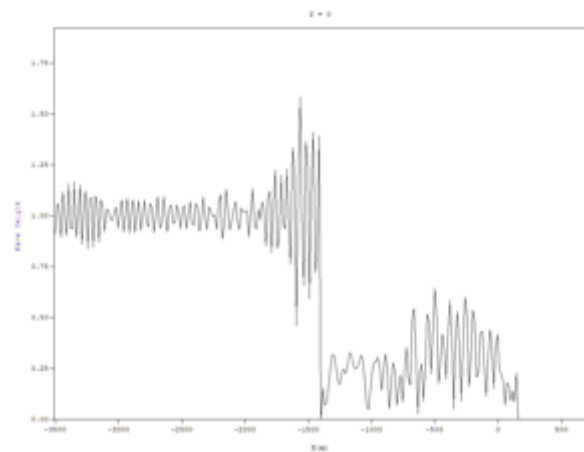
Ketinggian gelombang yang datang dari arah barat mencapai 2-2,5 m dan setelah melewati bangunan pemecah gelombang maka ketinggian gelombang berkurang hingga menjadi 1,0 hingga 0,5 m dan bahkan di beberapa area kolam pelabuhan seperti yang terlihat di gambar bisa turun hingga 0,1 m di area

sekitar Pulau Lae-lae dan di sekitar dermaga perahu nelayan Panyua yang digunakan masyarakat untuk menyeberang ke Pulau Gusung.



Gambar 4. Kontur perairan dengan arah gelombang dari barat

Meskipun dari gambar terlihat bahwa di jalur masuk kapal, ketinggian gelombang masih mencapai 1,0 m. Hal ini bisa terjadi karena di area tersebut bangunan pemecah gelombang tidak ada, sehingga perjalanan gelombang tidak ada yang menghalangi. Akan tetapi secara umum terlihat di area kolam pelabuhan dimana kapal melakukan kegiatan bongkar muat barang, ketinggian gelombang sudah tereduksi hingga 0,5 m sehingga aktivitas bongkar muat bisa berjalan dengan lancar.

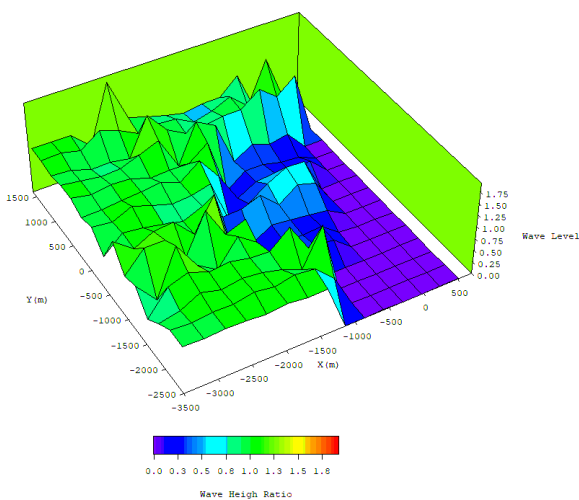


Gambar 5. Grafik tinggi gelombang di area pelabuhan

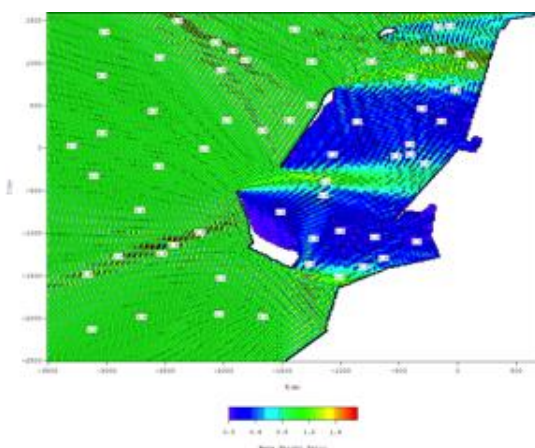
Pada Gambar 5 memperlihatkan grafik tinggi gelombang yang berjalan dari luar area pemecah gelombang dan ketika mendekati pemecah gelombang maka terjadi gelombang pantul dari bangunan pemecah gelombang yang menyebabkan gelombang yang datang dan terpantul saling bertabrakan di depan area bangunan, sehingga menyebabkan ketinggian gelombang di lokasi tersebut meningkat seperti yang terlihat pada grafik.

Peningkatan tinggi gelombang ini terjadi tidak begitu lama dan setelah gelombang melewati bangunan pemecah gelombang maka ketinggian gelombang terlihat turun. Kondisi ini terjadi di dalam area kolam pelabuhan.

Gambar 6 menunjukkan perbandingan permukaan air pada daerah yang dianalisis. Variasi tinggi gelombang dijelaskan dengan gradasi warna. Pada grafik gelombang maksimum yang berada di depan bangunan sekitar 1 m diwakili dengan warna hijau dan pada area Pelabuhan tinggi gelombang 0.5 m yang digambarkan dengan warna biru, sedangkan warna ungu menunjukkan daerah dermaga pelabuhan. Seperti pada penjelasan sebelumnya bangunan tersebut dapat mengurangi tinggi gelombang dan bangunan pemecah gelombang bisa dinyatakan efektif melindungi area pelabuhan.



Gambar 6. Permukaan air pada area pelabuhan



Gambar 7. Rasio tinggi gelombang

Gambar 7 menunjukkan rasio tinggi gelombang. Rasio tinggi gelombang adalah perbandingan antara tinggi gelombang datang dengan tinggi gelombang yang terdissipasi oleh bangunan pemecah gelombang.

Disini terlihat bahwa rasio tinggi gelombang bisa mencapai 0,5 hingga lebih rendah lagi di area yang berwarna biru atau kolam pelabuhan dimana lokasi area kapal beroperasi melakukan bongkar muat seperti yang diperlihatkan pada warna grafik. Ini berarti gelombang datang bisa direduksi ketinggiannya hingga melebihi setengah dari tinggi gelombang datang.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap Bangunan pemecah gelombang di kawasan Pelabuhan Soekarno Hatta berdasarkan pada analisis data yang dilakukan terhadap pengaruh transformasi gelombang, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

- Arah datang ketinggian gelombang maksimum di pelabuhan Soekarno Hatta didominasi oleh gelombang dari arah Barat. Gelombang dari arah barat terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret dan April, dengan ketinggian gelombang maksimum terjadi pada bulan Januari yaitu 2-2,5 meter.
- Bangunan pemecah gelombang yang dibangun untuk melindungi wilayah Pelabuhan Soekarno Hatta bisa dikatakan sudah efektif dalam mereduksi gelombang yang masuk ke Pelabuhan hingga 0,5 dari tinggi gelombang datang. Sehingga kegiatan bongkar muat di pelabuhan tersebut bisa berjalan dengan baik.

#### Referensi

- [1] A. W. Pratikto, Suyonto, Solikhin, and K. Sambodho, *Struktur Pelindung Pantai*. Surabaya. 2014.
- [2] D. Hinrichsen, *Coastal Waters of the World: Trends, Threats, and Strategies*. Island Press, 1999.
- [3] S. Kramadibrata, *Perencanaan Pelabuhan*. Penertbit ITB, 2002.
- [4] S. Takahashi, *Design of Vertical Breakwaters*. PORT and AIRPORT RESEARCH INSTITUTE, 2002.
- [5] B. Triatmodjo, *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset, 2014.
- [6] Ciria, CETMEF, and CUR, *The Rock Manual: The Use of Rock in Hydraulic Engineering (2nd Edition)*. Construction Industry Research & Information Association (CIRIA), 2007.
- [7] PIANC MarCom Working Group, *Criteria for movement of moored ship - a practical guide*. PIANC, 1995.
- [8] T. Nakamura and T. Ono, "Estimation method of two-dimensional wave diffraction around an array of offshore breakwaters including wave directional characteristics," in *Proceedings of Coastal Engineering*, 1979, pp. 534-538.
- [9] T. Sawaragi, *Coastal Engineering-Waves, Beaches, Wave-Structure Interactions*. Elsevier Science, 1995.
- [10] Y. C. Kim, *Design Of Coastal Structures And Sea Defenses, Series on Coastal and Ocean Engineering Practice -Vol. 2*. World Scientific Publishing Company, 2014.
- [11] "www.ecmwf.int."

- [12] Y. Goda, *Random Seas and Design of Maritime Structure, Advanced Series on Ocean Engineering-Vol. 15*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2000.
- [13] G. R. Dean and A. D. Robert, *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*. World Scientific Publishing Company, 1991.
- [14] S. D. Kim and H. J. Lee, "Boundary element modelling of wave diffraction by interaction with wave-offshore structure and dredged region," *Polish Marit. Res.*, vol. 17, pp. 67–71, 2010.
- [15] M. de S. Q. Isaacson, "Vertical Cylinders of Arbitrary Section in Waves," *J. Waterw. Port, Coast. Ocean Div.*, vol. 104, no. 3, 1978.

# Evaluasi Penerapan Sistem Inaportnet di Pelabuhan Semayang Balikpapan

Andi Sitti Chairunnisa<sup>1,\*</sup>, Abdul Haris Djalante<sup>1</sup>, Sri utari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

\*Email: andi.chairunnisa@yahoo.co.id

---

## Abstrak

Salah satu pelabuhan di Indonesia adalah pelabuhan Semayang Balikpapan, Terhitung mulai 20 september 2017 kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) kelas 1 Semayang menerapkan sistem tunggal pengurusan dokumen pelayaran melalui Indonesia *Port Integration System (Inaportnet)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja pelaksanaan sistem Inaportnet di pelabuhan Semayang Balikpapan. Dalam penelitian ini dilakukan survei lapangan dengan mewawancarai beberapa responden dari pihak administrator otoritas pelabuhan dan agen pelayaran. Data analisis menggunakan metode *Importance Performance Analysis*, yaitu Metode yang digunakan untuk memperoleh tingkat kesesuaian antara kinerja layanan dengan harapan responden. Hasil penelitian menggunakan metode *Importance Performance Analysis* didapatkan nilai tingkat kesesuaian (Tki) antara kinerja dengan apa yang diharapkan oleh pengguna administrator otoritas pelabuhan yaitu sangat baik dengan persentase 90% atau <100% dan agen pelayara yaitu sangat baik dengan persentase 95% atau <100% . sehingga masih diperlukan adanya perhatian dan perbaikan sistem inaportnet, terdapat 4 atribut dimensi kinerja oleh pengguna administrator otoritas pelabuhan yaitu Integrasi data, Unit layanan sistem inaportnet, Monitoring dokumen, dan Training dan kemudian 3 atribut dimensi kinerja oleh pengguna agen pelayaran yaitu Kendala sistem inaportnet, Media layanan sistem inaportnet, dan Transparansi layanan sistem inaportnet. Dari hasil analisis tingkat kesesuaian antara kinerja dengan apa yang diharapkan oleh pengguna administrator otoritas pelabuhan dan agen pelayaran masuk dalam kategori sangat baik.

## Abstract

**Evaluation of the Implementation of Inaportnet System at Semayang Port, Balikpapan.** One of the ports in Indonesia is the Semayang Port in Balikpapan. Starting from September 20, 2017, the Harbor Master's Office and Port Authority (KSOP) class 1 Semayang has implemented a single document management system for shipping through the Indonesia Port Integration System (Inaportnet). This research aims to measure the performance of the implementation of the Inaportnet system at Semayang Port in Balikpapan. In this study, a field survey was conducted by interviewing several respondents from the port authority administrators and shipping agents. The data analysis used the Importance Performance Analysis method, which is a method used to obtain the level of suitability between service performance and respondent expectations. The results of the research using the Importance Performance Analysis method obtained a level of suitability (Tki) value between performance and what is expected by port authority administrators, which is very good with a percentage of 90% or <100%, and for shipping agents, it is very good with a percentage of 95% or <100%. Therefore, attention and improvement to the Inaportnet system are still needed. There are 4 attribute dimensions of performance identified by port authority administrators, namely Data Integration, Inaportnet System Service Unit, Document Monitoring, and Training. Additionally, there are 3 attribute dimensions of performance identified by shipping agents, namely Inaportnet System Constraints, Inaportnet System Service Media, and Inaportnet System Service Transparency. The analysis of the level of suitability between performance and user expectations by port authority administrators and shipping agents falls into the category of very good.

*Keywords: Inaportnet; pelayanan; pelabuhan*

---

## 1. Pendahuluan

Era revolusi industri 4.0 yang telah terjadi hingga saat ini. Revolusi ini sangat berperan penting dalam membantu perusahaan dalam melakukan transformasi digital menuju manajemen yang berbasis teknologi. Sejalan dengan hal tersebut khususnya dalam bidang transportasi laut berupa perkembangan layanan

berbasis online sebagai upaya dalam menunjang dan meningkatkan layanan operasional di pelabuhan.

Pelabuhan merupakan suatu simpul sistem transportasi laut dan darat, karena sifatnya sebagai tempat peralihan moda angkutan, maka pelabuhan harus dihubungkan dengan sistem darat dan dilengkapi dengan berbagai macam kemudahan, diantaranya tempat yang aman untuk berlabuhnya kapal, pelayanan kapal selama berlabuh dan ketika

akan melanjutkan pelayaran, jasa terminal untuk muatan dalam proses bongkar muat barang. Oleh karena itu dalam suatu pelabuhan harus memiliki sistem yang memiliki kemampuan dalam menunjang operasional pelayanan kapal khususnya proses bongkar muat pelabuhan sehingga waktu yang digunakan dapat terpakai secara efektif dan efisien.

Pelabuhan mempunyai peran penting dan strategis untuk pertumbuhan industri dan perdagangan serta dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan nasional. Hal ini membawa konsekuensi terhadap pengelolaan segmen usaha pelabuhan agar pengoperasiannya dapat dilakukan secara efektif, efisien dan profesional sehingga pelayanan pelabuhan menjadi lancar, aman, dan cepat dengan biaya yang terjangkau [1].

Menurut A. Chairunnisa Mappangara [2], berdasarkan penggunaannya, pelabuhan laut dibedakan menjadi pelabuhan umum dan terminal khusus (dahulu disebut sebagai pelabuhan khusus). Pelabuhan umum terdiri dari pelabuhan yang diusahakan dan pelabuhan umum yang tidak diusahakan. Adapun terminal khusus adalah terminal yang terletak di luar daerah lingkungan kerja dan daerah lingkungan kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan terdekat untuk kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya. Fungsi utama pelabuhan adalah pendistribusian barang dari angkutan laut ke angkutan darat atau sebaliknya secepat dan seefisien mungkin [3].

Salah satu Pelabuhan di Indonesia adalah pelabuhan Semarang Balikpapan, yang berlokasi di jalan Yos Sudarso No.30, Prapatan, Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Pelabuhan tersebut melakukan kegiatan-kegiatan seperti bongkar muat peti kemas, penumpukan peti kemas, *receiving* dan *delivery* peti kemas dan berbagai kegiatan lainnya yang ada dipelabuhan. Terhitung mulai 20 september 2017 kantor Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) kelas 1 Semarang menerapkan sistem tunggal pengurusan dokumen pelayaran melalui Indonesia *Port Integration System* (Inaportnet). Penerapan layanan ditandai dengan peluncuran layanan bertajuk *Go Live Inaportnet* serentak di tiga kota melalui *teleconference* dengan kementerian perhubungan, salah satunya yaitu pelabuhan Semarang Balikpapan. Angkutan laut merupakan bagian dari sistem transportasi nasional yang harus dikembangkan potensi dan perannya untuk mewujudkan sistem transportasi yang efektif dan efisien [4].

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 157 Tahun 2015 tentang Penerapan Inaportnet Untuk Pelayanan Kapal dan Barang di

Pelabuhan. Pada peraturan tersebut di Pasal 1 menerangkan “Inaportnet adalah sistem layanan tunggal secara elektronik berbasis internet/web untuk mengintegrasikan sistem informasi kepelabuhanan yang standar dalam melayani kapal dan barang secara fisik dari seluruh instansi dan pemangku kepentingan di pelabuhan” [5].

Eksistensi inaportnet sangat penting dalam mengurangi waktu tunggu kapal masuk ke pelabuhan. Tingginya biaya logistik tidak hanya karena *dwelling time*, tetapi juga lamanya waktu tunggu diluar DLKR pelabuhan. *Dwelling time* sangat mempengaruhi perekonomian karena menambah ketidakpastian pada proses ekspor sehingga sulit bagi industri lokal untuk menjual barangnya keluar negeri. Sistem layanan tunggal dan informasi kepelabuhanan berbasis internet (Inaportnet) ini oleh sebagian pelaku usaha hingga kini belum juga berjalan maksimal terutama dalam kaitan keterpaduan pelayanan dengan *national single window*. Sistem inaportnet tidak selamanya juga berjalan lancar karena ada faktor internal seperti *maintenance system* atau suatu perbaikan sistem pada jam-jam tertentu yang dapat menghambat *proses port clearance* [6].

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Populasi dan sampel

Populasi menurut Sugiyono [7] adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Sedangkan secara umum sampel diartikan sebagai bagian dari populasi. Sampel dalam penelitian haruslah bersifat representatif/mewakili agar didapat hasil yang akurat. Adapun penentuan jumlah sampel menurut rumus Slovin adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (1)$$

dimana :

n = ukuran sampel

e = error (10%)

N = ukuran populasi

Setelah jumlah sampel ditentukan maka instrumen penelitian dibagikan sebagai sumber data, sumber data yang digunakan yaitu kuesioner merupakan sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh sejumlah informasi dari responden yang berisi laporan tentang pribadinya, atau hal lain yang diketahui kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data tentang kinerja dan kepentingan (harapan) dari pengguna sistem inaportnet.

## 2.2. Skala Likert

Sugiyono [7] menerangkan bahwa skala Likert digunakan untuk mengukur sikap atau pendapat seseorang atau sejumlah kelompok terhadap sebuah fenomena sosial yang dimana jawaban setiap item instrumen mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif. Dengan skala likert variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan. Berikut adalah skala yang dipakai pada penelitian ini:

Pada kuesioner yang diberikan kepada pengguna jasa, kepentingan pelayanan dan kinerja pelayanan diukur menggunakan skala likert 5 poin yaitu:

Tabel 1. Skala tingkat kepentingan

No	Jawaban	Bobot
1	Sangat Penting	5
2	Penting	4
3	Netral/Biasa	3
4	Kurang Penting	2
5	Tidak Penting	1

Sedangkan untuk tingkat kinerja/aspek kepuasan pelanggan diukur dengan menggunakan skala likert 5 poin yaitu :

Tabel 2. Skala tingkat kinerja

No	Jawaban	Bobot
1	Sangat Puas	5
2	Puas	4
3	Netral/Biasa	3
4	Kurang Puas	2
5	Puas	1

## 2.3. Uji validitas

Menurut Sugiyono [7] menunjukkan derajat ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data yang dikumpulkan oleh peneliti. Uji validitas ini dilakukan untuk mengukur apakah data yang telah didapat setelah penelitian merupakan data yang valid atau tidak, dengan menggunakan alat ukur yang digunakan (kuesioner). Hal ini dapat diketahui dengan uji validitas untuk mengetahui valid atau tidaknya sebuah instrumen. Untuk menguji validitas alat ukur, maka terlebih dahulu dihitung harga korelasi dengan rumus Product moment, yaitu:

$$r \text{ hitung} = \frac{n \sum XY - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2)$$

dimana :

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi

$n$  = Banyaknya sampel

$\sum XY$  = Jumlah perkalian variabel  $x$  dan  $y$

$\sum X$  = Jumlah nilai variabel  $x$

$\sum Y$  = Jumlah nilai variabel  $y$

$\sum X^2$  = Jumlah pangkat dari nilai variabel  $x$

$\sum Y^2$  = Jumlah pangkat dari nilai variabel  $y$

Pengujian validitas ini dilakukan dengan menggunakan program *SPSS 26 for windows* dengan kriteria berikut :

1. Jika  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel maka pernyataan tersebut dinyatakan valid.
2. Jika  $r$  hitung  $<$   $r$  tabel maka pernyataan tersebut dinyatakan tidak valid.
3. Nilai  $r$  hitung dapat dilihat pada kolom corrected item total correlation.

## 2.4. Uji reliabilitas

Reliabilitas (*reliability*) menunjuk pada pengertian apakah sebuah instrumen dapat mengukur sesuatu yang diukur secara konsisten dari waktu ke waktu [8]. Pengujian reliabilitas dengan *internal consistency*, dilakukan dengan cara mencobakan instrumen sekali saja, kemudian yang diperoleh dianalisis dengan teknik tertentu. Hasil analisis dapat digunakan untuk memprediksi reliabilitas instrumen. Pengujian reliabilitas instrumen dilakukan dengan rumus *Alfa Cronbach* karena datanya berupa data interval. Rumus koefisien reliabilitas *Alfa Cronbach* adalah sebagai berikut.

$$r = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right) \quad (3)$$

dimana:

$r$  : koefisien reliabilitas yang dicari

$k$  : jumlah butir pernyataan

$\sigma_i^2$  : varian butir-butir pernyataan

$\sigma^2$  : varian skor pernyataan

Menurut Sugiyono [7] menyatakan bahwa uji reliabilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama, dengan menggunakan pertanyaan yang telah dinyatakan valid dalam uji validitas dan akan ditentukan reliabilitasnya. Menggunakan program *SPSS 26 for windows*, variabel dinyatakan reliabel dengan kriteria berikut :

1. Jika  $r$ -alpha positif dan lebih besar dari  $r$ -tabel maka pernyataan tersebut reliabel.
2. Jika  $r$ -alpha negatif dan lebih kecil dari  $r$ -tabel maka pernyataan tersebut tidak reliabel.
  - a. Jika nilai *Cronbach's Alpha*  $>$  0,6 maka *reliable*

- b. Jika nilai *Cronbach's Alpha* < 0,6 maka tidak *reliable*

Variabel dikatakan baik apabila memiliki nilai *Cronbach's Alpha* > dari 0,6

### 2.5 Importance Performance Analysis (IPA)

Metode *importance performance analysis* (IPA) pertama kali diperkenalkan oleh Martilla dan James di tahun 1977 sebagai kerangka kerja untuk memahami tingkat kepuasan pelanggan sebagai fungsi dari kedua harapan terkait dengan atribut yang menonjol (kepentingan) dan penilaian terhadap kinerjanya. Sementara masing-masing menghasilkan informasi berharga secara independen, potensi penuh dan janji dari jenis informasi ini lebih mungkin untuk direalisasikan ketika kedua konsep digabungkan.

Metode *importance performance analysis* (IPA), yaitu metode yang digunakan untuk memperoleh tingkat kesesuaian antara kinerja layanan dengan harapan responden. Dengan ketentuan bahwa kepuasan layanan merupakan tingkat kesesuaian antara kinerja yang telah dilakukan terhadap tingkat harapan pengguna jasa atau konsumen. Penghitungan tingkat kepuasan pelanggan dilakukan dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$T_{ki} = \frac{X_i}{Y_i} \times 100 \% \quad (4)$$

dimana :

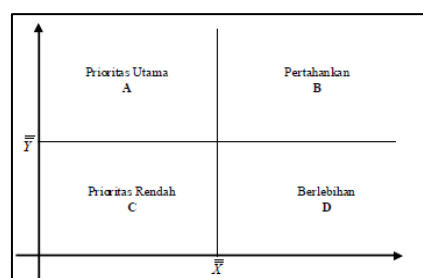
- Xi = Kinerja  
 Yi = Kepentingan (harapan)  
 Tki = Tingkat Kesesuaian Masing – Masing Variabel

Selanjutnya dari perhitungan tingkat kesesuaian diatas akan dianalisis menggunakan diagram Kartesius. Diagram kartesius dapat digunakan untuk menentukan prioritas dari indikator-indikator pelayanan. Diagram kartesius merupakan suatu bangun yang dibagi atas empat bagian yang dibatasi oleh dua buah garis yang berpotongan tegak lurus pada titik-titik ( $\bar{X}, \bar{Y}$ ), dimana  $\bar{X}$  merupakan rata-rata dari rata-rata skor tingkat pelaksanaan atau kepuasan pelanggan seluruh faktor atau atribut, dan  $\bar{Y}$  adalah rata-rata dari rata-rata skor tingkat kepentingan pelanggan seluruh faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan. Pada kedua sumbu ini terdapat batas yang berupa rata-rata total dari skor penilaian pelayanan dan skor penilaian harapan pelanggan untuk membentuk empat kuadran prioritas. Kedua rata-rata total tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i/N}{K} \text{ dan } \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i/N}{K} \quad (5)$$

- dimana,  
 $\bar{X}$  = Skor rata-rata tingkat kinerja  
 $\bar{Y}$  = Skor rata-rata tingkat kepentingan  
 N = jumlah responden  
 K = jumlah variable yang dapat mempengaruhi kepuasan pengguna jasa

Tingkat kesesuaian untuk masing-masing faktor kepuasan pengguna nilai rata-rata tingkat kepentingan dan kinerja tersebut dianalisis pada Importance- Performance Matrix, yang mana sumbu x mewakili persepsi sedangkan sumbu y mewakili harapan. Maka nanti akan didapat hasil berupa empat kuadran sesuai Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi diagram Kartesius

- dimana,  
 $\bar{X}$  = Kinerja  
 $\bar{Y}$  = Kepentingan (harapan)

Maksud dari masing-masing kuadran pada diagram kartesius tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Kuadran A (Prioritas utama)  
 Atribut yang dianggap sangat penting untuk responden, tetapi tingkat kinerja yang cukup rendah. Ini mengirimkan pesan langsung yang menunjukkan bahwa upaya perbaikan harus berkonsentrasi di sini.
2. Kuadran B (Pertahankan)  
 Atribut yang dianggap sangat penting untuk responden, dan pada saat yang sama, manajemen tampaknya memiliki tingkat kinerja yang tinggi pada kegiatan ini. Sehingga manajemen harus mempertahankan baiknya kinerja atribut yang berada pada kuadran ini.
3. Kuadran C (Prioritas Rendah)  
 Atribut dianggap memiliki kepentingan rendah dan kinerja rendah. Meskipun tingkat kinerja mungkin rendah dalam sel ini, manajemen tidak perlu terlalu khawatir karena atribut dalam sel ini tidak dianggap sangat penting.
4. Kuadran D (Berlebihan)  
 Sel ini berisi atribut dengan kepentingan rendah, tetapi relatif tinggi kinerja. Sehingga atribut pada sel ini dimungkinkan untuk ditiadakan dan diganti dengan aspek kepuasan lainnya.

### 3. Data dan Analisis

Dari jumlah populasi yang ada yakni 179, maka dihitung jumlah sampel yang diperlukan dengan menggunakan rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{Ne^2}{179}}$$

$$= \frac{179}{1 + 2 \times 0,1^2}$$

n = 64,15  
n = 64 Sampel

Secara keseluruhan skor kepuasan pelanggan tiap atribut dapat disimpulkan sebagai berikut:

#### 3.1. Uji validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kelayakan butir-butir dalam suatu daftar pernyataan dalam mendefinisikan suatu variabel. Uji validitas instrumen dilakukan pada setiap butir pernyataan yang di uji validitasnya. Uji validitas dihitung dengan menggunakan bantuan komputer *Statistic Package for Sosial Science* (SPSS) versi 26. Untuk menguji validitas instrumen, kuesioner di uji coba kepada 64 orang responden. Responden tersebut merupakan perusahaan pelayaran yang melakukan proses labuh di pelabuhan Semayang Balikpapan dengan menggunakan sistem layanan inaportnet.

Tabel 3. Hasil uji validitas kinerja

No	r <sub>hitung</sub>	r <sub>tabel</sub>	Keterangan
1	0,706	0,2461	Valid
2	0,663	0,2461	Valid
3	0,709	0,2461	Valid
4	0,657	0,2461	Valid
5	0,659	0,2461	Valid
6	0,579	0,2461	Valid
7	0,653	0,2461	Valid
8	0,701	0,2461	Valid
9	0,776	0,2461	Valid
10	0,726	0,2461	Valid
11	0,723	0,2461	Valid
12	0,621	0,2461	Valid
13	0,631	0,2461	Valid
14	0,671	0,2461	Valid
15	0,516	0,2461	Valid
16	0,632	0,2461	Valid
17	0,744	0,2461	Valid
18	0,715	0,2461	Valid
19	0,498	0,2461	Valid
20	0,622	0,2461	Valid

Hasil *rhitung* dibandingkan dengan *rtabel* untuk menganalisis hasil validitasnya. Dengan N=64, df=62, signifikansi 5%, maka diperoleh *rtabel*=0,2461. Instrumen dikatakan valid apabila *rhitung* sama dengan atau lebih besar dari *rtabel* dengan taraf signifikansi 5%, sebaliknya instrumen dinyatakan tidak valid apabila *rhitung* kurang dari *rtabel*.

Hasil pengujian validitas kinerja menggunakan bantuan komputer *Statistic Package for Sosial Science* (SPSS) versi 26 disajikan dalam Tabel 3.

Dari hasil uji validitas butir pernyataan kinerja menunjukkan bahwa dari 20 butir pernyataan semua pernyataan dikatakan valid, sehingga dapat digunakan oleh peneliti

Selanjutnya, disajikan Tabel 4 hasil uji validitas pada variabel kepentingan sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil uji validitas kepentingan

No	r <sub>hitung</sub>	r <sub>tabel</sub>	Keterangan
1	0,693	0,2461	Valid
2	0,619	0,2461	Valid
3	0,732	0,2461	Valid
4	0,705	0,2461	Valid
5	0,696	0,2461	Valid
6	0,407	0,2461	Valid
7	0,632	0,2461	Valid
8	0,642	0,2461	Valid
9	0,615	0,2461	Valid
10	0,670	0,2461	Valid
11	0,775	0,2461	Valid
12	0,706	0,2461	Valid
13	0,722	0,2461	Valid
14	0,668	0,2461	Valid
15	0,728	0,2461	Valid
16	0,747	0,2461	Valid
17	0,725	0,2461	Valid
18	0,729	0,2461	Valid
19	0,658	0,2461	Valid
20	0,721	0,2461	Valid

Dari hasil uji validitas butir pernyataan kepentingan menunjukkan bahwa dari 20 butir pernyataan semua pernyataan dikatakan valid, sehingga dapat digunakan oleh peneliti.

#### 3.2. Uji reliabilitas

Setelah dilakukan uji reliabilitas dengan menggunakan bantuan *Statistic Package for Sosial Science* (SPSS) versi 26 maka dapat diperoleh nilai koefisien reliabilitasnya. Uji reliabilitas dilakukan terhadap seluruh butir pernyataan. Kriteria

pengambilan keputusan untuk menentukan reliabilitasnya yaitu apabila nilai  $r$  (*cronbach's alpha*) lebih besar dari 0,60 maka instrumen tersebut dikatakan reliabel. Sebaliknya, apabila nilai  $r$  (*cronbach's alpha*) lebih kecil dari 0,60 maka instrumen tersebut tidak reliabel. Hasil uji reliabilitas instrumen ditunjukkan sebagai berikut

Tabel 5. Hasil uji reliabilitas (Agen Pelayaran)

Variabel	Nilai Cronbach Alpha	>0,60	Keterangan
Kinerja	0,927	>0,60	Reliabel
Kepentingan	0,939	>0,60	Reliabel

#### 4. Analisis Importance Performance Analysis (IPA)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survei terhadap beberapa responden dengan menggunakan kuisioner maka dapat dianalisa tingkat kesesuaian antar tingkat kinerja dan tingkat kepentingan untuk masing-masing dimensi. Penggunaan skala likert menawarkan rangkaian yang terdiri dari lima opsi pilihan tetap. Hal ini memungkinkan responden untuk melaporkan sendiri sejauh mana mereka setuju atau tidak setuju dengan proposisi tertentu. Hasilnya, skala Likert memungkinkan lebih banyak nuansa daripada respons biner sederhana, seperti ya atau tidak. Selanjutnya untuk indikator dimensi kinerja keamanan dan kecepatan akses, kemudahan akses, dan kepuasan dan pemahaman pengguna.

Perhitungan tingkat kesesuaian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kinerja suatu atribut dengan tingkat kepentingan (harapan) dari pengguna jasa terhadap atribut tersebut. Penentuan tingkat kesesuaian dilakukan dengan membandingkan skor kinerja dengan skor kepentingan.

Secara keseluruhan skor kepuasan pelanggan tiap atribut dapat disimpulkan pada data yang diperlihatkan pada Tabel 6.

Berdasarkan data dari tabel 6, terdapat 5 indikator kinerja yang tingkat kesesuaiannya masih dibawah dari rata-rata tingkat kesesuaian secara keseluruhan yaitu dibawah 95%. Indikator pelayanan yang tingkat kesesuaiannya masih dibawah rata-rata diantaranya yaitu kendala sistem inaportnet, media layanan sistem inaportnet, layanan konsultasi dan pengaduan, transparansi layanan sistem inaportnet dan prosedur layanan sistem inaportnet dengan tingkat kesesuaian dibawah dari 95%.

Setelah melakukan analisa tingkat kinerja dan tingkat kepentingan, setiap indikator di atas akan di lihat posisinya dalam diagram kartesius. Dimana dalam diagram kartesius, rata-rata tingkat kinerja

(*performance*)  $\bar{X}$  menjadi ordinat di dalam diagram kartesius dan rata-rata tingkat kepentingan (*importance*)  $\bar{Y}$  menjadi ordinat di dalam diagram kartesius. Dan total rata-rata dari seluruh atribut tiap tingkat kinerja (*performance*)  $\bar{X}$  dan tingkat kepentingan (*Importance*)  $\bar{Y}$  akan menjadi batas yang menggambarkan posisi kuadran di dalam diagram kartesius.

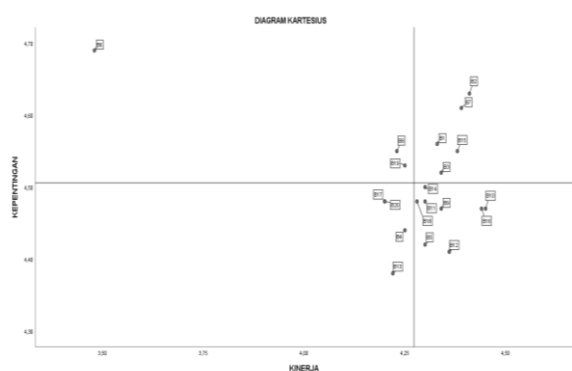
Tabel 6. Tingkat kesesuaian kinerja agen pelayaran

No	Indikator	Tingkat Kinerja (Xi)	Tingkat Kepentingan (Yi)	Tingkat Kesesuaian Tki
1	<b>B1</b>	277	292	95
2	<b>B2</b>	282	296	95
3	<b>B3</b>	278	289	96
4	<b>B4</b>	272	284	96
5	<b>B5</b>	275	283	97
6	<b>B6</b>	223	300	74
7	<b>B7</b>	281	295	95
8	<b>B8</b>	271	291	93
9	<b>B9</b>	278	286	97
10	<b>B10</b>	285	286	100
11	<b>B11</b>	275	287	96
12	<b>B12</b>	279	282	99
13	<b>B13</b>	270	280	96
14	<b>B14</b>	275	288	95
15	<b>B15</b>	280	291	96
16	<b>B16</b>	284	286	99
17	<b>B17</b>	269	287	94
18	<b>B18</b>	274	287	95
19	<b>B19</b>	272	290	94
20	<b>B20</b>	269	287	94
Rata-rata tingkat kesesuaian				95

Selanjutnya nilai  $\bar{X}$  dan  $\bar{Y}$  akan menjadi batas yaitu garis yang berpotongan tegak lurus dalam diagram kartesius dan membagi diagram kartesius menjadi 4 kuadran. Dari hasil survei terhadap beberapa responden pengguna, di dapat nilai rata-rata dari penilaian tingkat kinerja dan tingkat kepentingan. Dimana nilai rata-rata tiap indikator pada tiap tingkat kinerja dan penilaian mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna jasa dan rata-rata dari setiap indikator akan menentukan posisi tiap-tiap indikator di dalam diagram kartesius

Tabel 7. Nilai rata-rata tingkat kinerja dan tingkat kepentingan

NO	INDIKATOR PELAYANAN	KINERJA (Xi)	KEPENTINGAN (Yi)	Rata-rata X	Rata-rata Y
<b>Keamanan dan kecepatan sistem</b>					
B1	Kecepatan sistem inaportnet	277	292	4,33	4,56
B2	Keamanan sistem inaportnet	282	296	4,41	4,63
B3	Jangka waktu penyelesaian	278	289	4,34	4,52
B4	Akses sistem inaportnet	272	284	4,25	4,44
B5	Pengurusan perizinan PMKU	275	283	4,30	4,42
B6	Kendala sistem inaportnet	223	300	3,48	4,69
<b>Kemudahan akses</b>					
B7	Kemudahan akses sistem inaportnet	281	295	4,39	4,61
B8	Media layanan sistem inaportnet	271	291	4,23	4,55
B9	Persyaratan pelayanan sistem inaportnet	278	286	4,34	4,47
B10	Alur pelayanan dokumen	285	286	4,45	4,47
B11	Perubahan data	275	287	4,30	4,48
B12	Kelengkapan informasi	279	282	4,36	4,41
B13	Tata letak tampilan inaportnet	270	280	4,22	4,38
<b>Kepuasan dan pemahaman peengguna</b>					
B14	Training	275	288	4,30	4,50
B15	Tarif / biaya pelayanan	280	291	4,38	4,55
B16	Monitoring dokumen	284	286	4,44	4,47
B17	Layanan konsultasi dan pengaduan	269	287	4,20	4,48
B18	Pelayanan online	274	287	4,28	4,48
B19	Transparansi layanan sistem inaportnet	272	290	4,25	4,53
B20	Prosedur layanan sistem inaportnet	269	287	4,20	4,48



Gambar 2. Diagram kartesius kinerja agen pelayaran

Apabila nilai  $\bar{X}$  lebih rendah daripada nilai  $\bar{Y}$  maka indikator pelayanan tersebut berada pada sisi sebelah kiri dari batas kuadran  $\bar{X}$  diagram kartesius yang berarti indikator pelayanan tersebut menurut pengguna jasa kinerjanya masih dibawah rata-rata

tingkat kinerja keseluruhan. Apabila nilai  $\bar{Y}$  lebih rendah daripada nilai  $\bar{Y}$  maka indikator pelayanan tersebut berada sisi bawah dari batas kuadran  $\bar{Y}$  diagram kartesius yang berarti indikator pelayanan tersebut kepentingannya tidak terlalu penting menurut pengguna jasa.

1. Kuadran A (Prioritas Utama)

Pada kuadran A, indikator-indikator yang berada di kuadran ini sangat penting menurut pengguna jasa dan harus di prioritaskan, namun tingkat kinerja dari indikator-indikator di kuadran ini belum cukup memuaskan menurut pengguna jasa. Indikator – indikator yang termasuk dalam kuadran A yaitu :

- 1) B6 Kendala sistem inaportnet (kinerja sistem inaportnet pada saat akses mengalami kendala *not responding*)

Pada dimensi kinerja B6 Kendala sistem inaportnet dimana kinerja sistem inaportnet terkait dengan kendala-kendala sistem yang sering terjadi seperti *not responding* pada saat akses oleh pengguna agen pelayaran.

Adapun solusi yang diberikan terkait dimensi kinerja B6 Kendala sistem inaportnet yaitu pihak pelabuhan dapat menyediakan jaringan internet yang memadai sehingga dapat memudahkan agen pelayaran dalam mengkopi dokumen dan menghubungi layanan konsultasi dan pengaduan yang disediakan oleh sistem inaportnet dan otoritas pelabuhan dalam menangani keluhan pengguna

- 2) B8 Media layanan sistem inaportnet (kinerja sistem inaportnet dalam hal sistem layanan tersedia melalui media elektronik maupun non elektronik)

Pada dimensi kinerja B8 Media layanan sistem inaportnet dimana kinerja sistem inaportnet jika mengalami *server down* dan listrik padam dalam jangka waktu yang lama maka proses pengumpulan dokumen dapat dilakukan secara manual dikantor otoritas Pelabuhan

Adapun solusi yang diberikan terkait dimensi kinerja B8 Media layanan sistem inaportnet yaitu jika terjadi kendala-kendala seperti *server down* dan listrik padam dalam jangka waktu yang lama sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan proses pengumpulan dokumen melalui sistem inaportnet sehingga dilakukan dengan sistem manual dikantor otoritas pelabuhan dan dilakukan verifikasi dokumen secara langsung sesuai dengan SOP pelayanan manual yang berlaku.

- 3) B19 Transparansi layanan sistem inaportnet (kinerja sistem inaportnet mengenai tidak adanya percaloan/perantara tidak resmi pada unit layanan sistem inaportnet dalam pengurusan dokumen)

Pada dimensi kinerja B19 Transparansi layanan sistem inaportnet yaitu permintaan bantuan dalam hal pengurusan dokumen kepada oknum yang memahami alur dan proses dalam pengurusan dokumen melalui inaportnet, sehingga dapat dikatakan melalui perantara tidak resmi yang

tidak sesuai dengan nama yang melakukan registrasi pengguna sesuai dengan PM NO 8 tahun 2022 BAB II Hak akses ke inaportnet paragraf 2 Registrasi pengguna dan bagian ketiga registrasi orang perseorangan.

Adapun solusi yang diberikan terkait dimensi kinerja B19 Transparansi layanan sistem inaportnet yaitu setiap perusahaan pelayaran melakukan pelatihan / training kepada pihak-pihak yang memiliki hak akses tersebut pelatihan tersebut dapat dilakukan secara berkelanjutan sehingga pengguna dapat lebih memahami sistem inaportnet.

2. Kuadran B (Pertahankan Prestasi)

Pada kuadran B, indikator-indikator yang berada di kuadran ini sudah memuaskan tingkat kerjanya sesuai dengan harapan dan tingkat kepentingannya menurut pengguna jasa dan harus di pertahankan kerjanya. Indikator yang berada di dalam kuadran B yaitu:

- 1) B1 Kecepatan sistem inaportnet
- 2) B2 Keamanan sistem inaportnet
- 3) B3 Jangka waktu penyelesaian
- 4) B7 Kemudahan akses sistem inaportnet
- 5) B15 Tarif / biaya pelayanan

3. Kuadran C (Prioritas Rendah)

Pada kuadran C, indikator – indikator yang berada di kuadran ini dianggap masih kurang penting bagi para pengguna jasa. Dan tingkat kerjanya dinilai cukup atau biasa. Indikator – indikator yang berada di dalam kuadran C yaitu :

- 1) B4 Akses sistem inaportnet
- 2) B13 Tata letak tampilan inaportnet
- 3) B17 Layanan konsultasi dan pengaduan
- 4) B20 Prosedur layanan sistem inaportnet

4. Kuadran D (Berlebihan)

Pada kuadran D, berisi atribut dengan kepentingan rendah, tetapi relatif tinggi kinerja. Sehingga atribut pada sel ini dimungkinkan untuk ditiadakan dan diganti dengan aspek kepuasan lainnya. Indikator – indikator yang berada di dalam kuadran D yaitu :

- 1) B5 Pengurusan perizinan PMKU
- 2) B9 Persyaratan pelayanan sistem inaportnet
- 3) B10 Alur pelayanan dokumen

- 4) B11 Perubahan data
- 5) B12 Kelengkapan informasi
- 6) B14 Training
- 7) B16 Monitoring dokumen
- 8) B18 Pelayanan online

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Importance Performance Analysis didapatkan nilai tingkat kesesuaian (Tki) antara kinerja dengan apa yang diharapkan agen pelayaran yaitu sangat baik dengan persentase 95% atau <100% sehingga masih diperlukan adanya perhatian dan perbaikan sistem inaportnet, terdapat 3 (tiga) atribut dimensi kinerja oleh pengguna agen pelayaran yang membutuhkan perhatian utama dan perbaikan. Tujuh atribut dimensi kinerja tersebut antara lain:

Prioritas utama (Agen pelayaran)

- B6 Kendala sistem inaportnet
- B8 Media layanan sistem inaportnet
- B19 Transparansi layanan sistem inaportnet

Dari hasil analisis tingkat kesesuaian antara kinerja dengan apa yang diharapkan oleh agen pelayaran 95% masuk dalam kategori sangat baik.

### 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dan uraian pada bab terdahulu, maka peneliti akan memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas I Balikpapan diharapkan dapat memberikan sosialisasi sekaligus training penggunaan sistem inaportnet kepada agen pelayaran secara berkelanjutan dan dalam meningkatkan kualitas informasi yang dihasilkan oleh sistem inaportnet.
2. Dalam meningkatkan kepuasan pengguna sistem inaportnet sebaiknya Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas I Balikpapan

bekerja sama dengan agen pelayaran dengan lebih mengaktifkan peran help center untuk mempermudah memberikan penjelasan apabila terjadi kesulitan dalam menggunakan sistem inaportnet dan juga dapat memberikan fasilitas pendukung yang dapat membantu administrator saat jaringan mati seperti perangkat UPS dalam menunjang pengguna dalam mengakses sistem inaportnet.

3. Penelitian selanjutnya dapat menambah variabel lain indikator pelayanan yang dapat mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna seperti efektifitas penerapan sistem inaportnet sehingga dapat memperkuat atau mendukung hasil penelitian sebelumnya.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini mendapat dukungan dari kepala laboratorium transportasi kapal pada Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

### Referensi

- [1] K. Bichou, M. Bell, and A. Evans, *Risk Management in Port Operations, Logistics and Supply Chain Security*. New York: LLYOD's Practical Shipping Guides, 2007.
- [2] A. Chairunnisa Mappangara, "Kajian Pengembangan Pelabuhan Tadete Belopa Kabupaten Luwu," *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 14, pp. 159–170, 2016.
- [3] Y. I. Yusuf, M. Idrus, and A. Chairunnisa, "Analisis Produktivitas Bongkar Muat pada Pelabuhan Soekarno," *J. Penelit. Enj.*, vol. 24, no. 1, pp. 58–64, 2020.
- [4] A. S. C. Mappangara, M. Idrus, and S. Asri, "Kajian Jaringan Trayek Angkutan Laut Nasional untuk Muatan Petikemas dalam Menunjang Konektivitas Nasional," 2012.
- [5] Peraturan Menteri Perhubungan R I Nomor 157, *Tentang Penerapan Inaportnet Untuk Pelayanan Kapal dan Barang di Pelabuhan*. 2015.
- [6] J. Malisan and W. Tresnawati, "Implementasi Inaportnet dalam Pelayanan Terpadu Satu Pintu di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 2, no. 31, pp. 67–64, 2019.
- [7] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2018.
- [8] B. Nurgiyantoro, *Teori Pengkajian Fiksi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2012.

# Kajian Eksperimental terhadap Sifat Kekuatan Tarik Material pada Poros Baling-Baling Kapal

Suardi<sup>1,\*</sup>, Alamsyah<sup>1</sup>, Muhammad Uswah Pawara<sup>1</sup>, Wira Setiawan<sup>1</sup>,  
Andi Najwa Ramadana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perkapalan, Jurusan Sains, Teknologi Pangan dan Kemaritiman,  
Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127

\*Email: suardi@lecturer.itk.ac.id

---

## Abstrak

Poros baling-baling kapal memegang peran krusial dalam sistem propulsi, mengalirkan tenaga dari mesin utama ke baling-baling untuk menciptakan daya dorong. Poros ini menopang beban tarik dan puntir yang dapat menyebabkan kegagalan fatik pada material. Fokus utama dalam penelitian ini yaitu ada pada uji tarik *Stainless Steel* (SS 304), *Stainless Steel* (SS 316), dan *Stainless Steel* (SS 316L) sebagai bahan poros baling-baling kapal, dengan tujuan memastikan kecocokannya sesuai standar Badan Klasifikasi Indonesia (BKI). Spesimen uji dibentuk sesuai ASTM A370 dan dianalisis dengan mesin UTM (*Universal testing machine*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa SS 304 memiliki kekuatan tarik maksimum 800,4 MPa dengan kekuatan luluh 692,4 MPa, SS 316 dengan kekuatan tarik 769,9 MPa dan kekuatan luluh 553 MPa, serta SS 316L dengan kekuatan tarik 706,2 MPa dan kekuatan luluh 567,5 MPa. SS 304 menonjol sebagai pilihan superior berdasarkan nilai kekuatan. Uji kekuatan tarik telah memenuhi standar BKI, menandakan bahwa SS 304 dapat diandalkan sebagai bahan poros baling-baling. Penelitian ini memberikan wawasan kritis terkait performa material dalam lingkungan maritim, memberikan kontribusi penting pada pengembangan teknologi kapal yang aman dan efisien.

## Abstract

**Experimental Study on the Tensile Strength Properties of Materials for Ship Propeller Shafts.** The propeller shaft of a ship plays a crucial role in the propulsion system, transmitting power from the main engine to the propeller to generate thrust. This shaft bears both tensile and torsional loads that can lead to fatigue failure in the material. The primary focus of this research is on the tensile testing of *Stainless Steel* (SS 304), *Stainless Steel* (SS 316), and *Stainless Steel* (SS 316L) as materials for ship propeller shafts, with the goal of ensuring their compatibility with the standards set by the Indonesian Classification Society (BKI). Test specimens were prepared according to ASTM A370 and analyzed using a Universal Testing Machine (UTM). The research results indicate that SS 304 has a maximum tensile strength of 800.4 MPa with a yield strength of 692.4 MPa, SS 316 with a tensile strength of 769.9 MPa and a yield strength of 553 MPa, and SS 316L with a tensile strength of 706.2 MPa and a yield strength of 567.5 MPa. SS 304 stands out as a superior choice based on its strength values. The tensile strength tests have met the BKI standards, signifying that SS 304 can be relied upon as a material for propeller shafts. This research provides critical insights into the performance of materials in the maritime environment, making a significant contribution to the development of safe and efficient ship technology.

*Kata Kunci:* Poros baling-baling; kekuatan tarik; kegagalan fatik; stainless steel; standar BKI

---

## 1. Pendahuluan

Dalam industri konstruksi kapal, pemilihan material merupakan aspek kritis yang memengaruhi keberhasilan desain dan kinerja keseluruhan kapal. Sistem pembangunan kapal melibatkan beberapa elemen utama, di antaranya adalah konstruksi lambung, sistem permesinan, dan unsur lainnya [1]–[3]. Salah satu aspek yang memerlukan perhatian khusus adalah pemilihan material pada poros baling-baling kapal, yang memiliki peran vital dalam

mentransfer tenaga dari mesin utama ke baling-baling guna menciptakan daya dorong yang diperlukan untuk menggerakkan kapal [4]–[6]. Material dalam Konstruksi Lambung umumnya menggunakan material baja sebagai pilihan utama. Material ini dipilih karena kekuatan dan daya tahannya, memberikan fondasi yang kuat untuk integritas struktural kapal [7], [8]. pada sistem penggerak seperti poros baling-baling kapal, material *stainless steel* (SS) menjadi pilihan yang umum digunakan. *Stainless steel*, dengan keunggulan seperti penampilan menarik,

tahan korosi, perawatan rendah, dan kekuatan tinggi, menjadi solusi yang populer untuk mengatasi tantangan lingkungan maritim yang korosif [9].

Keunggulan stainless steel dalam konstruksi kapal telah memicu peningkatan penggunaannya di seluruh dunia. Tampilannya yang menarik, ketahanan terhadap korosi, perawatan rendah, dan kekuatan tinggi menjadi karakteristik kunci yang mendukung kepopulerannya [10]. Namun, pembuatan stainless steel bukan tanpa tantangan. Proses pembuatan yang memerlukan teknologi tinggi dan teknik yang tepat sering kali menjadi tugas yang sulit, bahkan dapat menyebabkan pemborosan bahan dan peningkatan biaya produksi [11].

Di galangan kapal Balikpapan, penggunaan stainless steel pada poros baling-baling kapal menjadi praktik umum. Meskipun ada dua jenis SS yang sering digunakan, yaitu SS 304 dan SS 316, kecenderungan lebih banyak menggunakan SS 304 karena pertimbangan ekonomi. Namun, keputusan ini tidak datang tanpa tantangan. Kesulitan dalam pembuatan baja tahan karat tanpa menggunakan teknologi tinggi dan teknik yang tepat dapat menjadi hambatan serius dalam industri ini. Penggunaan *stainless steel* yang kurang efisien dapat menyebabkan pemborosan bahan dan peningkatan biaya produksi, sehingga menimbulkan pertimbangan serius bagi para insinyur dan pemilik galangan kapal. Dalam menghadapi tantangan kegagalan fatik pada poros baling-baling kapal, pengujian material menjadi langkah kritis dalam menilai kelayakan penggunaan *stainless steel* pada konstruksi ini [12]. Beban-beban seperti beban puntir, tekukan rotasi, tekanan, dan tarikan merupakan bahaya besar, karena bersifat repetitif dan pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan material [13]. Untuk mengidentifikasi dampak beban-beban ini pada kekuatan tarik material poros, diperlukan pengujian tarik yang cermat.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama untuk menguji kekuatan tarik material poros baling-baling kapal, khususnya pada material SS 304, SS 316, dan SS 316L. Penelitian sebelumnya memberikan hasil tegangan tarik material SS 304 sebesar 495,16 MPa. Namun, penelitian ini akan memperluas cakupan dengan mencakup material SS 316 dan SS 316L, memberikan wawasan lebih luas dan mendalam terkait kekuatan material dalam lingkungan yang memerlukan ketahanan terhadap beban yang berulang. Pengujian dilakukan dengan cara membuat spesimen berbentuk round bar dari ketiga material tersebut. Teknik uji tarik akan diterapkan untuk mengevaluasi kekuatan tarik maksimum yang dapat dicapai oleh material dan menentukan parameter penting dalam menilai performa material ini dalam kondisi beban eksternal. Dengan memahami bagaimana material SS 304, SS 316, dan SS 316L merespon beban tarik [14], penelitian ini memberikan

pandangan yang lebih holistik terhadap kekuatan material. Hasil penelitian ini menjadi landasan bagi para insinyur dan desainer kapal dalam membuat keputusan yang informasional dalam pemilihan material poros baling-baling kapal. Keputusan ini tidak hanya berdampak pada kinerja kapal, tetapi juga pada efisiensi biaya produksi dan pemeliharaan.

## 2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana ketiga sample material poros akan diujikan di laboratorium terpadu kampus ITK Kalimantan. Adapun proses pengujian diawali dengan membuat spesimen uji sesuai dengan standar ASTM A370.

### 2.1. Prosedur Pembuatan Material

Proses pembuatan spesimen uji tarik antara lain;

1. Pemilihan material pada penelitian ini merupakan material SS jenis 304, 316 dan 316L. Pembentukan pola dari material ini disesuaikan dengan ukuran yang telah ditentukan sesuai dengan standar ASTM A370 / ASME SA-370 dengan menggunakan aplikasi AutoCad.
2. Proses pengukuran pada material menggunakan alat ukur sigmat/jangka sorong lalu ditandai dengan spidol sehingga sesuai dengan pola spesimen yang telah dibuat
3. Setelah pengukuran pada material selesai lalu dilakukan pembentukan spesimen dengan mesin bubut dengan cara memutar material kemudian dikenakan dengan alat pahat yang bergerak secara sejajar dengan sumbu putar material.



Gambar 1. Hasil pembentukan spesimen ASTM A370

### 2.2. Tahapan Pengujian Tarik

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dari suatu material yang dibuat. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin *Universal Testing Machine*. Beberapa langkah yang dilakukan pada proses uji tarik yaitu :

1. Spesimen yang akan di uji tarik disiapkan lalu diukur menggunakan jangka sorong, pengukuran dilakukan pada bagian gauge length, Panjang total dan diameter pada material yang akan diuji
2. Selanjutnya menginput keseluruhan data yang ada pada spesimen serta beri nama/judul pada setiap spesimen yang akan dilakukan uji tarik.
3. Dilanjutkan pemasangan spesimen pada kedua ragam penjepit dari alat uji tarik tersebut dan mengencangkan kedua bagian ragam tersebut agar saat berlangsungnya proses penarikan spesimen tidak bergerak dan bergeser.
4. Pengujian dimulai dengan menekan tombol start. Kemudian spesimen diberikan beban tarik sampai putus, pada proses ini akan diperoleh nilai kekuatannya yang nilainya akan secara otomatis muncul dilayar komputer pada alat uji tarik tersebut.
5. Selanjutnya hal yang sama akan dilakukan pada semua spesimen pengujian uji tarik dengan mengikuti langkah-langkah diatas. Spesimen yang telah diuji dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Spesimen terputus disebabkan oleh beban maksimal

### 2.3. Uji Tarik

Dalam uji tarik, gaya tarik aksial yang terus meningkat diterapkan pada spesimen sambil secara bersamaan mengamati perpanjangan benda hingga putus. Elastisitas maksimum dari suatu bahan disebut "kekuatan tarik tertinggi". Perlengkapan uji yang digunakan dalam uji tarik ini diharuskan memiliki daya tahan yang kuat dan kekakuan yang tinggi. Kekuatan tarik penting untuk sifat mekanik dalam desain struktural dan proses manufaktur. Kekuatan tarik suatu bahan diperoleh dari hasil uji tarik standar ASTM A370 (SA-370) dengan dimensi ukuran 200 mm x 8.7 mm. Kekuatan tarik mempunyai rumus sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{P_{max}}{A_0} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \quad (1)$$

Dimana  $\sigma_u$  adalah Tegangan tarik maksimum (MPa),  $P_{max}$  adalah beban maksimum (N), dan  $A_0$  adalah luas mula dari penampang batang uji spesimen ( $mm^2$ ).

Kekuatan luluh adalah tegangan yang diperlukan untuk menginduksi deformasi plastis kecil tertentu. Titik luluh dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \quad (2)$$

Dimana  $\sigma_y$  adalah Tegangan luluh (%),  $A_0$  adalah luas mula dari penampang batang uji spesimen ( $mm^2$ ) dan  $A_1$  adalah luas akhir dari penampang batang uji spesimen ( $mm^2$ ).

Untuk nilai regangan dari sampel material dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\varepsilon = \frac{A_0 - A_1}{A_0} (100\%) \quad (3)$$

Dimana  $\varepsilon$  adalah regangan maksimum (MPa,  $N/mm^2$ ),  $P_y$  adalah beban pada titik luluh (N), dan  $A_0$  adalah luas mula dari penampang batang uji spesimen ( $mm^2$ ).

Modulus elastisitas (E) adalah ukuran kekakuan material dalam diagram tegangan-regangan. Modulus elastisitas dapat dihitung dari kemiringan garis elastisitas linier. Untuk rumus mencari modulus elastisitas sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4)$$

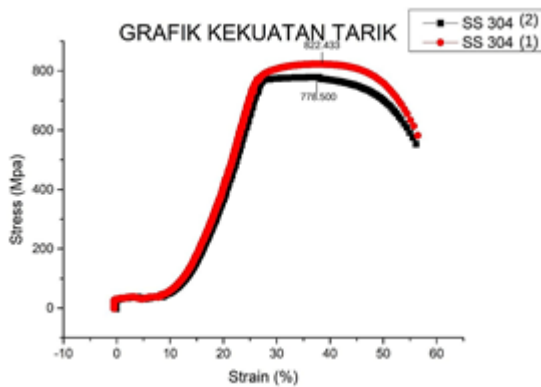
Dimana E adalah modulus elastisitas (MPa),  $\sigma$  adalah tegangan ( $N/mm^2$ ),  $\varepsilon$  adalah regangan maksimum (%).

Standar regulasi yang digunakan dalam acuan adalah Peraturan yang digunakan oleh BKI untuk material poros harus memiliki kekuatan tarik (*tensile strength*) antara 480 dan 800 sesuai dengan (Vol.III *Rules for Machinery Installation 2022 sec.4*) [15]. Bahan material yang digunakan untuk proses pembuatan poros baling-baling (*propeller shaft*) adalah *stainless steel* dan *karbon steel*.

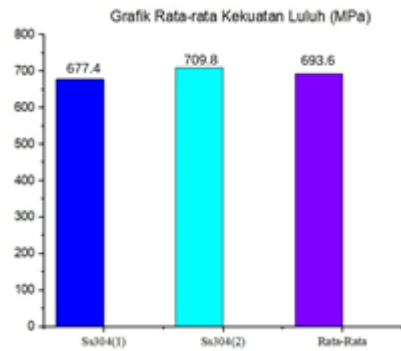
### 3. Pembahasan

Pengujian kekuatan tarik ini menggunakan total sample uji tarik yaitu 6 spesimen dengan 2 sampel per masing-masing variasi, maka data yang didapatkan dari pengujian berupa soft file yang selanjutnya akan diolah menjadi grafik.

3.1. Hasil Uji Tarik SS 304



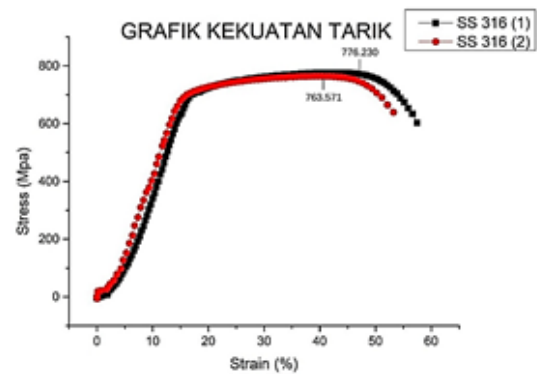
Gambar 3. Grafik kekuatan tarik maksimum SS 304



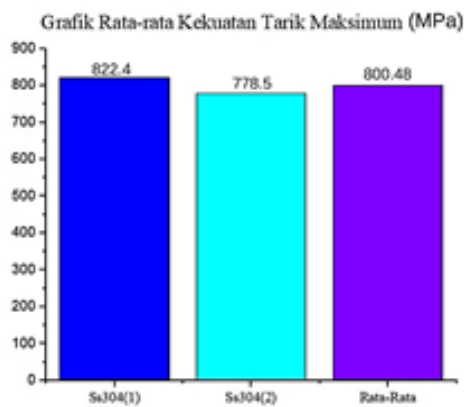
Gambar 6. Grafik rata-rata kekuatan luluh SS 304



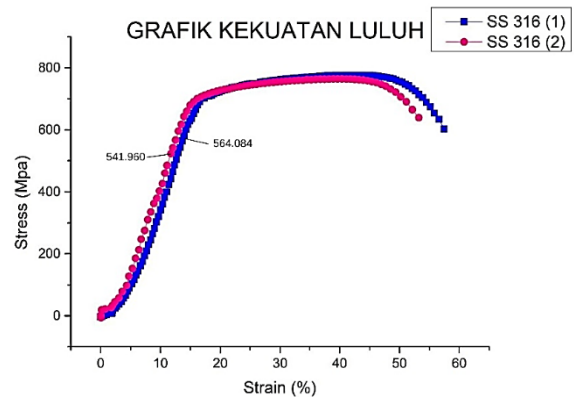
Gambar 4. Grafik kekuatan luluh SS 304



Gambar 7. Grafik kekuatan tarik maksimum SS 316



Gambar 5. Grafik rata-rata kekuatan tarik SS 304

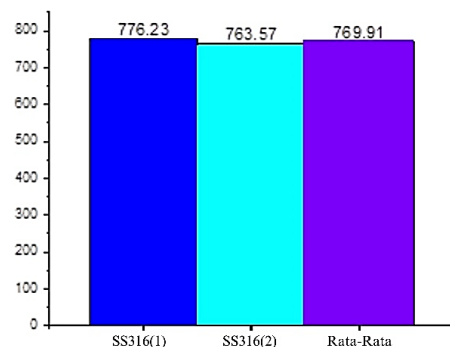


Gambar 8. Grafik kekuatan luluh SS 316

Grafik pada Gambar 4 diatas menjelaskan tentang hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 304 (1) yaitu sebesar 822.4 MPa dengan kekuatan tarik maksimum SS 304 (2) yaitu 778.5 MPa, dan pada Gambar 5 menunjukkan dengan kekuatan luluh SS 304 (1) yaitu sebesar 654.1 Mpa dan kekuatan luluh Stainless Steel 304 (2) yaitu 709.8 MPa.

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 304 yaitu 800.4 MPa dengan regangan sebesar 56.2 %, kekuatan luluh yaitu 693.6 Mpa dan modulus elastisitas 27.5 MPa.

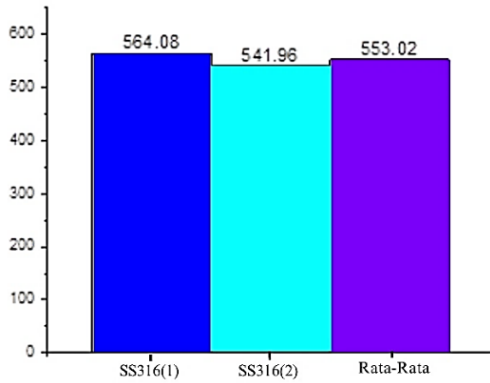
Grafik Rata-rata Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)



Gambar 9. Grafik rata-rata kekuatan tarik SS 316

Pada Gambar 8 dapat dilihat hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 316 (1) yaitu sebesar 776.2 MPa dengan kekuatan tarik maksimum SS 316 (2) yaitu 763.5 MPa, dan pada Gambar 9 menunjukkan dengan kekuatan luluh SS 316 (1) yaitu sebesar 564 Mpa dan kekuatan luluh SS 316 (2) yaitu 541.9 MPa.

Grafik Rata-rata Kekuatan Luluh (MPa)

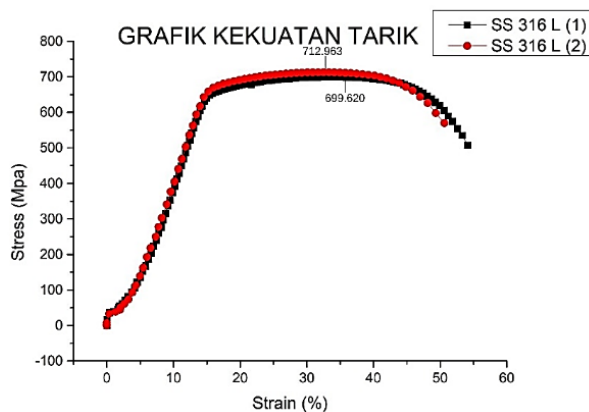


Gambar 10. Grafik rata-rata kekuatan luluh SS 304

Dari Gambar 10 dapat dilihat hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 316 yaitu 769.9 MPa dengan regangan sebesar 55.3 %, kekuatan luluh yaitu 553 MPa dan modulus elastisitas 42.7 MPa.

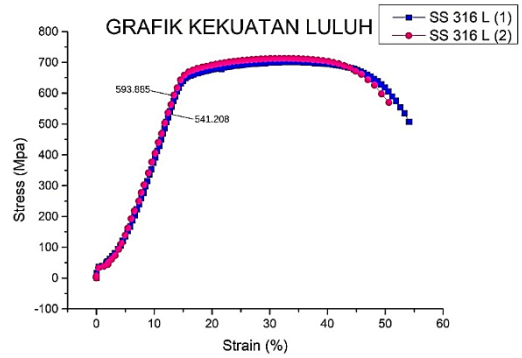
### 3.3. Hasil Uji Tarik SS 316

Grafik pada Gambar 11 dapat dilihat hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 316L (1) yaitu sebesar 699.6 MPa dengan kekuatan tarik maksimum SS 316L (2) yaitu 712.9 MPa, dan pada Gambar 12 menunjukkan dengan kekuatan luluh SS 316L (1) yaitu sebesar 541.2 Mpa dan kekuatan luluh SS 316L (2) yaitu 593.8 MPa.



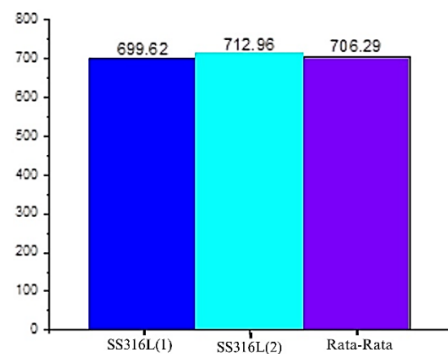
Gambar 11. Grafik kekuatan tarik maksimum SS 316 L

Dari Gambar 12 dapat dilihat hasil kekuatan tarik maksimum pada material SS 316L yaitu 706.2 MPa dengan regangan sebesar 52.3 %, kekuatan luluh yaitu 567.5 MPa dan modulus elastisitas 42.4 MPa.



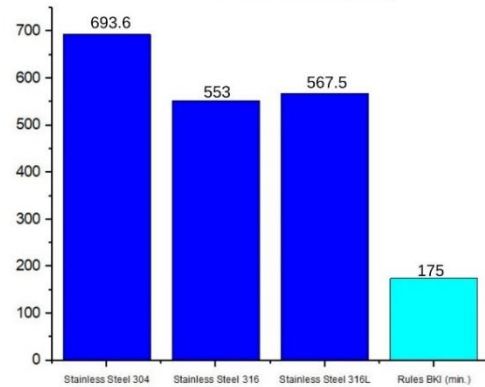
Gambar 12. Grafik kekuatan luluh SS 316 L

Grafik Rata-rata Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)



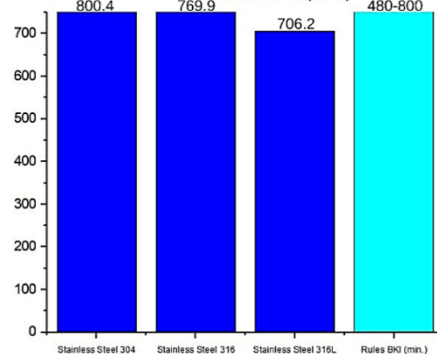
Gambar 13. Grafik Rata-rata Kekuatan tarik SS 316 L

Kekuatan Luluh (MPa)



Gambar 14. Grafik rata-rata kekuatan luluh SS 316 L

Kekuatan Tarik (MPa)



Gambar 15. Perbandingan kekuatan tarik tiap material dengan standar BKI

### 3.4. Hasil Uji Tarik Terhadap Peraturan BKI

Grafik pada Gambar 15 dapat diketahui hasil pada varian material Stainless Steel pada nilai tertinggi spesimen uji yaitu untuk material SS 304 memiliki kekuatan tarik sebesar 804.4 MPa, sedangkan untuk SS 316 memiliki kekuatan tarik sebesar 769.9 MPa dan SS 316L memiliki kekuatan tarik sebesar 706.2 MPa.



Gambar 16. Perbandingan kekuatan luluh tiap material dengan standar BKI

Dari Gambar 16 dapat diketahui hasil pada varian material SS pada nilai tertinggi spesimen uji yaitu untuk material SS 304 memiliki kekuatan tarik sebesar 693.6 MPa, sedangkan untuk SS 316 memiliki kekuatan tarik sebesar 553 MPa dan SS 316L memiliki kekuatan tarik sebesar 567.5 MPa, Hasil pengujian yang dibandingkan dengan persyaratan BKI menunjukkan bahwa semua sampel yang diuji memenuhi persyaratan BKI minimum.

### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari uji tarik pada seluruh material Stainless steel yaitu, SS 304 menghasilkan kekuatan tertinggi dengan nilai kuat tarik maksimum sebesar 800.4 MPa dan kekuatan terendah pada material SS yaitu SS 316L dengan nilai kuat tarik terendah sebesar 702.6 Mpa. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan persyaratan BKI. Semua sampel yang diuji terbuat dari bahan yang memenuhi persyaratan kekuatan tarik minimum BKI, yaitu SS 304, SS 316 dan SS 316L. untuk nilai kekuatan luluh Dari hasil pengujian pada SS 304 yaitu 692.4 MPa, SS 316 yaitu 553 MPa dan SS 316L yaitu 567.5 MPa. Pengujian ini memenuhi standar kelas

BKI dan dapat digunakan sebagai bahan utama untuk poros baling-baling kapal (*propeller shaft*).

### Referensi

- [1] Suardi *et al.*, "Design of Motorcycle Passenger Ship (Klotok) Catamaran Type for Kampung Baru Balikpapan-Penajam Paser Utara," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 8, pp. 430–435, 2023.
- [2] Suardi *et al.*, "Design a Phinisi-Type Tourist Ship to Increase Tourist Interest in Vacationing at Taka Bonerate National Park," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 8, pp. 161–166, 2023.
- [3] Suardi, "Desain Kapal Penangkap Ikan Multipurpose 70 Gt," *J. INOVTEK POLBENG*, vol. 8, pp. 175–180, 2018.
- [4] J.-Z. Liu, H.-P. Guo, and Z. Zou, "A Study on Interaction Among hull, Diesel Engine and Propellers of a Twin-Screw Ship During Turning Circle Maneuver," *Appl. Ocean Res.*, vol. 135, 2023.
- [5] J. Kruszewski, "Ship's Propulsion Neural Controller Main Engine - Pitch Propeller - Shaft Generator," in *Third International Conference on Advances in Control and Optimization of Dynamical Systems*, Kanpur, 2014, pp. 905–912.
- [6] J.-Z. Liu, Z.-J. Zou, H.-P. Guo, and C.-Z. Chen, "A Study on the Interaction Among Hull, Engine and Propeller During Self-Propulsion of a Ship," *Ocean Eng.*, vol. 286, 2023.
- [7] B. Lin and X. Dong, "Ship Hull Inspection: A Survey," *Ocean Eng.*, vol. 289, 2023.
- [8] H. Nubli, Suryanto, A. Fajri, J. M. Sohn, and A. R. Prabowo, "A Review on the Hull Structural Steels for Ships Carrying Liquefied Gas: Materials Performance Subjected to Low Temperatures," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 48, pp. 73–80, 2023.
- [9] J. Firouzi, H. Ghassemi, and M. Shadmani, "Analytical Model for Coupled Torsional-Longitudinal Vibrations of Marine Propeller Shafting System Considering Blade Characteristics," *Appl. Math. Model.*, vol. 94, pp. 737–756, 2021.
- [10] A. P. Pasupulla, H. A. Agisho, S. Seetharaman, and S. Vijayakumar, "Characterization of an Energy Efficient Pulsed Current TIG Welding Process on AISI 316 and 304 Stainless Steels," *Mater. Today Proc.*, vol. 51, pp. 935–938, 2022.
- [11] Y. Ge, L. Chang, M. Bojinov, T. Saario, and Z. Que, "Mechanistic Understanding of the Localized Corrosion Behavior of Laser Powder Bed Fused 316L Stainless Steel in Pressurized Water Reactor Primary Water," *Scr. Mater.*, vol. 238, 2024.
- [12] A. Sierra-Soraluce *et al.*, "Exploring the Effect of Complex Hierarchic Microstructure of Quenched and Partitioned Martensitic Stainless Steels on Their High Cycle Fatigue Behaviour," *Mater. Des.*, vol. 233, 2023.
- [13] X. Xie, D. Yu, J. Chen, Z. Liang, and J. Wang, "Enhancement of High-Temperature Fatigue Properties of 310S Stainless Steel Welded Joints by Strengthened Grinding Process Inducing Gradient Structure," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 157, 2024.
- [14] Alamsyah, W. Setiawan, A. I. Wulandari, R. J. Ikhwan, and Suardi, "Fatigue Life Assessment of Deck Barge Construction Using Numerical Simulation Methods," *Zo. Laut J. Inov. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 4, pp. 41–49, 2023.
- [15] "Peraturan Lambung Edisi Konsolidasi 2022 Biro Klasifikasi Indonesia," 2022.

## Performa *Ducting* pada Sistem Pengkondisian Udara Kamar Mesin Kapal Ferry Ro-Ro Lintas Lembar – Padang Bai

Andi Husni Sitepu<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal Nikmatullah<sup>1,\*</sup>, Andi Haris Muhammad<sup>1</sup>, Surya Hariyanto<sup>1</sup>, Rachmat Zakaria Ilyas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

\*Email: lakibbal@unhas.ac.id

---

### Abstrak

Sistem *ducting* merupakan sistem yang bertugas untuk mengkondisikan udara pada suatu ruangan dan merupakan salah satu sistem yang sangat vital untuk direncanakan pada kamar mesin kapal, bukan hanya berfungsi untuk suplai udara namun juga untuk menjaga suhu pada kamar mesin, merujuk pada *rules* BKI volume 3 tentang permesinan, suhu udara di kamar mesin tidak boleh melebihi 45 °C, pada penelitian ini, kamar mesin yang dijadikan objek penelitian yaitu kamar mesin pada kapal ferry ro-ro lintas Lembar - Padang Bai. Objek ini dipilih karena sistem *ducting* di kamar mesin kapal ini sudah direncanakan akan tetapi belum dipasang karena kapal ini masih dalam tahap pembangunan, maka dari itu penelitian ini hadir untuk menganalisis performa dari sistem *ducting* yang telah direncanakan dengan menggunakan *Computational Fluids Dynamic* (CFD). Hasil penelitian ini yaitu sistem *ducting* yang sudah direncanakan dapat menjaga suhu kamar mesin di 38,9 °C pada kondisi beban panas maksimum, 37,4 °C pada kondisi berlayar dengan luaran daya mesin utama sebesar 100 %, 37,1 °C pada kondisi berlayar dengan daya mesin utama 75 %, 36,7 °C pada kondisi berlayar dengan daya mesin utama 50 % dan 37,2 °C pada kondisi masuk-keluar pelabuhan, 36,06 °C pada kondisi bongkar muat serta 35,92 °C pada kondisi kapal berlabuh.

### Abstract

**Performance of Ducting in the Air Conditioning System of the Engine Room of Ro-Ro Ferry Ship Crossing Lembar - Padang Bai.** The ducting system is a system that is responsible for conditioning the air in a room and is one of the crucial systems to be planned in the engine room of a ship. It not only functions to supply air but also to maintain the temperature in the engine room. Referring to the BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) rules volume 3 on machinery, the air temperature in the engine room should not exceed 45 °C. In this research, the engine room of a ferry ship traveling between Lembar and Padang Bai is the object of study. This object was chosen because the ducting system in the ship's engine room has been planned but not yet installed as the ship is still under construction. Therefore, this research aims to analyze the performance of the planned ducting system using Computational Fluid Dynamics (CFD). The results of this research show that the planned ducting system can maintain the temperature of the engine room at 38.9 °C under maximum heat load conditions, 37.4 °C under sailing conditions with the main engine power output at 100%, 37.1 °C under sailing conditions with the main engine power at 75%, 36.7 °C under sailing conditions with the main engine power at 50%, and 37.2 °C during port entry-exit conditions, 36.06 °C during loading-unloading conditions, and 35.92 °C when the ship is docked.

*Keywords: Sistem ducting; pengkondisian udara; computational fluid dynamic, kapal ferry Ro-Ro*

---

### 1. Pendahuluan

Kapal ferry ro-ro lintas Lembar – Padang Bai memiliki ruangan untuk menyimpan komponen-komponen permesinan yang disebut kamar mesin [1]. Pada kamar mesin ini terdapat mesin penggerak kapal yang disebut Main Engine (mesin induk) dan auxiliary engine (generator set) [1], [2], pompa-pompa dan peralatan kerja lainnya untuk menunjang beroperasinya kapal [1], [3].

Pada saat mesin dan peralatan-peralatan lainnya beroperasi, temperatur di dalam kamar mesin akan meningkat [4]. Hal ini disebabkan karena mesin dan

peralatan-peralatan tersebut membebaskan atau melepas kalor ke lingkungan [5]. Jika tidak dikondisikan maka di dalam kamar mesin akan terasa sangat panas [5], [6]. Ini menyebabkan kenyamanan di dalam kamar mesin berkurang [7] dan bahkan dapat membahayakan ABK atau membuat peralatan pada kamar mesin menjadi overheat [4], [5]. Sistem pengkondisian udara pada kamar mesin merupakan sistem yang sangat dibutuhkan untuk menjaga suhu udara di kamar mesin dan juga untuk supply fresh air untuk Main Engine [6].

Sistem ventilasi yang digunakan di kamar mesin kapal untuk mensuplai udara yaitu sistem ventilasi udara mekanikal dimana terdapat blower dan saluran udara [6]. Saluran udara untuk kamar mesin tersebut selalu bekerja bersamaan saat udara dari luar masuk untuk mensuplai kebutuhan udara dalam kamar mesin dan untuk membuang udara panas dari dalam kamar mesin [7]. Peletakan ventilasi juga diperlukan agar optimal dalam menyuplai udara masuk ke dalam kamar mesin sehingga kamar mesin dapat bersirkulasi dengan baik dan suhu kamar mesin dapat sesuai dengan standar yang ditetapkan [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi performa sistem ducting yang direncanakan pada kamar mesin kapal ferry ro-ro lintas Lembar – Padang Bai.

## 2. Beban Panas pada Kamar Mesin

### 2.1. Mesin Utama dan Generator

Persamaan matematis beban panas yang dibebaskan oleh mesin dan peralatan yang ada di kamar mesin dapat menggunakan formula dari ISO 8861:1998 yang diratifikasi ke dalam IS 14909:2001 sebagai berikut.

$$Q = (0,02 \times Ne \times gc \times Qf) \times 1,163 \quad (1)$$

Dimana, Ne adalah daya mesin utama (Watt), gc adalah konsumsi bahan bakar spesifik (kg/Watt.jam) dan Qf adalah nilai kalor dari bahan bakar (kkal/kg), serta Q adalah beban panas dari mesin utama atau generator (Watt) [9].

### 2.2. Motor Listrik

Untuk menghitung beban panas pada motor listrik, digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 846 \times N \times \left( \frac{1 - \eta}{\eta} \right) \quad (2)$$

Dimana N adalah daya motor listrik (Watt),  $\eta$  adalah efisiensi motor listrik serta Q adalah beban panas motor listrik (Watt) [9].

## 3. Metodologi

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengumpulkan data komponen-komponen yang ada di kamar mesin serta memperhitungkan beban panas yang ditimbulkan akibat kerja dari komponen-komponen tersebut.

Perhitungan beban panas pada kamar mesin disimulasikan dengan memvariasikan kerja dari komponen-komponen, yaitu bekerja 100% (beban maksimum), kondisi berlayar (mesin bekerja pada kondisi 100%, 75% dan 50% dari daya maksimum),

manuver masuk-keluar pelabuhan, bongkar-muat serta berlabuh.

### 3.1. Data Komponen di Kamar Mesin

Adapun data dari masing-masing komponen yang ada pada kamar mesin dapat dilihat pada Tabel 1-3.

Tabel 1. Data mesin utama

Item	Keterangan
Merk	Yanmar
Tipe	6EY26W
Jumlah silinder	6 silinder
Daya	1953 HP
SFoC	0,144 kg/HP.jam
Putaran	750 rpm

Tabel 2. Data generator

Item	Keterangan
Merk	Baudouin
Tipe	6M26.2
Jumlah silinder	6 silinder
Daya	541 HP
SFoC	0,157 kg/HP.jam
Putaran	750 rpm

Tabel 3. Data motor listrik

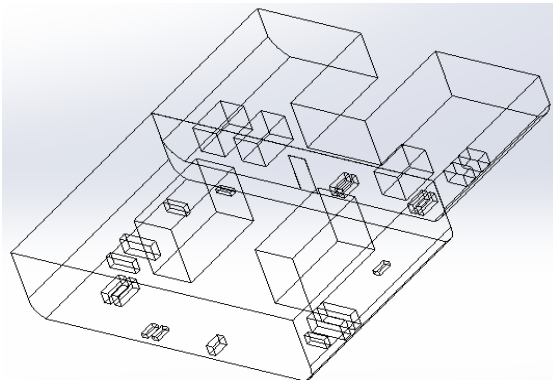
Item	Keterangan
Pompa pemadam kebakaran & dinas umum	1 x 22 kW
Pompa pemadam kebakaran (water deluge)	2 x 30 kW
Pompa bilga	1 x 7,5 kW
Pompa ballast	1 x 7,5 kW
Pompa hydrophore air tawar panas & tangki	2 x 4 kW
Pompa hydrophore air tawar & tangki	2 x 4 kW
Pompa hydrophore air laut & tangki	1 x 4 kW
Pompa air kotor (sewage)	1 x 4 kW
Pompa minyak kotor (dirty oil)	1 x 4 kW
Pompa transfer bahan bakar	2 x 4 kW
Pompa transfer minyak lumas	1 x 4 kW
Compressor udara	2 x 5,5 kW
Pompa pendingin udara (ahu)	2 x 11 kW

Lampu-lampu dan peralatan listrik lain pada kamar mesin selain yang tertuang dalam Tabel 3 diabaikan.

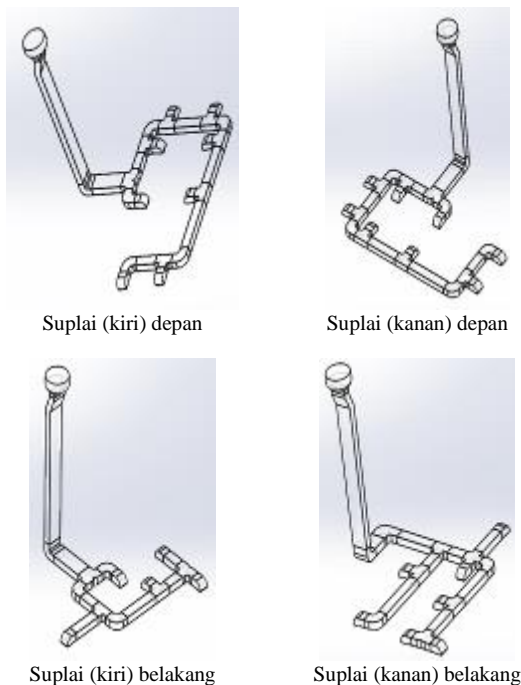
### 3.2. Pemodelan

Pemodelan kamar mesin, komponen-komponen serta sistem ducting ke dalam software CFD dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pada Gambar 1 terlihat bahwa posisi mesin utama dan generator

dipisahkan oleh dinding dengan bukaan permanen pada bagian tengah.



Gambar 1. Pemodelan kamar mesin



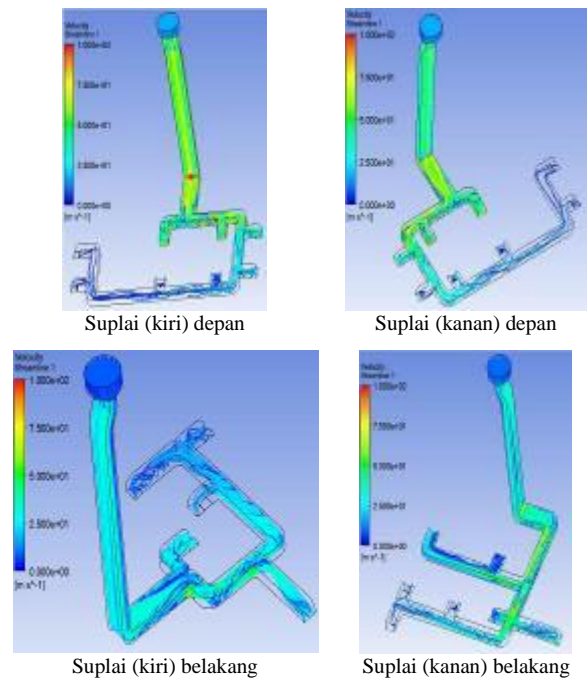
Gambar 2. Pemodelan sistem ducting

Pada objek kapal yang diteliti, terdapat 4 (empat) saluran udara masuk, 2 (dua) pada bagian depan untuk ruang mesin utama dan 2 (dua) pada bagian belakang untuk ruang generator. Selain itu, terdapat 2 (dua) saluran udara keluar yang terletak di ruang mesin utama.

#### 4. Pembahasan

Simulasi yang dilakukan menggunakan software Ansys Fluent, dapat diperoleh karakter kecepatan aliran fluida pada saluran udara masuk sebagaimana yang terlihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan laju aliran fluida yang masuk ke kamar mesin khususnya pada ruangan generator. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jumlah belokan dan jumlah outlet pada bagian tersebut.

Perbedaan laju aliran ini tentu akan berpengaruh terhadap performa pengkondisian udara pada kamar mesin secara keseluruhan.



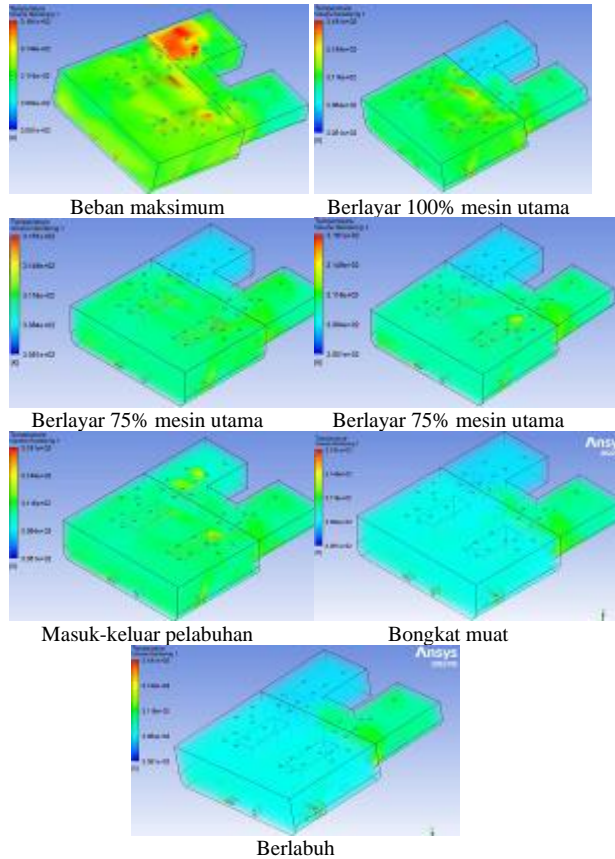
Gambar 3. Karakter aliran pada sistem ducting

Hasil simulasi pengkondisian udara pada kamar mesin kapal ferry ro-ro lintas Lembar – Padang Bai ditampilkan dalam bentuk *volume render* seperti yang terlihat pada Gambar 4 dan suhu rata-rata pada kamar mesin disajikan pada Gambar 5.

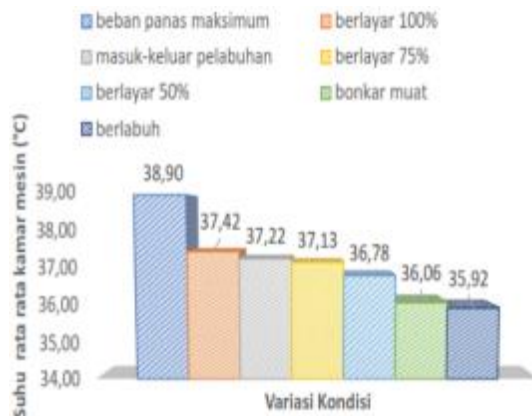
Dari Gambar 4 dapat diamati perbedaan kondisi suhu udara di kamar mesin ketika simulasi dilakukan dalam beberapa variasi beban panas. Kondisi paling rawan diperoleh pada saat simulasi dilakukan dengan beban panas maksimum (semua peralatan di kamar mesin bekerja). Suhu udara di bagian atas mesin bantu diperoleh lebih dari 45 °C (melebihi ambang batas suhu maksimum [9]). Hal ini terjadi karena pada titik tersebut, terdapat 2 mesin bantu yang posisinya berdekatan, sedangkan saluran *outlet* hanya terletak di bagian depan dari kamar mesin, sehingga udara panas yang dihasilkan akibat radiasi dari 2 mesin bantu tidak dapat bersirkulasi (dikeluarkan) dengan baik pada saluran *outlet*. Namun pada kenyataannya kondisi ini mungkin tidak akan terjadi, mengingat pada umumnya kapal beroperasi tidak dalam kondisi semua peralatan bekerja bersamaan. Seperti yang terlihat pada variasi kondisi berlayar (hanya 1 mesin bantu yang beroperasi) dan variasi lainnya, suhu udara di kamar mesin secara keseluruhan masih dapat dikondisikan oleh sistem *ducting* yang terpasang pada kamar mesin kapal ferry ro-ro objek penelitian.

Dari hasil simulasi yang disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat diamati bahwa suhu rata-rata

kamar mesin pada kondisi beban panas maksimum menunjukkan angka paling tinggi dan suhu kamar mesin paling rendah terjadi pada kondisi berlabuh, ini dipengaruhi oleh jumlah peralatan yang bekerja di setiap kondisi.

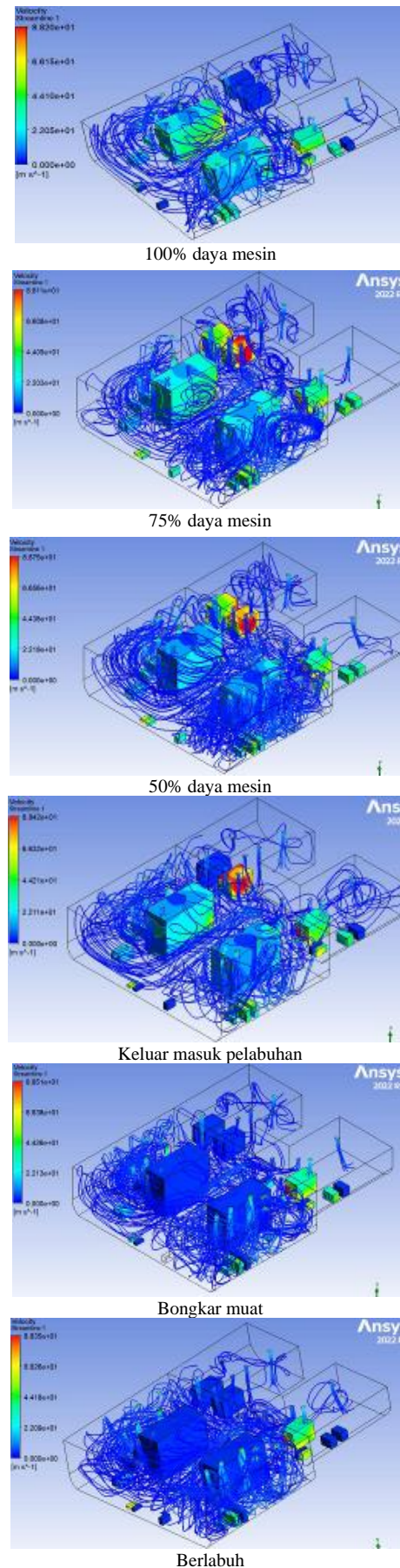


Gambar 4. Hasil simulasi pengkondisian udara



Gambar 5. Suhu rata-rata pada kamar mesin

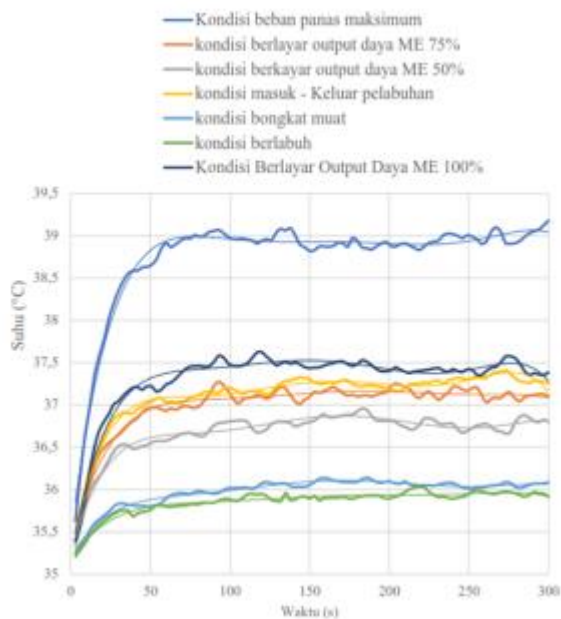
Pada tiap-tiap variasi kondisi beban panas yang disimulasikan diperoleh perbedaan kontur suhu pada sistem permesinan yang mengakibatkan perbedaan suhu rata-rata seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil simulasi pengkondisian udara

Pada Gambar 6 dapat dilihat bentuk aliran udara yang mengalir dari sistem *ducting* masuk ke dalam kamar mesin dan bersirkulasi sebelum dikeluarkan melalui jalur *outlet*. Turbulensi aliran yang diperoleh relatif sama pada setiap variasi kondisi beban panas pada kamar mesin.

Salah satu komponen penting dari sistem pengkondisian udara adalah seberapa lama udara di dalam ruangan bisa dikondisikan serta seberapa besar suhunya. Pada penelitian ini diperoleh grafik perubahan suhu terhadap waktu sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil simulasi perubahan suhu di kamar mesin

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa pada awal simulasi dilakukan, terjadi peningkatan suhu yang cukup signifikan, kondisi ini terjadi pada semua variasi. Hal ini diakibatkan oleh beban panas yang dikeluarkan oleh masing-masing komponen yang bekerja belum disirkulasikan oleh sistem *ducting*. Pada detik ke-50 simulasi dan seterusnya diperoleh suhu pada kamar mesin yang relatif konstan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *ducting* yang direncanakan pada kamar mesin kapal ferry ro-ro lintas Lembar – Padang Bai butuh waktu sekitar ± 50 detik untuk mengkondisikan udara.

Adapun kapasitas beban panas total untuk sebuah sistem *ducting* dapat dihitung dengan rumus [9],

$$q = P\Delta xh(T_i - T_o) \quad (3)$$

Dimana P adalah perimeter sistem *ducting* (m),  $\Delta x$  adalah panjang sistem *ducting* (m), h adalah koefisien perpindahan panas konveksi dari udara ( $W/m^2\text{°C}$ ),  $T_i$  adalah suhu masuk ( $\text{°C}$ ) serta  $T_o$  adalah

suhu yang keluar dari sistem *ducting* ( $\text{°C}$ ). Diperoleh kapasitas beban panas total sebesar 211,61 kW.

Jika dibandingkan dengan nilai beban panas total yang diperoleh dari hasil simulasi pada *software Ansys*, terdapat selisih 1,02%. Perbedaan ini wajar terjadi mengingat batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan menggunakan rumus empiris berbeda dengan simulasi menggunakan *software*.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang dilakukan pada penelitian ini, didapatkan bahwa suhu konstan rata-rata pada kondisi beban panas maksimal, suhu kamar mesin meningkat sebesar 11,11% dari suhu awal, yaitu 38,89  $\text{°C}$ , kondisi berlayar dengan output daya main engine 100% suhu kamar mesin naik 6,81% dari suhu awal, yaitu 37,41  $\text{°C}$ , kondisi berlayar dengan output daya main engine 75% suhu kamar mesin naik 6,01% dari suhu awal, yaitu 37,10  $\text{°C}$ , pada kondisi berlayar dengan output daya main engine 50% suhu kamar mesin naik 5,14% dari suhu awal, yaitu 36,77  $\text{°C}$ , pada kondisi masuk-keluar pelabuhan suhu kamar mesin naik 6,44% dari suhu awal, yaitu 37,25  $\text{°C}$ , pada kondisi bongkar muat suhu kamar mesin naik 3,11% dari suhu awal, yaitu 36,089  $\text{°C}$ , pada kondisi berlabuh suhu kamar mesin naik 2,62% dari suhu awal, yaitu 35,91  $\text{°C}$ .

## Referensi

- [1] M. Santoso, "Studi Perancangan Kapal Ferry Tipe Catamaran 1000GT," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 12, pp. 69–77, 2015.
- [2] B. Goksu and K. Bayramoğlu, "Effect of Electric Vehicle Transportation and Carbon Capture System on Concept Ro-Ro ship Stability and EEDI," *Mar. Sci. Technol. Bull.*, vol. 12, pp. 267–281, 2023.
- [3] P. Pitrianiingsih and R. Hermawan, "Analisis Perancangan Pengkondisian Udara dengan Menggunakan AC VRF," in *Seminar Nasional Pakar ke 2*, 2019.
- [4] A. A. D. Santika, H. Wijaksana, and I. K. Astawa, "Analisa Performansi Cooling Pad Tanpa Saluran Udara dan Dengan Saluran Udara," *IPTEKMA J. Mhs. Univ. Udayana*, vol. 8, pp. 81–88, 2019.
- [5] A. Santoso, A. Baheamsyah, and M. R. Nugraha, "Optimize Air Ventilation Arrangement Using CFD Model to Maintain the Engine Room Temperatures of an 8000 DWT General Cargo," *SENTA Mar. Technol. Sustain. Dev.*, pp. 30–35, 2017.
- [6] E. Alizadeh, A. Maleki, and A. Mohamadi, "An Investigation of the Effect of Ventilation Inlet and Outlet Arrangement on Heat Concentration in a Ship Engine Room," *ETASR Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 7, no. 5, pp. 1996–2004, 2017.
- [7] A. P. Nugroho, M. M. E. Prayitno, and A. Gafur, "Kajian Numerik Tata Letak ventilator Ruang Kamar Mesin Di Kapal Coaster 2000 GT," in *Proceeding 1st Conference on Mechanical Engineering and its Application*, 2021.

- [8] P. Puspitasari, "Analisa Supply Aliran Udara Terhadap Variabel Suhu, Tekanan Dan Kecepatan Udara Pada Kamar Mesin Kapal Tanker 6500 Dwt Menggunakan Computational Fluid Dynamics," Institut Teknologi Surabaya.
- [9] IS 19409, *Shipbuilding — Engine-Room Ventilation in Diesel Engined Ships — Design Requirements and Basis of Calculations*. 2001.

# Pengaruh Variasi Sambungan dan Katup terhadap Perubahan Kecepatan, *Pressure Drop* dan Koefisien Gesek pada Aliran Fluida dalam Pipa

Baharuddin<sup>1,\*</sup>, Balqis Shintarahayu<sup>1</sup>, Yisrel Loyis Sialla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Indonesia*

\*Email: baharmarine@eng.unhas.ac.id

---

## Abstrak

Untuk memindahkan fluida dari satu tempat menuju tempat lainnya memerlukan suatu wadah misalnya melalui sebuah instalasi pipa. Selain pipa sebagai wadah utama terdapat peralatan lain berupa sambungan pipa, katup-katup maupun instrumen pengukur lainnya dimana pada bagian ini justru menjadi faktor dan penyebab yang dapat mengurangi efisiensi pemindahan fluida tersebut. Dalam perencanaan sebuah instalasi pipa, sangat penting untuk memperhatikan karakteristik fluida serta pola alirannya dimana apabila fluida dilewatkan ke dalam pipa maka akan terjadi gesekan antara permukaan dalam pipa dengan fluida tersebut. Karakteristik aliran fluida akan diamati seperti *pressure drop* pada sambungan dan belokan pipa serta bukaan katup dengan menggunakan metode simulasi CFD. Model objek yang digunakan yakni set model jaringan pipa dengan variasi bukaan katup (100%, 75%, 50%) dan initial velocity (2 m/s, 2,5 m/s, 3 m/s, 3,5 m/s). Hasil simulasi akan dianalisis pada enam titik pengambilan data tekanan dan kecepatan aliran pada komponen elbow radius besar, gate valve, elbow sudut patah, elbow radius kecil, reducer, dan ball valve. Hal lain yang diamati meliputi; perubahan kecepatan fluida, koefisien gesek, serta *pressure drop* yang terjadi dalam jaringan instalasi pipa. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa *pressure drop* tertinggi dijumpai pada katup jenis ball valve pada bukaan katup 50% yakni sebesar 80.794,48 Pa dan *pressure drop* terendah terdapat pada elbow radius kecil pada bukaan katup 50% yakni sebesar 588,7 Pa. Seyogyanya dalam setiap instalasi pipa agar dapat menghindari dan meminimalkan kedua jenis komponen fitting instalasi pipa tersebut.

## Abstract

**Effects of Fittings and Valves Variation on Flow Velocity, Pressure Drop, and Friction Coefficient in Pipelines.** To move fluid from one place to another requires a medium, for example through a pipe installation. In addition to the pipe as the main medium, there are other equipment in the form of pipe connections, valves and other measuring instruments where this part actually becomes a factor and cause that can reduce the efficiency of the fluid transfer. In planning a pipe installation, it is very important to consider the characteristics of the fluid and its flow pattern where if the fluid is passed into the pipe, friction will occur between the surface in the pipe and the fluid. Fluid flow characteristics will be observed such as *pressure drop* at pipe joints and turns as well as valve position by using CFD simulation method. The object model used is a set of pipe network models with variations in valve position (100%, 75%, 50%) and initial velocity (2 m/s, 2.5 m/s, 3 m/s, 3.5 m/s). The simulation results will be analyzed at six data collection points for pressure and flow velocity on the components of the large radius elbow, gate valve, broken angle elbow, small radius elbow, reducer, and ball valve. Other things observed include; changes in fluid velocity, coefficient of friction, and *pressure drop* that occurs in the pipe installation network. Based on the analysis, it is found that the highest-*pressure drop* is found in the ball valve type at 50% valve position is 80,794.48 Pa and the lowest *pressure drop* is found in the small radius elbow at 50% valve position which is 588.7 Pa. It should be in every pipe installation in order to avoid and minimize the two types of pipe installation fitting components.

*Kata Kunci: aliran fluida; initial velocity; pressure drop; simulasi ansys, computational fluid dynamic (CFD)*

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan kajian di bidang aliran fluida dalam pipa terus berkembang dan sudah cukup banyak hasil kajian tersebut digunakan untuk kebutuhan praktis maupun penggunaannya dalam

bidang industri [1]. Perkembangan yang pesat ini telah mendorong para ahli untuk membuat kajian aliran dalam pipa yang lebih praktis dan efisien. Saat ini bukanlah hal yang baru lagi apabila menemui paket-paket penyelesaian masalah aliran fluida dalam

bentuk program-program komputer. Sebagai contoh, dalam perhitungan kecepatan, debit, drop tekanan, perhitungan kerugian-kerugian (*losses*), dan lain-lain. Hampir semua telah tersedia dan dapat diperoleh dalam bentuk paket program, tergantung pada kebutuhan apa yang hendak dihitung.

Mengetahui tingkat akurasi persamaan-persamaan empiris pada kajian aliran dalam pipa sangat penting terutama untuk menghemat biaya instalasi perpipaan secara keseluruhan [2]. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk menguji keakuratan persamaan-persamaan teoritis tersebut adalah melalui simulasi komputer yang sudah begitu berkembang.

Untuk dapat memindahkan fluida dari tempat menuju tempat lainnya memerlukan suatu wadah misalnya melalui sebuah instalasi pipa. Selain pipa sebagai wadah utama terdapat peralatan lain berupa sambungan pipa, katup-katup maupun instrumen pengukur lainnya dimana pada bagian ini justru menjadi faktor dan penyebab yang mengurangi efisiensi pemindahan fluida tersebut [3]. Dalam perencanaan sebuah instalasi pipa, sangat penting untuk memperhatikan karakteristik fluida yang akan dipindahkan, misalnya: sifat korosif, *explosive*, racun, suhu dan tekanan. Apabila fluida dilewatkan ke dalam pipa maka akan terjadi gesekan antara permukaan dalam pipa dengan fluida tersebut [4]. Besarnya gesekan yang terjadi tergantung pada kecepatan aliran, kekasaran pipa, diameter dan viskositas fluida yang itu sendiri [5].

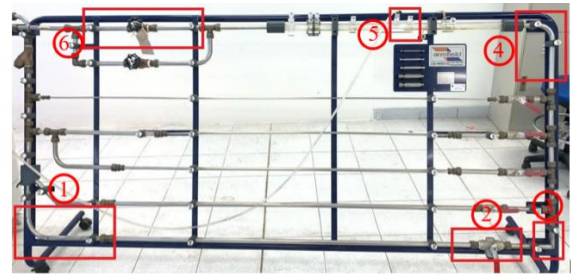
Dalam perencanaan sebuah instalasi pipa, sangat penting untuk mengetahui bentuk-bentuk kerugian energi serta besar kerugian tersebut, kaitannya dengan penyediaan tenaga pompa yang cukup untuk menghisap ataupun menekan aliran fluida dalam pipa [6]. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa dan kerugian-kerugian khusus lainnya. Pada belokan atau lengkungan pipa, kerugian energi aliran akan lebih besar dibanding pada pipa lurus [7].

Berangkat dari permasalahan tersebut penting untuk menganalisa bagaimana pengaruh berbagai bentuk sambungan pipa (*fitting*) terhadap perubahan kecepatan aliran fluida, pola aliran fluida, koefisien gesek permukaan pipa, serta *pressure drop* yang terjadi pada aliran fluida dalam sebuah instalasi pipa. Untuk tujuan tersebut akan dilakukan melalui metode simulasi dengan *computational fluid dynamics* (CFD).

## 2. Metodologi

Metode simulasi CFD dikembangkan dengan model dasar jaringan instalasi pipa sebagaimana yang terdapat di laboratorium Mesin Fluida, Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Perilaku aliran

fluida akan diamati sebagaimana bagian-bagian yang telah diberi tanda pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Jaringan Instalasi Pipa Lab. Mesin Fluida, Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Unhas

Batasan kecepatan fluida diatur dan dikendalikan melalui mekanisme bukaan katup, dimana akan disetting dalam 3 (tiga) keadaan bukaan katup yakni; bukaan katup 100%, 75% dan 50%. Katup-katup dan sambungan pipa terhubung dalam jaringan pipa dengan diameter 1,5 cm. Letak dan panjang titik pengukuran sebagai berikut:

1. Pipa dengan *elbow* radius besar : 0,403 m
2. Pipa dengan *gate valve* : 0,41 m
3. Pipa dengan *elbow* sudut patah : 0,16 m
4. Pipa dengan *elbow* radius kecil : 0,143 m
5. Pipa *reducer* : 0,055 m
6. Pipa dengan *ball valve* : 0,435 m

Selanjutnya data-data di atas menjadi batasan dan data input dalam simulasi Ansys (CFD) dengan tahapan analisis sebagai berikut [8];

- Proses pembuatan model geometri pipa dengan *Rhynoceros 7* dan *workbench Ansys 18.1*, mengidentifikasi dan memberi tanda pada item sesuai batasan parameter input proses simulasi.
- Proses *meshing geometry* adalah pemberian batasan-batasan berupa grid yang berbentuk jaring-jaring dimana grid ini akan menentukan tingkat keakuratan proses simulasi.
- Proses *Setup CFX*, dimana pada tahapan ini akan dilakukan pembatasan (kondisi batas) di setiap domain fluida, dan terbagi menjadi *fluid domains* dan *boundary condition*.

Laju aliran fluida dihitung sebagai fungsi dari debit aliran terhadap luas penampang pipa yang dilewati dan dirumuskan sebagai berikut [9]. Diperoleh hasil bahwa laju aliran fluida terus berangsur naik sebelum melewati belokan pipa, dan laju alirannya akan menurun saat melewati belokan pipa meskipun tidak terlalu signifikan. Beda halnya dengan tekanan fluida yang terus menurun dari mulai aliran fluida masuk hingga aliran keluar fluida. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yaitu gesekan antara fluida dengan dinding pipa dan terjadinya perubahan pada pola aliran yang menyebabkan penurunan tekanan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pola Aliran Fluida dalam Pipa

Pola aliran fluida yang mengalir dalam penampang pipa diketahui melalui angka Reynold (Re). Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 di bawah ini berisi angka Reynold pada jenis sambungan dan jenis katup pada bukaan katup 100%, 75%, dan 50% dengan *initial velocity* sebesar 2 m/s hingga kecepatan 3,75 m/s.

Tabel 1. Bilangan Reynold pada bukaan katup 100%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	Re v=2.5 m/s	Re v=3.0 m/s	Re v=3.5 m/s	Re v=3.75 m/s
Elbow radius besar	2	38.438	48.610	56.450	67.581
Gate valve	2	40.700	50.960	59.422	71.235
Elbow radius kecil	2	38.561	48.423	56.185	67.297
Reducer	2	13.692	18.410	21.219	25.389
Elbow sudut patah	2	40.132	50.260	58.589	70.239
Ball valve	2	39.602	49.465	57.737	69.171

Tabel 2. Bilangan Reynold pada bukaan katup 75%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	Re v=2.5 m/s	Re v=3.0 m/s	Re v=3.5 m/s	Re v=3.75 m/s
Elbow radius besar	2	38.561	48.234	56.298	67.411
Gate valve	2	36.819	46.000	53.724	64.401
Elbow radius kecil	2	38.561	48.196	56.261	67.392
Reducer	2	11.655	19.271	22.546	25.142
Elbow sudut patah	2	32.484	49.900	58.286	69.853
Ball valve	2	30.387	49.911	57.686	65.442

Tabel 3. Bilangan Reynold pada bukaan katup 50%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Re v=2.5 m/s	Re v=3.0 m/s	Re v=3.5 m/s	Re v=3.75 m/s
Elbow radius besar	2	38.485	48.139	56.526
Gate valve	2	37.027	46.303	54.027
Elbow radius kecil	2	38.504	48.158	56.261
Reducer	2	15.276	19.176	22.735
Elbow sudut patah	2	39.962	49.957	58.419
Ball valve	2	37.501	46.890	54.784

Berdasarkan angka Reynold yang diperoleh dapat dipastikan bahwa aliran yang terjadi dalam pipa maupun sambungan pipa dan katup adalah aliran acak (*turbulent*). Pola aliran akan semakin turbulen saat kecepatan fluida ditingkatkan.

#### 3.2. Pressure Drop Aliran dalam Pipa

Estimasi *pressure drop* pada bukaan katup 100%, 75%, 50% pada kecepatan fluida 2,5 m/s, 3,0 m/s, 3,5 m/s, serta 3,75 m/s, dapat dilihat pada isi Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Pressure drop pada bukaan katup 100%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	$\Delta p$ (Pa) v=2,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,0 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	2.763	4.263	5.754	8.172
Gate valve	2	939	1.461	1.996	2.863
Elbow radius kecil	2	607	911	1.177	1.616
Reducer	2	2.598	4.057	5.517	7.914
Elbow sudut patah	2	2.386	3.802	5.044	7.204
Ball valve	2	709	1.049	1.388	1.925

Tabel 5. Pressure drop pada bukaan katup 50%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	$\Delta p$ (Pa) v=2,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,0 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	2.687	4.144	5.606	7.881
Gate valve	2	1.403	2.213	3.022	4.336
Elbow radius kecil	2	619	929	1.223	1.684
Reducer	2	2.601	4.049	5.514	7.911
Elbow sudut patah	2	2.322	3.664	4.995	7.132
Ball valve	2	3.137	4.865	6.576	9.312

Tabel 6. Pressure drop pada bukaan katup 50%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	$\Delta p$ (Pa) v=2,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,0 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,5 m/s	$\Delta p$ (Pa) v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	2.631	4.059	5.474	7.774
Gate valve	2	4.618	7.325	10.296	14.632
Elbow radius kecil	2	588	886	1.176	1.613
Reducer	2	2.612	4.063	5.518	7.922
Elbow sudut patah	2	2.253	3.573	5.052	7.150
Ball valve	2	26.225	41.062	56.135	80.794

#### 3.3. Koefisien Gesek Permukaan dalam Pipa

Koefisien gesek permukaan dalam pipa cenderung konstan dan tidak dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida yang mengalir di dalamnya. Namun demikian hambatan gesek yang dialami fluida sangat tergantung pada nilai viskositas dari fluida itu sendiri. Hasil estimasi *koefisien gesek* pada bukaan katup 100%, 75%, 50% dengan kecepatan fluida 2,5 m/s, 3,0 m/s, 3,5 m/s, serta 3,75 m/s, dapat dilihat pada isi Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 7. Koefisien gesek pada bukaan katup 100%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	f v=2,5 m/s	f v=3,0 m/s	f v=3,5 m/s	f v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	0.052	0.051	0.048	0.050
Gate valve	2	0.017	0.017	0.016	0.017
Elbow radius kecil	2	0.032	0.031	0.028	0.028
Reducer	2	0.355	0.355	0.335	0.353
Elbow sudut patah	2	0.112	0.114	0.105	0.111
Ball valve	2	0.012	0.012	0.011	0.011

Tabel 8. Koefisien gesek pada bukaan katup 75%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	f v=2,5 m/s	f v=3,0 m/s	f v=3,5 m/s	f v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	0,049	0,048	0,045	0,050
Gate valve	2	0,085	0,086	0,084	0,088
Elbow radius kecil	2	0,031	0,030	0,028	0,028
Reducer	2	0,357	0,356	0,335	0,354
Elbow sudut patah	2	0,106	0,108	0,106	0,110
Ball valve	2	0,454	0,454	0,431	0,456

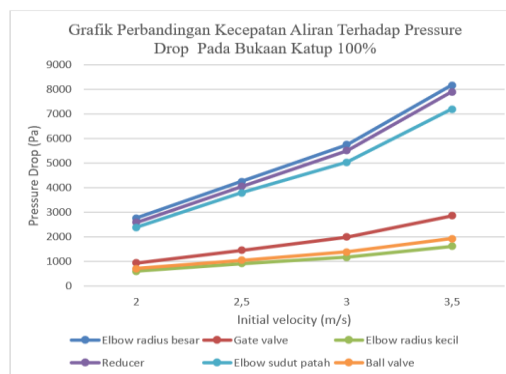
Tabel 9. Koefisien gesek pada bukaan katup 50%

Jenis Sambungan Pipa dan Katup	Initial Velocity (m/s)	f v=2,5 m/s	f v=3,0 m/s	f v=3,5 m/s	f v=3,75 m/s
Elbow radius besar	2	0,050	0,050	0,047	0,050
Gate valve	2	0,026	0,026	0,025	0,026
Elbow radius kecil	2	0,033	0,031	0,029	0,029
Reducer	2	0,356	0,355	0,335	0,353
Elbow sudut patah	2	0,109	0,110	0,104	0,109
Ball valve	2	0,054	0,054	0,051	0,053

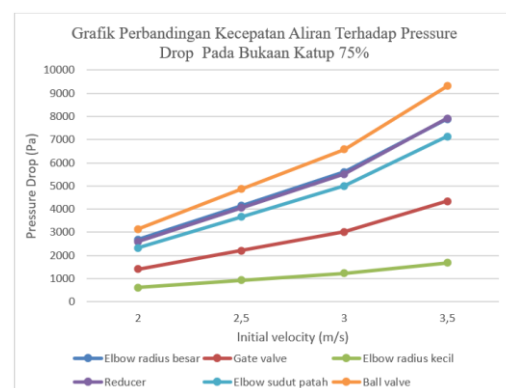
Berdasarkan data yang termuat di tabel-tabel sebelumnya dapat diamati bahwa pada bukaan katup 100% pada tiap *initial velocity*, kecepatan aliran cenderung mengalami kenaikan pada belokan dan pada katup seperti pada pipa elbow radius besar sebesar 0,172 m/s, *gate valve* sebesar 0,015 m/s, pipa *reducer* sebesar 2,72 m/s dan pada *ball valve* sebesar 0,0007 m/s. namun cenderung mengalami penurunan kecepatan pada pipa *elbow radius kecil* sebesar 0,088 m/s dan pada pipa *elbow sudut patah* sebesar 0,4094 m/s hal ini dikarenakan pada pipa mengalami hambatan yang drastis dan gesekan pada dinding pipa serta adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi penurunan kecepatan pada titik tersebut. Sama halnya yang terjadi pada pipa bukaan katup 75% dan pipa bukaan katup 50%.

Kemudian pada tabel yang lain terlihat bahwa nilai *pressure drop* bukaan katup 100% pada tiap *initial velocity*, *pressure drop* cenderung mengalami kenaikan tertinggi terdapat pada pipa elbow radius besar sebesar 8.172 Pa, pipa *reducer* sebesar 4.057 Pa, dan pada pipa elbow sudut patah sebesar 3.802 Pa. Namun berbeda halnya pada pipa bukaan katup 50% pada tiap *initial velocity*. *Pressure drop* cenderung mengalami kenaikan tertinggi pada katup yaitu pada jenis *ball valve* sebesar 80.796 Pa dan pada *gate valve* sebesar 14.632 Pa.

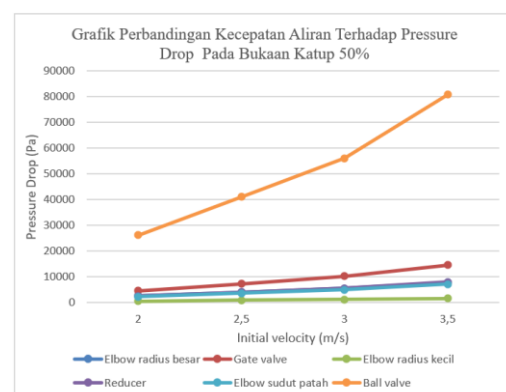
Dari hasil simulasi ini dapat diketahui bahwa *pressure drop* (penurunan tekanan) sangat dipengaruhi oleh faktor bukaan katup, dimana semakin besar bukaan katup maka *pressure drop* yang dihasilkan semakin kecil sebaliknya, semakin kecil bukaan katup maka *pressure* yang dihasilkan semakin besar pada keadaan *velocity* yang konstan.



Gambar 2. Grafik karakteristik initial velocity terhadap pressure drop pada bukaan katup 100%



Gambar 3. Grafik karakteristik initial velocity terhadap pressure drop pada bukaan katup 75%



Gambar 4. Grafik karakteristik initial velocity terhadap pressure drop pada bukaan katup 50%

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa *initial velocity* juga berbanding lurus dengan *pressure drop* dimana apabila *initial velocity* dinaikkan akan diikuti kenaikan *pressure drop*nya begitupun sebaliknya. Pada grafik juga didapatkan bahwa bukaan katup mempengaruhi *pressure drop*nya, terlihat pada bukaan katup 50% *gate valve* dan *ball valve* memiliki *pressure drop* tertinggi dibandingkan dengan pada pipa radius (belokan), sedangkan pada bukaan 100% pipa radius (belokan) memiliki nilai *pressure drop* tertinggi jika dibandingkan dengan *gate valve* dan *ball valve*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa *Initial velocity* berpengaruh langsung dan tegak berbanding lurus dengan *pressure drop* dimana semakin tinggi kecepatan aliran akan menaikkan *pressure drop*nya. Pola aliran fluida pada sabungan *elbow*, *reducer* dan katup cenderung akan selalu turbulen dikarenakan diameter pipa yang kecil sedangkan laju aliran bernilai tinggi. Koefisien gesek cenderung tidak dipengaruhi oleh kecepatan fluida, semakin kecil kecepatan aliran akan menghasilkan nilai koefisien gesek yang cenderung konstan.

#### Referensi

- [1] P. M. Gerhart and R. J. Gross, *Fundamentals of Fluid Mechanics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1985.
- [2] F. A. Masyuda, "Analisa Kerugian Head Losses dan Friction pada Sistem Perpipaan Beda Jenis Valve dengan Variasi Bukaannya Valve," Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
- [3] Raswari, *Teknologi dan Perancangan Sistem Perpipaan*. Jakarta: UI Press, 1986.
- [4] K. L. Kumar, *Engineering Fluid Mechanics*. New Delhi: S. Chand Limited, 2000.
- [5] H. Exner, *Basic Principles and Components of Fluid Technology*. Aschaffenburg: Mannesmann Rexroth, 1978.
- [6] B. R. Munson, D. F. Young, and T. H. Okiishi, *Fundamentals of Fluid Mechanics*. J. Wiley, 2001.
- [7] A. White, "Turbulent Drag Reduction With Polymer Additives," *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 8, 1966.
- [8] S. Yanuar and Joko, "Koefisien Gesek Pipa Kasar dengan Biopolimer Guar Gum," *J. Teknol.*, vol. 21, pp. 125–134, 2007.
- [9] A. J. Smits, *Physical Introduction to Fluid Mechanics*. California: Wiley, 2000.

## Dispersi Pengetahuan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Pengrajin Perahu Nelayan Fiberglass Dusun Pattontongan Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto

Farianto Fachruddin<sup>1,\*</sup>, Syamsul Asri<sup>1</sup>, Muhammad Risal Firmansyah<sup>1</sup>,  
Wahyuddin Mustafa<sup>1</sup>, Zulkifli Yusuf<sup>2</sup>, Lukman Bochari<sup>1</sup>, Fadhil Riski  
Clausthaldi<sup>1</sup>, Muhammad Akbar Azis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Unhas, Jl. Raya Malino, Kampus Gowa, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Unhas, Jl. Raya Malino, Kampus Gowa, Indonesia

\*Email: fariantof.lage@unhas.ac.id

---

### Abstrak

Kecamatan Binamu merupakan penghasil terbesar rumput laut Kabupaten Jeneponto (14% dari total produksi rumput laut). Kecamatan ini merupakan salah satu dari tujuh kecamatan di Kabupaten Jeneponto sebagai penghasil rumput laut. Perahu kecil merupakan sarana operasional budidaya rumput laut sering mengalami kerusakan lambung akibat pendaratan. Perahu ini umumnya terbuat dari material kayu atau fiberglass. "Cahaya Laut" sebagai salah satu kelompok nelayan-pebudidaya rumput laut di Kecamatan Binamu Dusun Pattontongan beranggotakan sepuluh orang. Kelompok ini sudah lima tahun menjadi binaan dari dosen program studi Teknik Perkapalan. Salah satu kompetensinya adalah ketrampilan sebagai pengrajin fiberglass dalam perbaikan dan pembuatan perahu nelayan. Dalam proses pembangunan dan perbaikan perahunya mereka belum menerapkan tata cara kerja aman dan sehat sesuai standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan dan memberikan pemahaman tentang pentingnya aspek K3, kemudian menerapkan tindakan pencegahan terhadap hal-hal yang bisa menyebabkan kecelakaan dan masalah kesehatan kerja pada lingkungan kerja mereka. Hasil wawancara awal, menunjukkan fakta bahwa sering terjadi kecelakaan kerja berakibat pada cedera ringan dan berat. Sebab itu, penting dilakukan desiminasi tentang K3 bagi pengrajin (pebudidaya rumput) perahu fiberglass di Dusun Patotontongan kecamatan Binamu. Hasil kegiatan desiminasi ini menunjukkan bahwa semua pengrajin telah paham akan pentingnya aspek K3 dalam pekerjaan perbaikan dan pembuatan perahu fiberglass.

### Abstract

**Dissemination of Health and Safety Knowledge (K3) to Fiberglass Fishermen Boat Craftsmen in Pattontongan Hamlet, Binamu District, Jeneponto Regency.** Binamu District is the largest producer of Seaweed by Jeneponto Regency (14% of total seaweed production). This sub -district is one of the seven sub -districts in Jeneponto Regency as a seaweed producer. Small boats are a means of operational seaweed cultivation often suffered hull damage due to landing. This boat is generally made of wood or fiberglass material. The "Cahaya Laut" as one of the groups of seaweed fishermen in Binamu District, Pattontongan Hamlet consists of ten members. This group has been a fostering of the Lecturer of Shipping Engineering Study Program. One of the competencies is the skill as a fiber glass craftsman in repairing and making fishing boats. In the process of building and repairing the boat they have not implemented safe and healthy work procedures in accordance with Occupational Safety and Health Standards (K3). This community service activity aims to introduce and provide an understanding of the importance of K3 aspects, then applying precautions of things that can cause accidents and occupational health problems in their work environment. The results of the initial interview, showed the fact that work accidents often occur in minor and severe injuries. Therefore, it is important to do a dissemination of K3 for craftsmen (seaweed culture) Fiberglass boat in Patotontongan Hamlet, Binamu District. The results of this dissemination activity show that all craftsmen have understood the importance of K3 aspects in repair work and making fiberglass boats.

*Kata Kunci:* Dispersi; fiberglass; pebudidaya; rumput laut

---

### 1. Pendahuluan

Wilayah bagian selatan Kabupaten Jeneponto merupakan daerah pesisir dengan garis pantai

sepanjang 114 km, memiliki batas administrasi yaitu berbatasan dengan Kabupaten Gowa dan Takalar di sebelah Utara, Kabupaten Bantaeng di sebelah

Timur, Laut Flores di sebelah Selatan, dan Kabupaten Takalar di sebelah Barat. Dengan posisi geografisnya terletak antara  $5^{\circ}16'13''$ – $5^{\circ}39'35''$  Lintang Selatan dan antara  $12^{\circ}40'19''$ – $12^{\circ}7'31''$  Bujur Timur. Kabupaten Jeneponto berjarak 91 km dari Kota Makassar (Ibukota Provinsi Sulawesi Selatan). Adapun jarak dari Kampus II FT-UH di Kabupaten Gowa Kecamatan Bontorannu ke lokasi kegiatan Kelurahan Biringkassi Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto berjarak 85.5 Km.

Usaha budidaya rumput laut di Jeneponto umumnya berskala usaha rakyat (mikro). Masyarakat pesisir Jeneponto berusaha budidaya secara berkelompok maupun perseorangan. Peralatan budidaya dan perahu merupakan sarana produksi dalam beraktifitas sebagai pebudidaya rumput laut. Adapun perahunya adalah perahu berukuran kecil atau biasanya disebut sampan umumnya terbuat dari fiberglass (serat gelas) seperti ditunjukkan pada Gambar 1 [1] atau kayu gelondongan.



Gambar 1. Kondisi perahu nelayan/pebudidaya rumput laut Dusun Patontongan Jeneponto

Perahu kecil Fiberglass digunakan oleh kelompok pebudidaya rumput laut memiliki karakter desain relatif sama dengan sampan kayu gelondong. Dimana proporsi ratio ukuran panjang dan lebarnya (L/B) besar. Proporsi ratio lebar dan tingginya (B/H) lebih kecil sehingga stabilitasnya kurang baik. Karena itu, perahu selalu dilengkapi dengan cadik sebagai alat keseimbangan [2]. Seperti halnya perahu kayu, lambung perahu fiberglass dikonstruksi tanpa gading dan tebal kulit lambungnya relatif tipis sehingga mudah retak bila terjadi benturan dan gesekan ketika pendaratan di pantai. Atas dasar ini, advokasi teknologi perahu fiberglass perlu diberikan kepada kelompok nelayan di Jeneponto. Lebih dari itu, advokasi teknologi pemeliharaan dan perbaikan perahu fiberglass perlu diperluas hingga kepada para pebudidaya rumput laut dan pengguna lainnya. Salah satu bentuk advokasi tersebut terkait penggunaan kobalt-aerosil sebagai komponen material komposit fiberglass untuk pelapisan kulit lambung perahu fiberglass kepada kelompok mitra [3].

Dalam proses pembuatan perahu fiberglass terindikasi bahwa tahap paling berisiko adalah pembuatan konstruksi kerangka perahu. Dimana tingkat risikonya beragam mulai dari dampak ringan (gatal), menengah (iritasi kulit), dan berat serta fatal (terpotong, tersengat listrik) yang dapat menghilangkan nyawa. Sehingga terhadap aspek kesehatan dan keselamatan kerja, proses pembuatan perahu fiberglass memiliki tingkat risiko tinggi [4], [5]. Hal serupa juga diperkuat oleh Kusumawardani [6] lewat penelitiannya dengan penggunaan metode Job Safety Analysis (JSA) pada proses pembuatan kapal fiberglass. Dimana hasilnya menunjukkan terdapat 12 (dua belas) potensi bahaya terkategori dalam level resiko tinggi (*high risk*) dan ekstrim (*extreme risk*). Efek bahaya tersebut antara lain: terjadi iritasi kulit dan mata, gangguan pernafasan, luka gores serta luka sobek.

Pada kegiatan perbaikan dan pemeliharaan perahu pebudidaya rumput laut dan nelayan di dusun Patontongan nampak bahwa para pengrajin belum menerapkan protokol standar kesehatan dan keselamatan kerja seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Karenanya kegiatan penyuluhan berkaitan dengan aspek aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi pengrajin perahu fiberglass sangat diperlukan.



Gambar 2. Kegiatan pengrajin/pebudidaya rumput laut dalam perbaikan perahu belum melaksanakan protokol K3

Kegiatan ini menargetkan pencapaian pemahaman terhadap standard dan prosedur K3 pada pekerjaan perbaikan dan pembangunan perahu FRP bagi kelompok pengrajin/pebudidaya rumput laut/nelayan di Desa Biringkassi Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto. Salah satu kelompok tersebut adalah “CAHAYA LAUT” beranggotakan 10 (sepuluh) orang yang pada kegiatan ini dijadikan mitra.

## 2. Latar Belakang Teori

### 2.1. Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)

Secara umum, komposit plastik sebagai produk FRP dibangun dengan tiga jenis laminasi, yaitu: i)

laminasi pertama sebagai penghalang korosi, yakni laminasi dengan ketahanan kimia dan suhu; ii) Laminasi kedua sebagai struktur yang tahan suhu; dan iii) laminasi ketiga adalah Topcoat sebagai lapisan terluar tahan lingkungan dan suhu. Pada dasarnya, bahan FRP terdiri dari resin thermosetting dan fiberglass. Kombinasi resin dan serat kaca menjadikan bahan utama produk FRP. Resin membawa ketahanan lingkungan dan kimia pada produk dan merupakan pengikat untuk serat kaca dalam laminasi struktural.

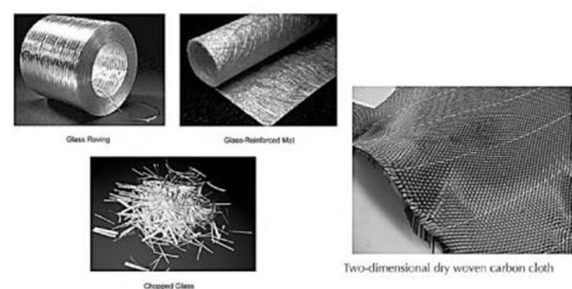
Definisi tentang material komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih berbeda bentuk, komposisi kimia, dan tidak saling melarutkan antara satu dengan lainnya [7]. Sementara definisi lainnya menyebutkan komposit fiberglass terdiri dari dua atau lebih bahan berbeda membentuk suatu kesatuan produk baru. Dimana material satu berfungsi sebagai penguat dan material lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Dengan demikian komposit adalah bahan hibrida terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, kesatuan ini menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Apabila proses pembentukan atau penggabungan komponen material tersebut dilakukan dengan benar, laminasi fiberglass sebagai komposit akan dapat menjadi kuat dan kaku serta memiliki ketahanan tinggi terhadap pengaruh air (lingkungan luar) dan kelelahan (*yield*). Namun apabila hal sebaliknya dilakukan, dapat memperpendek umur teknis laminasi fiberglass [8], [9].

## 2.2. Komponen Material Fiberglass

Serat adalah konstituen utama dalam bahan komposit yang diperkuat serat. Mereka menempati fraksi volume terbesar dalam laminasi komposit dan berbagi sebagian besar beban yang bekerja pada struktur komposit. Pemilihan yang tepat dari jenis serat, volume serat fraksi, panjang serat, dan orientasi serat sangat penting, karena mempengaruhi karakteristik dari laminasi komposit (10), yaitu: a/ kepadatan (*density*); b/ Kekuatan tarik dan modulus; c/ Kekuatan tekan dan modulus; d/ Kekuatan kelelahan serta mekanisme kegagalan kelelahan; e/ Konduktivitas listrik dan termal; dan f/ biaya. Dua komponen utama dari pembentukan material fiberglass (FRP), yaitu: a/ penguat (*reinforcement*) dan b/ pengikat atau penyatu (*matrix*). Keseluruhan material ini dapat berupa bahan alami dan non alami (buatan/sintesis). Dalam prakteknya, bahan FRP paling banyak digunakan oleh masyarakat pengrajin adalah yang berbasis non-alami yang cenderung bersifat kimiawi dan berbahaya.

Salah satu bahan FRP yaitu matriks memainkan peran kecil dalam daya dukung beban tarik komposit struktur. Namun, pemilihan matriks memiliki pengaruh besar pada gaya tekan, gaya geser anatar lamina serta sifat gaya geser dalam bidang material komposit. Matriks memberikan dukungan lateral

terhadap kemungkinan tekuk serat di bawah beban tekan, sehingga mempengaruhi sebagian besar, kekuatan tekan material komposit. Interaksi antara serat dan matriks juga penting dalam merancang struktur yang toleran terhadap kerusakan. Akhirnya, pemrosesan dan cacat pada material komposit bergantung pada: kekuatan karakteristik pemrosesan matriks. Karakteristik pemrosesan meliputi: viskositas cairan, suhu dan waktu pengeringan [10]. Properti matriks juga menentukan penggunaan suhu maksimum, ketahanan terhadap kelembaban, kekentalan cairan, dan stabilitas termal serta oksidatif [11]. Pada Gambar 3 dan 4 ditunjukkan beberapa bentuk material FPR berfungsi sebagai reinforcement dan matriks.



Gambar 3. Beberapa bentuk material serat berfungsi sebagai reinforcement [11]



Gambar 4. Resin sebagai matriks berupa polimer termoset dan termoplastik [11]

## 2.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Bidang konstruksi merupakan bidang dinamis berpotensi risiko bahaya kecelakaan. Siti Riptifah Tri Handari [12] telah melakukan kajian guna mengetahui faktor-faktor terjadinya kecelakaan kerja pada pekerja konstruksi di ketinggian dan hubungan antar variabel. Adapun variabel independennya meliputi kelengkapan APD, pengetahuan, pelatihan, dan lingkungan kerja, sementara variabel dependennya adalah kecelakaan kerja. Hasilnya menunjukkan bahwa sebanyak 74,5% pekerja mengalami kejadian kecelakaan kerja. Sementara hasil hubungan antara variabel menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelengkapan APD dan pengetahuan terhadap kejadian kecelakaan kerja. Sementara untuk variabel pelatihan dan lingkungan kerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian kecelakaan kerja. Sesuai hasil kajian dan kondisi lapangan, dimana para pengrajin/pebudidaya/nelayan dalam pekerjaan perbaikan dan pembangunan perahu

tidak dilengkapi dengan APD. Karena itu, sangat besar risiko kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pengrajin. Sementara itu, International Labour Organization [13] mendefinisikan kecelakaan sebagai kejadian tidak terencana dan tidak terkontrol disebabkan oleh manusia, situasi atau faktor lingkungan, atau kombinasi dari faktor-faktor tersebut. Hal tersebut mengganggu proses kerja, dapat (ataupun tidak) menimbulkan injury, kesakitan, kematian, kerusakan property atau kejadian tidak diinginkan. Lebih lanjut negara melalui PP No.50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen K3 telah mengatur terkait kewajiban bagi perusahaan/kelompok/ perorangan untuk mempunyai dan menerapkan system manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3).

Motivasi utama dalam melaksanakan keselamatan dan kesehatan kerja adalah untuk mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat dari pekerjaan. karena itu perlu dilihat penyebab dan dampak yang ditimbulkannya. Tabel-1 menunjukkan potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja didasarkan pada dampak korban [13].

### 3. Metode atau Penanganan Masalah

Sesuai dengan kondisi lapangan dan berdasar pada penjelasan permasalahan di sub-bahasan sebelumnya. Yakni berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yaitu terjadinya kecelakaan kerja dengan tingkatan risikonya pada kegiatan mereka.

Penyebabnya adalah kondisi tembat bekerja tidak aman (unsafe condition) dan perilaku kerja pengrajin juga tidak sadar tentangn keamanan (unsafe action). Di dalam bekerja mereka tidak memperhatikan potensi bahaya yang ada di lingkungan kerjanya. Pengrajin juga belum pernah mendapatkan informasi/pengetahuan tentang K3 untuk pekerjaan perbaikan dan pembangunan perahu berbahan FRP. Hal ini berdampak pada belum timbulnya kesadaran tinggi terhadap pentingnya pengetahuan K3 bagi mereka.

Karenanya metode penanganan masalah yang ditawarkan sebagai jalan keluar yaitu: kegiatan desiminasi/penyuluhan “Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Bagi Pengrajin Perahu Nelayan Fiberglass. Kegiatan lainnya adalah membimbing mereka untuk identifikasi langsung potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan dan masalah kesehatan kerja. Mengenali cara penangani potensi bahaya dan menjelaskan tentang alat pelindung diri (APD) disetiap jenis kerja dalam kegiatan perbaikan/pembangunan perahu FRP. Selain itu, kegiatan ini mencoba memberikan pengetahuan tentangnya pentingnya menciptakan budaya K3 pada lingkungan kerjanya dan tetap memperhatikan berbagai potensi bahaya serta cara penanggulangannya. Penerapan budaya K3 ini dapat diimplementasikan di lingkungan kehidupan sehari hari.

Tabel 1. Potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja didasarkan pada dampak korban

Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
<b>Potensi bahaya yang menimbulkan risiko dampak jangka panjang pada kesehatan</b>	<b>Potensi bahaya yang menimbulkan risiko langsung pada keselamatan</b>	<b>Risiko terhadap kesejahteraan atau kesehatan sehari-hari</b>	<b>Potensi bahaya yang menimbulkan risiko pribadi dan psikologis</b>
Bahaya factor kimia (debu, uap logam, uap) Bahaya faktor biologi (penyakit dan gangguan oleh virus, bakteri, binatang dsb.) Bahaya faktor fisik (bising, penerangan, getaran, iklim kerja, jatuh) Cara bekerja dan bahaya factor ergonomis (posisi bangku kerja, pekerjaan berulang-ulang, jam kerja yang lama) Potensi bahaya lingkungan yang disebabkan oleh polusi pada perusahaan di masyarakat	Kebakaran Listrik Potensi bahaya Mekanikal (tidak adanya pelindung mesin) House keeping (perawatan buruk pada peralatan)	Air Minum Toilet dan fasilitas mencuci Ruang makan atau Kantin P3K di tempat kerja Transportasi	Pelecehan, termasuk intimidasi dan pelecehan seksual Terinfeksi HIV/AIDS Kekerasan di tempat kerja Stress Narkoba di tempat kerja

### 4. Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan dihadiri kurang lebih 8 orang pebudidaya rumput laut/nelayan yang berketrampilan sebagai pengrajin

perahu FRP. Di awal pelaksanaan kepada peserta pengrajin diberikan kuisisioner awal bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pemahamannya terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada aktifitas pekerjaan perbaikan/pembangunan perahu FRP.

Setelah itu dilakukan penyuluhan tentang materi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di rumah produksi Labo Produksi Prodi Teknik Perkapalan dusun Patotontongan Desa Biringkassi Kecamatan Binamu Jeneponto. Materi K3 tersebut berkaitan erat dengan penggunaan materia FRP dalam perbaikan dan atau pembangunan perahu nelayan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Pengisian questioner di awal kegiatan



Gambar 6. Kegiatan dispersi pengetahuan dan diskusi materi K3

Pelaksanaan penyuluhan diawali dengan mereview kembali tentang material FRP mencakup jenis bahan, penyimpanan dan penanganan bahan serta metode reparasi/restorasi. Setelah itu dilanjutkan dengan materi K3. Dalam kegiatan tersebut banyak terjadi dialog tanya jawab antara nara sumber dan peserta dengan atensi peserta sangat tinggi. dibuktikan dengan banyak pertanyaan diajukan secara lugas dan tepat pada persoalan dihadapi. Kegiatan ini menjadi ajang diskusi terkait berbagai pengalaman peserta versus berbagai teori kekinian dari aspek keselamatan dan kesehatan kerja.

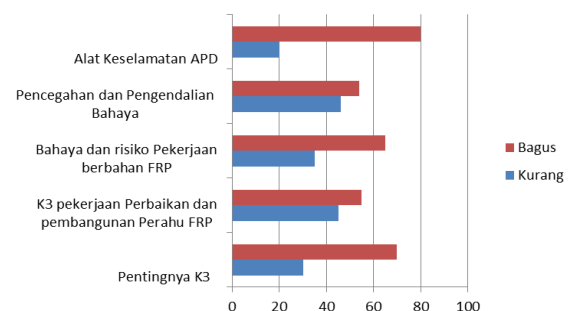
Pemberian materi penyuluhan meliputi:

- Pengetahuan umum tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3);
- pentingnya informasi K3 diterapkan dalam lingkungan kerja
- Pengetahuan tentang bahaya ditempat kerja;
- Pengetahuan tentang resiko terhadap bahaya K3 berpotensi terjadi ditempat kerja;
- Pengetahuan tentang jenis kecelakaan kerja yang bisa terjadi di tempat kerja;

- Pengetahuan tentang cara pencegahan dan penanggulangan setiap bahaya dengan potensi resikonya;
- Pengetahuan tentang hirarki pengendalian bahaya yang terdiri dari eliminasi, substitusi, perancangan, adminstrasi dan penggunaan APD (Alat Pelindung Diri).

## 5. Hasil Kegiatan

Setelah pelaksanaan kegiatan penyuluhan, dilakukan evaluasi dengan memberikan questioner akhir. Langkah ini ditempuh untuk mengukur sejauh mana perubahan pemahaman terkait prinsip dasar dan standar implementasi K3 dalam keseharian pengrajin khususnya disaat bekerja sebagai pengrajin perahu FRP. Hasil evaluasi terhadap pelaksanaan penyuluhan menunjukkan bahwa: i/ para peserta (pengrajin) secara umum bisa memahami tentang pentingnya aspek K3 di lingkungan kerja mereka; ii/ para peserta (pengrajin) bisa memahami tentang identifikasi potensi bahaya, resiko dan cara penanggulangannya. Aspek-aspek yang ingin diketahui pada tahapan evaluasi ini tercermin secara grafis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Respon pengrajin pada aspek-aspek K3 terhadap bahaya dan resiko pekerjaan

## 6. Kesimpulan

Kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan pengabdian ini adalah pebudidaya rumput laut dan nelayan dapat memilih bahan yang tepat untuk perbaikan perahunya, oleh karena telah mengenali karakteristik bahan FRP secara baik. Mereka juga sudah dapat mengerjakan perbaikan perahunya secara mandiri. Dengan demikian dapat menghemat biaya produksi budidaya rumput laut serta menjaga ketersediaan perahu agara produksi rumput laut tetap lancar.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Universitas Hasanuddin telah menyediakan bantuan Skema Pengabdian melalui program P2CIKU UNHAS Tahun Anggaran 2023 dan kepada semua pihak yang mendukung terlaksanya kegiatan pengabdian ini, terutama kelompok pengrajin/pebudidaya rumput

laut/nelayan “Cahaya laut”, masyarakat dusun Pantontongan serta seluruh tim kelompok pengabdian LBE-RBK Teknik Perkapalan.

### Referensi

- [1] S. Asri, W. Mustafa, F. Fachruddin, Zulkifli, and M. R. Firmansyah, “Perbaikan Sistem Daya Apung Perahu Fiberglass Guna Meningkatkan Keselamatan Operasi Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Jeneponto,” *J. Tepat (Teknologi Terap. untuk Pengabd. Masyarakat)*, vol. 3, pp. 127–132, 2020.
- [2] W. Mustafa, S. Asri, F. F. Lage, M. R. Firmansyah, M. Z. M. Alie, and F. Husain, “Pelatihan Perbaikan Perahu Kecil Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Untuk Budidaya Rumput Laut di Kabupaten Bantaeng,” *J. Tepat (Teknologi Terap. untuk Pengabd. Masyarakat)*, vol. 1, pp. 87–98, 2018.
- [3] F. Fachruddin *et al.*, “Penggunaan Kobalt-Aerosil Komponen Fiberglass Pada Pelapisan Lambung Perahu Nelayan Rumput Laut Dusun Pattontongan Jeneponto,” *J. Tepat (Teknologi Terap. untuk Pengabd. Masyarakat)*, vol. 4, pp. 226–239, 2021.
- [4] P. V. Latief, B. H. Iskandar, and F. Purwangka, “Identifikasi Keselamatan Kerja pada Proses Pembuatan Perahu Fiberglass,” *ALBACORE*, vol. 2, pp. 123–133, 2018.
- [5] S. W. Satoto *et al.*, “Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Perbaikan Kapal Kayu di Daerah Pasir Panjang,” *Abdimas-Polibatam*, vol. 1, pp. 12–28, 2019.
- [6] C. D. Kusumawardini, R. Riantini, and R. A. N. Yuniati, “Identifikasi Bahaya Pembuatan Kapal Fiberglass Menggunakan Metode Job Safety Analysis,” in *Proceeding 2nd Conference on Safety Engineering and Its Application*, 2018, pp. 791–796.
- [7] W. F. Smith and J. Hashemi, *Foundations of Materials Science and Engineering*. Toronto: McGraw-Hill, 1993.
- [8] T. Anmarkrud, P. Danielsson, and A. Gudmundsson, “Guide to Simple Repairs of FRP Boats in Tropical Climate,” Rome, 2010.
- [9] J. McVeagh, T. Anmarkrud, Ø. Gulbrandsen, R. Ravikumar, P. Danielsson, and A. Gudmundsson, “Training Manual on The Construction of FRP Beach Landing Boats,” Rome, 2010.
- [10] P. K. Mallick, *Fiber-Reinforced Composite Materials, Manufacturing and Design*. CRC Press, 2008.
- [11] F. C. Campbell, *Structural Composite Material*. New York: ASM International, 2010.
- [12] E. Green, *Marine Composites*, 2nd ed. Annapolis: Eric Greene and Associate, 1999.
- [13] International Labour Organization, “Keselamatan dan Kesehatan Kerja sebagai Sarana Produktifitas Kerja: Keberlanjutan Melalui Perusahaan Kompetitif dan Bertanggung Jawab (SCORE),” Rome, 2013.



ISSN 2962-3359



9 772962 335001