

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH KINERJA HIDRAULIK *WINDLASS* TERHADAP
KINERJA MESIN JANGKAR DI KAPAL MV. HL TUBARAO**



MICHAEL WILLIAM KENT PAPARANG
NIT. 22.36.306.3.011

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program pendidikan sarjana terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESIANAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH KINERJA HIDRAULIK *WINDLASS* TERHADAP
KINERJA MESIN JANGKAR DI KAPAL MV. HL TUBARAO**



MICHAEL WILLIAM KENT PAPARANG
NIT. 22.36.306.3.011

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program pendidikan sarjana terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESIANAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MICHAEL WILLIAM KENT PAPARANG

Nomor Induk Taruna : 22.36.306.3.011

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

"PENGARUH KINERJA HIDRAULIK WINDLASS TERHADAP KINERJA MESIN JANGKAR DI KAPAL MV. HL TUBARAO"

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 2026



MICHAEL W. KENT PAPARANG
NIT. 22.36.306.3.011

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, peneliti mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini dapat terselesaikan dengan baik. Karya Ilmiah Terapan ini disusun sebagai salah satu bentuk pemenuhan persyaratan akademik dalam menyelesaikan Program sarjana terapan Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan judul:

"PENGARUH KINERJA HIDRAULIK *WINDLASS* TERHADAP KINERJA MESIN JANGKAR DI KAPAL MV. HL TUBARAO "

Dalam usaha menyelesaikan karya ilmiah terapan ini dengan penuh rasa tanggung jawab Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bimbingan. Untuk itu pada kesempatan ini Peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada taruna dan taruni Politeknik Pelayaran Surabaya sehingga dapat menjalankan proses pendidikan dengan baik.
2. Kepala Program Studi sarjana terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. yang telah memberikan bimbingan kepada taruna/i Politeknik Pelayaran Surabaya, terutama prodi sarjana terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Pembimbing I, Eko Prayitno, S.Pd.I, M.M. sebagai pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan mengenai materi karya ilmiah terapan kepada peneliti.
4. Pembimbing II, Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom., M.T. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan materi karya ilmiah terapan pada penelitian ini.
5. Seluruh civitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan arahan kepada peneliti.
6. Kedua orang tua saya, Bapak Anthony William Paparang Dan Ibu Mamik Suliati yang telah mendukung penuh berupa moril maupun material serta do'a dalam penyelesaian karya ilmiah terapan ini dengan penuh kasih sayang.
7. Seluruh crew kapal MV. HL Tubarao yang sudah bersedia memberikan ilmu dan supportnya kepada peneliti untuk mendapatkan seluruh data yang dibutuhkan selama peneliti melakukan penelitian di atas kapal.
8. Teman-teman saya khususnya sarjana terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan dukungan serta do'a dan memberikan semangat untuk menyelesaikan karya ilmiah terapan ini.

Peneliti berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan bagi pembaca, serta menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang yang dikaji. Peneliti menyadari bahwa

karya ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan untuk penyusunan karya ilmiah selanjutnya yang lebih baik.

Selain itu, harapannya karya ini dapat menjadi langkah awal bagi penelitian selanjutnya yang lebih mendalam. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk setiap proses penelitian yang dilakukan.

SURABAYA, 2026

MICHAEL W. KENT PAPARANG
NIT. 22.36.306.3.011

ABSTRAK

MICHAEL WILLIAM KENT PAPARANG 2026, “PENGARUH KINERJA HIDRAULIK *WINDLASS* TERHADAP KINERJA MESIN JANGKAR”. Dibimbing oleh EKO PRAYITNO, S.Pd.I, M.M. dan KUNTORO BAYU AJIE, S.Kom, M.T.

Penelitian ini mengkaji pengaruh kinerja hidraulik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal laut. *Windlass* adalah komponen vital dalam sistem penjangkaran yang mengandalkan daya hidraulik untuk mengangkat dan menurunkan jangkar. Efisiensi *windlass* sangat mempengaruhi keseluruhan operasi penjangkaran, yang pada gilirannya berdampak pada kinerja mesin jangkar dan keselamatan kapal. Studi ini dilakukan melalui analisis eksperimental dan simulasi kinerja hidraulik *windlass* di berbagai kondisi operasional. Data diperoleh dari pengujian langsung di lapangan dan dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan hubungan antara variabel-variabel utama, seperti tekanan hidraulik, kecepatan angkat, dan torsi yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja hidraulik *windlass* yang optimal dapat meningkatkan efisiensi operasi mesin jangkar, mengurangi waktu penjangkaran, dan meningkatkan keselamatan operasi kapal. Kesimpulan ini memberikan wawasan penting bagi perancangan dan pemeliharaan sistem *windlass* hidraulik yang lebih efisien dan andal dalam industri maritim.

Kata Kunci : *Hidraulik Windlass*, Kinerja Mesin Jangkar, Sistem Penjangkaran, Efisiensi Operasi

ABSTRACT

MICHAEL WILLIAM KENT PAPARANG 2026, "THE EFFECT OF WINDLASS HYDRAULIC PERFORMANCE ON ANCHOR MACHINE PERFORMANCE". Supervised by EKO PRAYITNO, S.Pd.I, M.M. and KUNTORO BAYU AJIE, S.Kom, M.T..

This research examines the influence of windlass hydraulic performance on the performance of anchor machines on marine vessels. Windlass is a vital component in an anchoring system that relies on hydraulic power to lift and lower the anchor. Windlass efficiency greatly influences the overall anchoring operation, which in turn impacts anchor machine performance and ship safety. This study was carried out through experimental analysis and simulation of windlass hydraulic performance under various operational conditions. Data was obtained from direct testing in the field and analyzed using statistical methods to determine the relationship between main variables, such as hydraulic pressure, lifting speed and torque produced. The research results show that optimal windlass hydraulic performance can increase the efficiency of anchor machine operations, reduce anchoring time, and increase the safety of ship operations. These conclusions provide important insights for the design and maintenance of more efficient and reliable hydraulic windlass systems in the maritime industry.

Keywords : *Windlass Hydraulics, Anchor Machine Performance, Anchorage System, Operating Efficiency*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR	iv
PENGESAHAN PROPOSAL AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN	v
PENGESAHAN TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Review Penelitian Sebelumnya	9
B. Landasan Teori	10
1. <i>Windlass</i>	10

2. <i>Hidraulik</i>	17
3. <i>Valve</i>	22
4. Tangki Ekspansi Hidraulik.....	30
C. Kerangka Beripikir.....	31
D. Hipotesis.....	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian.....	34
B. Waktu dan Tempat Penelitian	35
1. Waktu Penelitian	35
2. Tempat Penelitian.....	35
C. Populasi dan Sampel	35
D. Variabel Penelitian	36
1. Variabel X (Kinerja Hidraulik Windlass)	36
2. Variabel Y (Kinerja Mesin Jangkar)	36
E. Sumber Data atau Subyek Penelitian	37
F. Teknik Pengumpulan Data.....	37
G. Teknik Analisis Data.....	38
1. Uji Regresi Linear Sederhana	39
2. Uji t (parsial)	39
3. Uji F	39
4. Koefisien Determinasi (R^2)	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	41
B. Hasil Penelitian	43

C. Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP	56
A. Simpulan	56
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
DAFTAR LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	9
Tabel 4. 1 Variabel Penelitian.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>Windlass</i>	16
Gambar 2. 2 Axial Piston Pump.....	21
Gambar 2. 3 Komponen Radial Piston Pump	22
Gambar 2. 4 Kerangka Pikir Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 MV. HL TURABAO.....	41
Gambar 4. 2 Ship's Particulars MV. HL TUBARAO	43
Gambar 4. 3 Tabel Coefficients	48
Gambar 4. 4 Tabel Anova	50
Gambar 4. 5 Tabel Model Summary.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Transkrip Wawancara.....	61
Lampiran 2 <i>Windlass</i> Jangkar MV. HL Tubarao	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Dalam industri kelautan, efisiensi dan keselamatan operasi kapal sangat bergantung pada berbagai sistem mekanis dan hidraulik yang berfungsi secara sinergis. Salah satu komponen kritis dalam operasi kapal adalah sistem jangkar, yang terdiri dari berbagai bagian termasuk *windlass*. *Windlass* adalah alat mekanis yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan jangkar, serta mengatur rantai jangkar. Kinerja hidraulik *windlass* sangat menentukan efektivitas sistem jangkar secara keseluruhan, yang pada gilirannya berdampak pada kinerja mesin jangkar (Adi, 2022).

Pengoperasian *windlass* yang optimal sangat penting dalam berbagai situasi, seperti saat kapal berlabuh, mempersiapkan keberangkatan, atau dalam keadaan darurat. Sistem hidraulik yang menggerakkan *windlass* harus mampu bekerja dengan andal dan efisien untuk memastikan pengoperasian jangkar yang aman dan cepat. Jika kinerja hidraulik *windlass* tidak memadai, dapat terjadi berbagai masalah seperti waktu pengoperasian yang lebih lama, kerusakan mekanis, dan potensi risiko keselamatan bagi awak kapal.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan peneliti selama melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. HL Tubarao, ditemukan beberapa indikasi permasalahan pada sistem hidraulik *windlass*, antara lain terjadinya penurunan tekanan kerja pada pompa hidraulik saat pengoperasian jangkar, ditemukannya kebocoran pada beberapa sambungan pipa dan *seal* hidraulik,

serta proses *hoisting* dan *heaving* jangkar yang berlangsung lebih lambat dibandingkan kondisi normal. Selain itu, peneliti juga menemukan indikasi kontaminasi pada fluida hidrolik yang berpotensi mempercepat keausan komponen *windlass*. Permasalahan-permasalahan tersebut mengindikasikan adanya penurunan kinerja hidrolik *windlass* yang apabila tidak segera ditangani dikhawatirkan dapat mengganggu kelancaran operasional jangkar serta membahayakan keselamatan kapal dan awak kapal. Kondisi inilah yang mendorong peneliti untuk melakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar di kapal MV. HL Tubarao.

Studi mengenai pengaruh kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar menjadi penting karena beberapa alasan. Pertama, pemahaman yang lebih baik mengenai hubungan tersebut dapat membantu dalam merancang dan memilih komponen hidrolik yang lebih baik, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional. Kedua, pengetahuan ini dapat digunakan untuk pengembangan prosedur pemeliharaan dan perawatan yang lebih efektif, yang akan meningkatkan umur panjang dan keandalan sistem jangkar. Ketiga, penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga untuk pelatihan awak kapal dalam menangani dan mengoperasikan sistem jangkar dengan lebih aman dan efisien, mengingat kegagalan komponen jangkar dapat berdampak langsung pada keselamatan operasi kapal (Ghofur et al., 2022).

Berbagai faktor dapat mempengaruhi kinerja hidrolik *windlass*, termasuk desain sistem hidrolik, kondisi operasi, kualitas fluida hidrolik, dan pemeliharaan rutin. Perawatan yang belum dilaksanakan secara optimal, seperti

kurangnya pelumasan berkala dan belum terstrukturnya sistem perawatan terencana, terbukti menurunkan keandalan operasional mesin jangkar (Dewi et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan evaluasi tentang bagaimana faktor-faktor ini berkontribusi terhadap kinerja keseluruhan sistem jangkar dan mengidentifikasi area yang memerlukan peningkatan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki tujuan untuk memberikan peningkatan pada pemahaman teoritis tentang interaksi antara kinerja hidrolik *windlass* dan kinerja mesin jangkar, tapi juga untuk menyediakan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan dalam industri maritim. Hasil dari penelitian ini peneliti memiliki harapan agar dapat memberi kontribusi pada peningkatan efisiensi operasional, keselamatan, dan keandalan sistem jangkar pada kapal.

Pertumbuhan ekonomi di kawasan maritim suatu negara memiliki arti penting, terutama saat era globalisasi. Dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi informasi, pertumbuhan industri pelayaran semakin pesat, begitu pula persaingan dalam bidang transportasi laut. Berbagai industri pelayaran berlomba dalam memberi peningkatan dalam pelayanan untuk menarik sebanyak mungkin pengguna jasa. Dalam menarik pengguna, tidak hanya pelayanan yang baik yang diutamakan, tetapi juga ketepatan waktu serta keselamatan dalam dunia pelayaran. Sektor transportasi laut dan pelabuhan memainkan peran penting dalam menghasilkan keuntungan yang besar bagi negara jika operasi pelayaran kapal berjalan baik dan sesuai rencana..

Dengan demikian, transportasi kapal tidak hanya merupakan metode transportasi yang penting secara ekonomi, tetapi juga memiliki implikasi luas

dalam hal keamanan, lingkungan, dan konektivitas global. Perkembangan teknologi dan praktik terkini terus mengubah lanskap transportasi kapal, dengan upaya untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan industri perkapalan.

Secara umum, pelayaran niaga merupakan kegiatan bernilai tinggi bagi perekonomian karena hampir seluruh kegiatan ekspor dan impor barang dilakukan melalui kapal (Wang et al., 2020). Dari perspektif bisnis di industri perkapalan, struktur pemeliharaan kapal berubah dari anggaran pendapatan menjadi investasi jangka panjang. Dari sisi operasional, pendekatan reaktif berubah menjadi proaktif, dengan kontrol lebih besar atas kapal dan data dari mesin di kapal yang terlibat dalam perawatan (Dikis et al., 2015).

Sumber daya peralatan operasi laut umumnya menggunakan sistem hidrolik, yang kinerjanya sangat bergantung pada penyegelan O-ring bersama dengan tenaga listrik, sistem tenaga hidrolik, serta tenaga uap (Wu & Li, 2022). Tekanan normal mesin windlass adalah 5-6.5 bar (500-650 kPa). Pada beberapa kapal, mesin windlass juga berfungsi sebagai alat darurat dan digunakan bersama dengan mooring winch serta warping head pada kapal kontainer. Jangkar, ranti, windlass, pompa hidrolik, dan motor listrik adalah bagian dari mesin windlass (Cai et al., 2022).

Dengan pemahaman mendalam tentang faktor-faktor ini dan penelitian terkait pengaruh *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar, dasar yang kuat dapat dibangun untuk merancang studi yang fokus pada topik tersebut. Penelitian ini, dengan latar belakang yang baik, diharapkan memberikan wawasan berharga bagi industri maritim dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan kapal. Berdasarkan permasalahan serta uraian

yang telah dijelaskan di atas, peneliti melakukan penelitian dengan judul:
 “PENGARUH KINERJA HIDRAULIK WINDLASS TERHADAP KINERJA
 MESIN JANGKAR DI KAPAL MV. HL TUBARAO”

B. Rumusan Masalah

Dalam menyusun rumusan masalah untuk karya ilmiah terapan yang berfokus pada pengaruh kinerja hidraulik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar, beberapa poin penting perlu diperhatikan. Berikut adalah contoh rumusan masalah yang dapat digunakan:

1. Bagaimana kondisi kinerja hidraulik *windlass* pada kapal MV. HL Tubarao?
2. Bagaimana pengaruh kinerja hidraulik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian hanya dilakukan pada kapal MV. HL Tubarao selama peneliti melaksanakan praktik laut.
2. Penelitian hanya membahas kinerja sistem hidraulik *windlass* yang digunakan dalam proses pengoperasian mesin jangkar.
3. Aspek kinerja hidraulik yang dianalisis meliputi kondisi tekanan hidraulik, pompa hidraulik, fluida hidraulik, serta komponen pendukung yang memengaruhi pengoperasian *windlass*.
4. Penelitian hanya menganalisis pengaruh kinerja hidraulik *windlass* terhadap

kinerja mesin jangkar yang ditinjau dari kelancaran proses heaving up dan letting go anchor.

5. Penelitian tidak membahas perancangan ulang sistem hidrolik, modifikasi konstruksi windlass, analisis biaya perawatan, maupun aspek ekonomi operasional kapal.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian karya ilmiah terapan yang mengkaji pengaruh kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar adalah :

1. Untuk mengetahui kondisi kinerja hidrolik windlass pada kapal MV. HL Tubarao.
2. Untuk menganalisis pengaruh kinerja hidrolik windlass terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kinerja pada sistem jangkar di kapal, sehingga dapat mendukung operasi maritim yang lebih efisien, aman, dan ekonomis.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian karya ilmiah terapan mengenai pengaruh kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar memiliki beberapa manfaat yang signifikan, baik dari segi teknis hingga ekonomis. Berikut adalah beberapa manfaat utamanya:

1. Peningkatan Efisiensi Operasional

Dengan memahami bagaimana kinerja hidrolik *windlass*

mempengaruhi mesin jangkar, operator kapal dapat mengoptimalkan penggunaan kedua perangkat tersebut untuk memastikan operasi yang lebih lancar dan efisien. Hal ini dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses penjangkaran dan pelepasan jangkar. Manfaat secara praktis

2. Penghematan Biaya

Penelitian ini dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengurangi konsumsi energi dan bahan bakar yang diperlukan untuk mengoperasikan *windlass* dan mesin jangkar. Efisiensi energi yang lebih tinggi berarti biaya operasional yang lebih rendah.

3. Perawatan dan Pemeliharaan yang Lebih Baik

Dengan data yang diperoleh dari penelitian, dapat diidentifikasi kapan dan di mana perawatan atau pemeliharaan harus dilakukan untuk mencegah kerusakan atau kegagalan sistem. Hal ini membantu dalam perencanaan perawatan yang lebih baik dan mengurangi waktu henti yang tidak terencana.

4. Keamanan Operasional

Pengetahuan yang mendalam tentang kinerja hidraulik *windlass* dan dampaknya terhadap mesin jangkar dapat meningkatkan keamanan operasional. Operator dapat menghindari kondisi operasional yang berpotensi berbahaya, mengurangi risiko kecelakaan dan kerusakan pada kapal.

5. Pengembangan Teknologi

Penelitian ini dapat mendorong pengembangan teknologi baru atau peningkatan teknologi yang ada. Misalnya, dapat mengarah pada desain

windlass dan mesin jangkar yang lebih efisien dan andal, serta sistem kontrol yang lebih canggih

6. Standar dan Regulasi

Hasil penelitian dapat digunakan untuk menginformasikan pengembangan standar dan regulasi baru yang lebih ketat mengenai operasi *windlass* dan mesin jangkar, membantu memastikan bahwa praktik terbaik diadopsi di seluruh industri maritim.

7. Pendidikan dan Pelatihan

Penelitian ini menyediakan materi pendidikan yang berharga bagi akademisi dan praktisi di bidang maritim. Ini dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam program pelatihan untuk operator kapal dan teknisi.

Secara keseluruhan, penelitian terapan ini tidak hanya bermanfaat bagi peningkatan kinerja teknis dan operasional kapal, tetapi juga memberikan kontribusi pada aspek ekonomi, keselamatan, dan lingkungan dalam industri maritim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Adapun hasil dari penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya
Sumber: Diolah Peneliti

NO	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1.	ANALISIS KINERJA TEKANANHYDRA UICMESIN <i>WINDLASS</i> DI MV.ANDHIKA KANISHKA	(DOVAN JENDRI KURNIAWAN, 2023)	Metode penelitian yang digunakan dalam jurnal ini adalah pendekatan penelitian kualitatif.	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktro-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja tekann hidrolk pada mesn windlas di MV. Andhika Kanishka serta menganaliss upaya yang dapt dilakukan untuk mengatsi penurnan kinerja tekann hidrolk tersbut.
2.	ANALISIS PENYEBAB TURUNNYA TEKANAN POMPA HYDRAULIC <i>WINDLASS</i> DI MV.KT 06	(Akhdan Baihaqi Mustofa, 2022)	Metode pengumpulan datayang digunakan dalamjurnal ini dilakukan dengan menerapkan teknik fishbone sebagai alat analisis.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktro-faktor yang menyebabkan menurunnya tekann pompa hidrolk windlas, memhami dampk yang ditimblkan akibat penurnan tekann tersbut, serta menganaliss upaya pencegghan yang dapt dilkukan untuk mengurngi dampk dari faktro penyebb turunnya tekann pompa hidrolk windlas.

Berdasarkan hasil review penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, terdapat beberapa perbedaan mendasar sekaligus kelebihan yang dimiliki oleh

penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Dovan Jendri Kurniawan (2023) menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab menurunnya kinerja tekanan hidrolik, sedangkan penelitian oleh Aditya Bagas Maheswara (2020) menggunakan teknik fishbone sebagai alat analisis untuk menemukan penyebab turunnya tekanan pompa hidrolik windlass. Kedua penelitian tersebut bersifat deskriptif dan belum mengukur secara statistik seberapa besar pengaruh antar variabel yang diteliti. Penelitian ini memiliki kelebihan karena menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis regresi linier sederhana, sehingga mampu mengukur secara numerik dan teruji secara statistik besarnya pengaruh variabel waktu penarikan jangkar terhadap tekanan hidrolik windlass, melalui uji t, uji F, serta koefisien determinasi (R^2). Dengan demikian, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih terukur, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, serta memberikan kontribusi baru berupa data kuantitatif mengenai hubungan kinerja hidrolik windlass terhadap kinerja mesin jangkar di kapal MV. HL Tubarao, yang belum pernah dibahas secara spesifik pada penelitian-penelitian sebelumnya.

B. Landasan Teori

1. Windlass

a. Definisi Windlass

Mesin windlass merupakan peralatan penting di atas kapal yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan jangkar. Alat ini umumnya digerakkan oleh sistem penggerak kapal dan terdiri dari

beberapa komponen utama, seperti roda pemandu, roller rantai jangkar, panel kontrol utama, kotak kontrol listrik, rem, roda gigi, serta motor penggerak. Setiap komponen memiliki fungsi yang saling mendukung agar proses pengoperasian jangkar dapat berlangsung dengan aman dan efektif. Dalam pelaksanaan perawatan dan pengoperasiannya, pemahaman terhadap setiap komponen mesin windlass sangat diperlukan agar proses pemeliharaan dapat dilakukan dengan baik sehingga kinerja mesin tetap optimal dan dapat digunakan secara normal (Guoqiang, 2019).

Windlass merupakan salah satu peralatan penting dalam operasional dan navigasi kapal. Pada umumnya, windlass dan mooring winch dikombinasikan dalam satu unit yang terletak di bagian haluan kapal sehingga satu mesin dapat digunakan untuk dua fungsi sekaligus, yaitu penanganan jangkar dan proses tambat kapal. (Yu et. al., 2019).

Mesin *windlass* merupakan salah satu perangkat mekanis pada kapal yang berperan dalam sistem penanganan jangkar, yaitu untuk melakukan proses pengangkatan (*heaving up*) maupun penurunan rantai jangkar melalui jalur *hawse pipe* atau pipa jangkar. Hingga saat ini, sebagian besar sistem pengoperasian pengangkatan dan penanganan berbasis hidrolik masih mengandalkan kendali manual oleh operator, sehingga efektivitas serta efisiensi operasional sangat bergantung pada keterampilan dan ketelitian pengguna dalam menjalankan peralatan tersebut. Namun, seiring meningkatnya kebutuhan akan otomatisasi dan efisiensi kerja, penggunaan kontrol jalur menjadi solusi penting untuk

mendukung kinerja sistem permesinan di atas kapal agar lebih efektif, aman, dan optimal. (Jensen et. al., 2020).

Perlu diketahui bahwa mesin windlas merupakan salah satu peralatan pendukung dalam sistem penatan takal dasar pada kapal. Sistem ini terdiri atas ulup ranti, stopper dasar atau bosa dasar, pangsi (windlas), bak ranti (chain locker), serta berbagai perangkat pengikat ranti lainnya. Pada umumnya, mesin windlas ditempatkan di bagian haluan kapal, baik di atas maupun di bawah dek. Fungsi utama mesin windlas adalah untuk menurunkan jangkr saat kapal akan bersandar serta mengangkat kembali jangkr ketika kapal akan melanjutkan pelayaran.

Mesin windlass dapat digerakkan dengan beberapa jenis tenaga, seperti tenaga hidrolik, uap, dan listrik. Sementara itu, pada kapal berukuran kurang dari 200 gross tonnage, biasanya digunakan mesin manual yang dioperasikan dengan tenaga manusia. Setiap jenis penggerak memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Penggerak uap memiliki kemampuan daya yang besar serta risiko arus pendek yang relatif kecil. Namun, sistem ini mengharuskan kapal dilengkapi dengan ketel uap, sehingga umumnya digunakan pada kapal-kapal berukuran besar, seperti kapal tanker. Di sisi lain, penggerak hidrolik memiliki sensitivitas yang tinggi dan membutuhkan unit yang relatif lebih kecil. Akan tetapi, sistem perpipaan hidrolik harus mendapatkan perlindungan khusus untuk mencegah kerusakan maupun kebocoran, karena tekanan tinggi pada fluida hidrolik dapat menimbulkan bahaya serius apabila terjadi kebocoran pada mesin.

Pemilik kapal pesir maupun kapal berukuran sedang umumnya lebih memilih mesin windlass bertenaga listrik karena dinilai lebih bersih dan praktis dalam pengoperasiannya. Selain itu, sistem tambatan dipasang untuk melepaskan rover yang digerakkan oleh tenaga dorong dari mesin kerek, sehingga proses pengoperasian jangkar dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien (Xu et. al., 2015). Namun, kapal harus dilengkapi dengan generator khusus untuk mengoperasikan mesin windlass, yang pemasangannya harus terpisah dari instalasi listrik lainnya. Pada mesin jangkar, poros utama digerakkan oleh roda gigi cacing atau worm gear. Selain itu, mesin jangkar juga dilengkapi dengan mekanisme kopling yang berfungsi untuk menghubungkan maupun melepaskan tenaga penggerak dalam pengoperasian poros utama.

Derek kapal akan mengalami guncangan yang cukup kuat selama pengoperasian akibat pengaruh beban tambahan, seperti angin, gelombang, dan arus laut. Kondisi tersebut dapat menyebabkan muatan yang sedang diangkat mengalami getaran atau ayunan yang cukup tajam sehingga berpotensi mengganggu stabilitas dan keselamatan proses pengangkatan (Ji et. al, 2019).

b. Bagian-bagian *windlass*

Agar proses menaikkan dan menurunkan jangkar dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien, mesin windlass sebaiknya dipasang pada geladak kapal. Selain itu, pondasi atauudukan mesin windlass harus diperkuat menggunakan pelat baja yang tebal sebelum dipasang pada geladak kapal, sehingga mampu menahan beban dan getaran yang

terjadi selama pengoperasian (Zhou et. al., 2022).

Mesin *windlass* harus dilengkapi dengan sistem pengereman yang memiliki kemampuan pengendalian yang optimal untuk mengurangi kecepatan rotasi poros serta mencegah terjadinya pelepasan rantai jangkar dan jatuhnya jangkar secara tidak terkendali. Sistem pengereman ini sangat penting untuk menjaga keamanan dan kestabilan selama proses pengoperasian jangkar. Adapun bagian-bagian utama dari *anchor crane* atau mesin *windlass* terdiri atas:

- 1) Spil/Wildcat adalah tromol pada mesin *windlass* yang berfungsi menangkap dan menggulung rantai jangkar saat bergerak melewatinya.
- 2) Gypsies/Tromol dipasang pada ujung poros utama dan digunakan untuk menangani tali tambat kapal.
- 3) Kopling berfungsi untuk menghubungkan atau melepaskan hubungan antara spil dan mesin.
- 4) Ban rem digunakan untuk mengendalikan putaran spil
- 5) Roda gigi berfungsi meneruskan putaran melalui poros.

c. Prinsip Kerja Mesin *windlass*

Jika kita menjelaskan bagaimana mesin *windlass* beroperasi, prosesnya akan sebagai berikut. Setiap kali mesin atau motor dihidupkan, roda gigi mesin akan berputar. Beberapa poros berfungsi sebagai elemen penghubung antarroda gigi, sehingga pergerakan rotasi yang terjadi pada roda gigi akan diteruskan dan menyebabkan poros ikut mengalami putaran (Kurniawan, 2023).

Komponen *gypsy* dipasang pada bagian ujung poros utama yang berfungsi sebagai media untuk menggulung tali tambat kapal. Sementara itu, *spil* atau *wildcat* ditempatkan pada poros kedua dan mekanismenya dapat dioperasikan melalui sistem kopling untuk menghubungkan maupun memutuskan hubungan putaran. Saat kopling diaktifkan, spil akan berputar mengikuti kerja mesin, sedangkan saat kopling dilepas, spil tetap diam. Untuk mengendalikan putaran spil agar tidak bergerak akibat berat jangkar dan rantai, dipasang ban rem. Selain itu, mesin atau motor harus dapat berputar maju dan mundur (*heave up*) dengan kecepatan yang dapat diatur melalui pegangan pengontrol.

Semua kapal dagang berukuran besar umumnya dilengkapi dengan kerekan bertenaga hidrolik, uap, atau listrik. Mesin windlass dirancang untuk memenuhi persyaratan berikut:

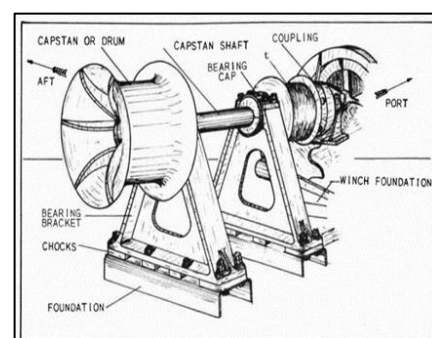
- 1) Salah satu atau kedua rantaidapat ditarik secara bersamaan.
- 2) Salah satu atau kedua rantaidapat dilepaskan secara bersamaan.
- 3) Kecepatan pelepasan rantai harus dapat diatur pada kedua sisi.
- 4) Satu rantai dapat ditarik sementara rantai lainnya dilepaskan.

Setiap komponen mesin windlass didukung oleh motor yang mentransfer energi melalui kopling, biasanya disebut dog clutch. Energi ini diteruskan ke berbagai bagian mesin, seperti cable lifter untuk menaikkan dan menurunkan jangkar, serta mooring drum untuk menangani tali tambat (Muflihini, 2019).

Mesin ini tidak hanya memiliki mooring drum yang sering bergerak bersama warp end, Selain itu, perangkat ini juga dilengkapi

dengan *cable lifter* dan *band brake* yang berfungsi untuk menghentikan putaran *mooring drum* ketika mesin tidak beroperasi, sehingga posisi jangkar dan tali tambat tetap dalam kondisi aman serta stabil. *Cable lifter* dipasang sedemikian rupa agar mampu menjangkau *chain stopper*, yaitu komponen pengunci rantai jangkar yang terhubung dengan ruang penyimpanan rantai (*chain locker*) di bagian bawah. Ruang tersebut tidak hanya digunakan sebagai tempat penyimpanan rantai jangkar, tetapi juga berfungsi untuk menampung kotoran, endapan, maupun sisa material laut yang terbawa selama proses pembersihan rantai jangkar.

Mesin *windlass* merupakan perangkat mekanis yang berfungsi sebagai media transmisi sekaligus penggerak dalam proses manipulasi tali tambat maupun rantai jangkar. Peralatan ini dirancang untuk melakukan proses pengangkatan jangkar (*anchor retrieval*) dari kedalaman tertentu, yaitu sekitar 30–60 *fathoms*, dengan mempertimbangkan kapasitas kerja serta kecepatan operasional yang telah ditentukan. Pada ilustrasi dibawah ini diperlihatkan beberapa komponen utama penyusun mesin *windlas* yang terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Mesin *Windlass*

Sumber : [https://id.bossgoo.com/product-detail/marine-electric anchor-capstan-winch-windlass-58870759.html](https://id.bossgoo.com/product-detail/marine-electric-anchor-capstan-winch-windlass-58870759.html)

Fungsi dari bagian bagian mesin *windlass* adalah sebagai berikut;

- 1) Drum adalah komponen mesin jangkar yang berfungsi melindungi shaft dari kotoran serta sebagai tempat menggulung tali tross.
- 2) Drum gear berfungsi meneruskan putaran ke roda gigi kecil sehingga mampu menarik dan menahan jangkar dengan kuat.
- 3) Reduction gearing digunakan untuk menurunkan kecepatan putaran input sehingga menghasilkan torsi yang lebih besar.
- 4) Speed control berfungsi mengatur kecepatan aliran minyak hidrolik sesuai kebutuhan sistem.
- 5) Rope guard berfungsi menjaga tali agar tetap rapi saat digulung.
- 6) Drum brake digunakan untuk mengerem drum saat menggulung atau melepas tali.
- 7) Clutch lever adalah tuas kopling untuk menghubungkan atau melepaskan putaran mesin jangkar.
- 8) Drive motor merupakan komponen penggerak yang digunakan untuk memutar roda gigi pada mesin jangkar.

2. Hidraulik

Sistem hidraulik adalah sistem yang mentransmisikan tenaga menggunakan cairan. Prinsip kerjanya memanfaatkan sifat cairan yang tidak memiliki bentuk tetap dan akan menyesuaikan bentuk wadahnya. Tekanan yang diberikan pada cairan akan diteruskan secara merata ke segala arah. Oleh karena itu, sistem hidraulik dapat digunakan untuk menghasilkan gaya yang lebih besar dari gaya awal yang diberikan. Gas buang yang dihasilkan dialirkan langsung ke turbin. Pendinginan dengan air

laut pada kompressor turbo diperlukan untuk mencapai kepekatan udara yang tinggi, yang memungkinkan pengisian silinder secara optimal dan meningkatkan rendemen termis motor. Gangguan pada komponen terkait gas buang, seperti intercooler, dapat mengganggu proses pembilasan udara dan menyebabkan peningkatan suhu gas buang pada pembakaran berikutnya (Kurniawan, 2023).

Tekanan fluida cair ditingkatkan oleh pompa, kemudian dialirkan ke silinder kerja melalui pipa dan katup. Tekanan fluida tersebut menggerakkan piston di dalam silinder kerja sehingga menghasilkan gerakan maju-mundur atau naik-turun, tergantung pada posisi pemasangan silinder, baik secara horizontal maupun vertikal.

a. Dasar-dasar sistem hidrolik

Sistem hidrolik merupakan suatu mekanisme teknis yang memanfaatkan fluida bertekanan sebagai media transmisi energi untuk menghasilkan pergerakan mekanis, baik dalam bentuk gerakan linier maupun rotasional. Pada penerapannya, fluida memiliki peranan sebagai sarana penghantar gaya yang berasal dari sumber tenaga menuju aktuator atau komponen penggerak. Prinsip kerja sistem hidrolik didasarkan pada konsep Hukum Pascal, dimana tekanan yang diberikan terhadap fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan kesegala arah dengan besaran tekanan yang setara pada luas permukaan yang sama serta bekerja secara tegak lurus terhadap bidang penerima gaya tersebut (Mansur, 2013).

Sistem hidrolik berfungsi untuk mengendalikan gaya dan

pergerakan fluida. Fluida memiliki sifat mengikuti bentuk wadahnya namun tidak memiliki bentuk tetap. Dalam bejana tertutup dengan beberapa lubang yang sama, fluida yang tidak dapat dimampatkan akan mengalir ke segala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama.

Fluida hidraulik merupakan elemen penting dalam sistem hidraulik. Fluida ini berfungsi untuk menghantarkan energi, melumasi komponen, mengurangi panas akibat tekanan, serta meredam getaran dan suara. Fluida hidraulik juga harus memiliki viskositas yang stabil terhadap perubahan suhu agar kinerja sistem tetap optimal. Selain itu, fluida harus memiliki stabilitas oksidasi yang baik untuk mencegah kerusakan akibat reaksi kimia, korosi, dan pengelupasan lapisan cat.

b. Sistem hidraulik dalam mesin jangkar

Bagian-bagian utama sistem hidraulik pada mesin jangkar adalah sebagai berikut :

1) Pompa hidraulik

Pompa hidraulik merupakan salah satu komponen utama dalam sistem hidrolik yang memperoleh tenaga penggerak dari motor listrik. Komponen ini memiliki fungsi utama untuk mengonversikan energi mekanik menjadi energi hidraulik melalui mekanisme pemindahan fluida bertekanan menuju rangkaian sistem, sehingga mampu menghasilkan tekanan serta aliran fluida yang dibutuhkan oleh aktuator. Pada sistem windlass, pompa hidraulik berperan dalam menghasilkan aliran fluida, memindahkan fluida sesuai kebutuhan operasional, serta menyediakan tenaga untuk

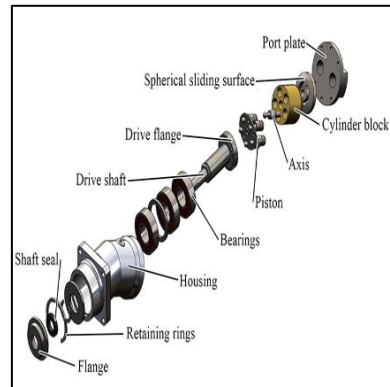
menggerakkan berbagai komponen. Selain itu, pompa juga menciptakan tekanan hisap pada saluran masuk sehingga fluida dapat mengalir ke dalam sistem (Dewi et al., 2025). Berdasarkan konstruksinya, pompa hidraulik yang digunakan pada windlass umumnya terdiri dari dua jenis, antara lain:

a) *Axial piston pump*

Pompa piston aksial merupakan jenis pompa hidraulik yang bekerja dengan mendorong fluida kerja sejajar dengan poros putarnya. Pada pompa ini, energi mekanik dari motor penggerak diteruskan melalui piston (*plunger*) untuk menggerakkan *swash plate*, sehingga menghasilkan aliran fluida bertekanan yang digunakan dalam sistem hidraulik *windlass* (Prastyo, 2021).

Putaran *swash plate* yang dihasilkan oleh gerakan *plunger* akan menciptakan gaya mekanik sehingga shaft yang terhubung ikut berputar. Pada pompa tipe ini, posisi piston dan *cylinder block* berada sejajar dengan shaft. Besarnya debit aliran minyak dapat diatur dengan mengubah sudut kemiringan *swash plate*, sehingga mengatur arah dan jumlah aliran fluida sesuai kebutuhan sistem hidraulik.

Axial piston memiliki beberapa *bagian* utama, yaitu poros, *swash plate* atau sumbu bengkok, blok silinder, dan pelat katup



Gambar 2. 2 *Axial Piston Pump*

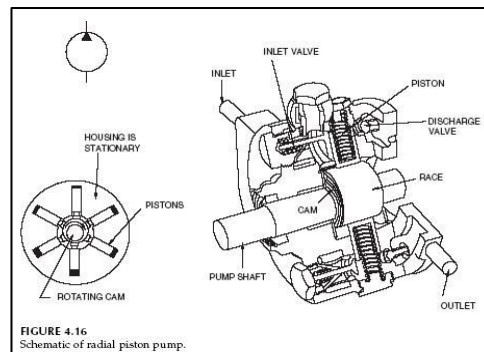
Sumber : <https://www.hydraulic-calculation.com>

b) *Radial Piston Pump*

Pompa ini tersusun dari beberapa blok silinder dan piston yang ditempatkan secara radial dengan posisi eksentrik pada masing-masing bantalan. Susunan tersebut memungkinkan piston bergerak untuk menghasilkan tekanan dan aliran fluida dalam sistem hidraulik (Adi, 2022). Cara kerjanya adalah poros penggerak memutar cam untuk memberikan rotasi eksentrik yang mendorong piston di dalam blok silinder, Pompa ini mampu menghasilkan tekanan tinggi pada sistem hidraulik. Di antara piston dan bantalan *slipper* terdapat *retainer* yang berfungsi menjaga posisi bantalan agar tetap terpasang dengan baik dan tidak terlepas saat pompa beroperasi.

Tekanan pada piston terjadi akibat adanya gesekan antara bantalan *slipper* dengan permukaan datar pada *cam*, sehingga piston dapat bergerak secara tegak lurus terhadap blok silinder. Dalam kondisi kerja dengan tekanan tinggi, pompa piston radial

memiliki keunggulan berupa daya tahan yang lebih baik dan umur pemakaian yang lebih panjang..



Gambar 2. 3 Komponen *Radial Piston Pump*

Sumber: <https://www.hydraulicstatic.com>

3. *Valve*

Dalam sistem hidraulik, katup berperan untuk mengatur arah, tekanan, dan jumlah aliran fluida yang menuju silinder kerja (Kurniawan, 2023). Berdasarkan fungsinya, katup hidraulik dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu:



Gambar 2.4 Valve

Sumber: <https://surabaya.proxsisgroup.com>

Berdasarkan penggunaannya, katup hidrolik dibagi menjadi tiga jenis berikut :

a. Katup Pengatur Tekanan (*Relief Valve*)

Katup pengatur tekanan berfungsi untuk melindungi pompa dan

komponen pengontrol dari tekanan berlebih serta menjaga kestabilan tekanan dalam sistem hidrolik. Katup ini akan terbuka ketika tekanan fluida melebihi batas yang ditentukan, kemudian akan menutup kembali setelah tekanan kembali berada di bawah tekanan kerja pegas katup (Prihandoko, 2018).

Bagian bagian katup pengatur tekanan (Relief Valve) sebagai berikut;

- 1) Body (Badan): Bagian utama dari relief valve yang berfungsi sebagai tempat di mana semua komponen lainnya terpasang. Biasanya terbuat dari logam yang tahan terhadap tekanan tinggi
- 2) Seat (Tempat Duduk): Ini adalah permukaan tempat katup beristirahat ketika ditutup. Permukaan ini harus dirancang untuk menghasilkan segel yang rapat ketika katup ditutup.
- 3) Disc (Piringan): Ini adalah bagian yang bergerak dari katup. Ketika tekanan dalam sistem melebihi ambang batas yang ditetapkan, piringan akan terangkat untuk membuka jalan keluar bagi fluida.
- 4) Spring (Pegas): Pegas bertanggung jawab untuk memberikan kekuatan yang diperlukan untuk menahan piringan katup dalam posisi tertutup. Ketika tekanan di dalam sistem melebihi ambang batas yang ditetapkan, pegas akan ditekan dan memungkinkan piringan untuk terangkat.
- 5) Nozzle (Pipa Pengeluaran): Ini adalah bagian di mana fluida akan dilepaskan ke lingkungan saat katup terbuka. Ukuran dan desain nozzle harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan aliran yang tepat.

- 6) Adjustment Screw (Baut Penyetelan): Beberapa relief valves dilengkapi dengan baut penyetelan yang memungkinkan pengguna untuk mengatur tekanan pembukaan katup sesuai kebutuhan aplikasi.
- 7) Bonnet (Penutup): Bagian ini melindungi bagian dalam katup dan bisa dilepas untuk perawatan dan perbaikan.
- 8) Stem (Batang Katup): Ini adalah bagian yang menghubungkan piringan katup dengan mekanisme di dalam katup. Ketika katup terbuka, batang katup bergerak naik, mengangkat piringan dari tempat duduknya.

Setiap bagian ini harus dirancang dengan hati-hati dan diproduksi dengan material yang berkualitas tinggi untuk memastikan kinerja yang andal dari relief valve.

b. Katup Pengatur Arah Aliran (*Flow Setting Valve*)

Katup pengontrol arah aliran atau *flow setting valve* adalah katup hidrolik yang berfungsi mengatur arah aliran fluida dalam sistem hidrolik. Mereka memungkinkan pengguna untuk mengalihkan aliran fluida ke arah yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan aplikasi (Kurniawan, 2023). Flow Setting Valve tersedia dari beberapa desain yaitu, sebagai berikut;

- 1) Katup 2 arah: Mereka hanya memiliki dua posisi, biasanya posisi terbuka dan posisi tertutup. Contohnya adalah katup on/off atau katup solenoid sederhana.

- 2) Katup 3 arah: Mereka memiliki tiga posisi yang berbeda, yang memungkinkan aliran fluida dialihkan ke salah satu dari dua jalur yang berbeda atau diblokir sepenuhnya. Ini sering digunakan dalam sistem hidrolik yang memerlukan kendali arah yang lebih kompleks.
- 3) Katup 4-arah: Mereka memungkinkan aliran fluida untuk dialihkan ke salah satu dari dua jalur yang berbeda, atau kedua jalur dapat dibuka secara bersamaan. Ini sering digunakan dalam sistem hidrolik yang memerlukan kendali arah yang lebih fleksibel.

Katup pengontrol arah aliran sangat penting dalam sistem hidrolik karena mereka memungkinkan untuk mengontrol pergerakan aktuator hidrolik, seperti silinder atau motor hidrolik, serta arah dan laju aliran fluida dalam sistem secara keseluruhan (Tendy, 2023). Bagian-bagian dari katup pengatur arah (*flow setting valve*) adalah sebagai berikut:

- 1) Bodies (Badan): Katup pengatur arah aliran biasanya memiliki dua atau lebih badan yang berisi saluran-saluran fluida yang terhubung dengan inlet dan outlet serta berfungsi sebagai tempat bagi komponen internal lainnya.
- 2) Spool (Spul): Ini adalah komponen utama dalam katup pengatur arah aliran. Spool adalah batang atau silinder yang bergerak di dalam katup dan mengalihkan aliran fluida ke saluran-saluran yang berbeda sesuai dengan posisi dan pergerakannya.
- 3) Ports (Port): Port-port pada katup menghubungkan katup dengan sistem hidrolik secara fisik. Mereka adalah tempat di mana fluida masuk dan keluar dari katup, serta di mana aktuator hidrolik

terhubung.

- 4) Actuator (Aktuator): Ini adalah komponen yang menggerakkan spool dalam katup, mengubah posisi dan arah aliran fluida. Aktuator dapat berupa solenoid, pneumatik, hidrolik, atau manual (seperti tuas atau katup putar).
- 5) Spring (Pegas): Pegas digunakan dalam beberapa jenis katup untuk memastikan bahwa spool kembali ke posisi netralnya saat tidak ada tekanan atau aksi aktuator.
- 6) Detent (Pencegah Gerakan Berlebihan): Detent dapat digunakan untuk memastikan spool tetap dalam posisi tertentu ketika aktuator tidak beroperasi, membantu mempertahankan arah aliran fluida.
- 7) Seals (Segel): Segel-segel digunakan di sekitar spool dan port-port untuk mencegah kebocoran fluida saat katup beroperasi.
- 8) Control Elements (Elemen Kontrol): Ini adalah bagian-bagian seperti tuas, solenoid, atau katup yang digunakan untuk mengontrol gerakan spool dan, oleh karena itu, arah aliran fluida.

Semua bagian ini bekerja bersama untuk mengatur arah aliran fluida dalam sistem hidrolik sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Desain dan konfigurasi katup dapat bervariasi tergantung pada spesifikasi dan tuntutan aplikasi tertentu.

c. Katup Pengontrol Jumlah Aliran (Flow Control Valve)

Katup pengendali debit aliran merupakan suatu perangkat mekanis maupun elektronik yang berfungsi sebagai instrumen pengatur laju perpindahan fluida pada suatu rangkaian sistem. Komponen ini

bekerja dengan cara mengontrol jumlah fluida yang melewati saluran aliran, baik berupa zat cair, gas, maupun media fluida lainnya, sehingga parameter aliran dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan operasional sistem. Katup ini dapat dibuka, ditutup, atau diatur dalam berbagai tingkat untuk mengatur laju aliran fluida sesuai kebutuhan aplikasi tertentu. Katup pengontrol jumlah aliran dapat ditemukan dalam berbagai macam industri, mulai dari industri kimia, minyak dan gas, hingga sistem air dan pengolahan limbah (Dewi et al., 2025). Bagian-bagian katup pengatur jumlah aliran (Flow Control Valve) adalah, sebagai berikut;

- 1) Body (Badan Katup): Bagian ini adalah kerangka utama dari katup yang menyediakan jalur untuk aliran fluida. Body katup biasanya terbuat dari logam atau material lain yang tahan terhadap tekanan dan korosi.
- 2) Seat (Tempat Dudukan): Ini adalah bagian di dalam body katup yang menyediakan tempat duduk untuk katup dan membentuk segel dengan katup untuk mencegah kebocoran saat katup ditutup.
- 3) Disk atau Ball (Cakram atau Bola): Bagian ini adalah komponen yang bergerak di dalam katup untuk mengatur aliran fluida. Disk atau bola dapat berbentuk cakram datar atau bola bulat tergantung pada jenis katupnya.
- 4) Stem (Batang Katup): Ini adalah komponen yang terhubung ke disk atau bola dan digunakan untuk menggerakkan katup, membuka atau menutup aliran fluida dengan memutar atau mendorongnya.

- 5) Actuator (Penggerak): Pada katup yang ditenagai secara mekanis atau pneumatik, penggerak adalah bagian yang mengubah energi (misalnya, energi pneumatik, hidrolik, atau listrik) menjadi gerakan mekanis yang menggerakkan katup.
- 6) Bonnet: Bagian ini adalah penutup bagian atas katup yang menahan stem dan mungkin juga berfungsi sebagai tempat untuk menghubungkan aktuator.
- 7) Packing (Penyegelan): Packing atau penyegelan digunakan untuk mencegah kebocoran di sekitar batang katup saat katup beroperasi. Ini biasanya terbuat dari bahan fleksibel seperti karet atau teflon.
- 8) Trim: Trim merujuk pada kombinasi bagian internal katup seperti disk, seat, dan stem yang berfungsi untuk mengontrol aliran fluida.

Setiap bagian ini memiliki peran kritis dalam fungsi keseluruhan katup pengatur jumlah aliran. Kombinasi desain dan material yang berbeda dapat digunakan tergantung pada aplikasi spesifik dan karakteristik fluida yang diatur.

d. Silinder Kerja Hidraulik (Actuator)

Silinder kerja hidraulik adalah komponen utama dalam sistem hidraulik yang berfungsi mengubah energi fluida hidraulik menjadi energi mekanik (Kurniawan, 2023). Komponen ini terdiri dari tabung silinder yang di dalamnya terdapat piston yang bergerak maju dan mundur. Ketika fluida hidraulik bertekanan dimasukkan ke dalam silinder, tekanan tersebut mendorong piston untuk bergerak, menghasilkan gerakan linear yang dapat digunakan untuk melakukan

pekerjaan mekanis seperti mengangkat, menekan, menarik, atau mendorong beban. Menurut konstruksinya, Silinder kerja hidrolik ini dibagi menjadi 2 tipe sistem hidrolik, yaitu;

e. Silinder Penggerak Kerja Tunggal (Single Acting cylinder)

Silinder penggerak kerja tunggal adalah jenis silinder hidrolik yang hanya menghasilkan gaya atau gerakan dalam satu arah (Tendy, 2023). Dalam silinder ini, fluida hidrolik hanya digunakan untuk mendorong piston dalam satu arah (biasanya maju), sedangkan gaya baliknya dihasilkan oleh mekanisme eksternal seperti pegas atau beban. Komponen utama silinder penggerak kerja tunggal, sebagai berikut ;

- 1) Silinder: Tabung tempat fluida hidrolik bekerja
- 2) Piston: Bagian yang bergerak di dalam silinder, didorong oleh tekanan fluida
- 3) Rod (Batang Piston): Batang yang terhubung dengan piston dan bergerak keluar-masuk silinder
- 4) Port Masuk: Tempat fluida hidrolik masuk ke dalam silinder untuk mendorong piston

f. Silinder Kerja Penggerak Ganda (Double Acting Cylinder)

Silinder kerja penggerak ganda adalah jenis silinder hidrolik yang mampu menghasilkan gaya dan gerakan linear dalam dua arah, yaitu maju dan mundur (Adi, 2022). Silinder ini memiliki dua port untuk masuk dan keluarnya fluida hidrolik, satu di setiap sisi piston, sehingga memungkinkan kontrol yang lebih baik dan fleksibilitas dalam operasi. Ada beberapa komponen utama silinder penggerak ganda, yaitu ;

- 1) Silinder: Tabung tempat fluida hidrolik bekerja
- 2) Piston: bagian yang bergerak di dalam silinder, didorong oleh tekanan fluida dari kedua sisi
- 3) Rod (Batang Piston): Batang yang terhubung dengan piston dan bergerak keluar-masuk silinder
- 4) Dua port (Inlet dan Outlet): Tempat Dimana fluida hidrolik masuk dan keluar dari silinder untuk mendorong piston maju atau mundur

4. Tangki Ekspansi Hidrolik

Tangki ekspansi hidrolik merupakan wadah yang berfungsi untuk menampung fluida hidrolik, dan penempatannya sebaiknya sedekat mungkin dengan pompa (Prasetyo, 2017). Sebelum dioperasikan, tangki perlu dibersihkan terlebih dahulu dari debu maupun kotoran yang mungkin menempel. Pengisian fluida hidrolik dilakukan melalui lubang *manhole* di bagian atas tangki menggunakan *hand pump*. Selain itu, tangki ini juga dilengkapi dengan lubang pernapasan atau *air breather*.

Udara yang berada di dalam tangki, tepatnya di atas permukaan minyak, terhubung langsung dengan udara luar melalui air breather. Oleh sebab itu, tekanan udara di dalam tangki ekspansi hidrolik akan selalu sama dengan tekanan udara di luar tangki. Adapun bagian-bagian dari tangki tersebut adalah sebagai berikut.:

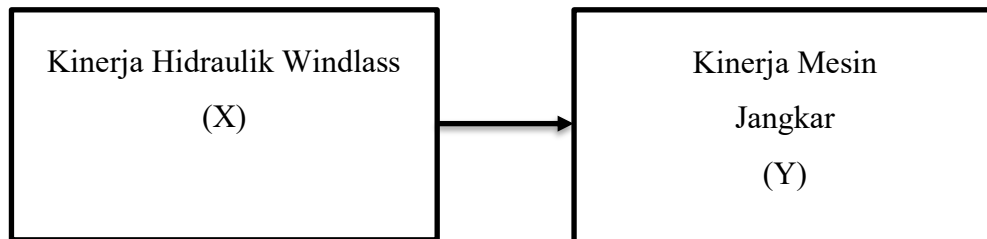
- a) Tangki Utama: Wadah besar yang digunakan untuk menampung fluida hidrolik.
- b) Manhole: Lubang akses di bagian atas tangki yang digunakan untuk pengisian fluida hidrolik dengan menggunakan handpump.

- c) Air Breather (Lubang Pernapasan): Komponen yang memungkinkan udara dalam tangki berhubungan dengan udara luar, menjaga tekanan udara di dalam tangki tetap sama dengan tekanan udara di luar.
- d) Filtrasi: Sistem penyaringan untuk mencegah masuknya kotoran dan debu ke dalam tangki saat pengisian fluida.
- e) Tutup Tangki: Penutup yang menjaga fluida hidrolik di dalam tangki tetap bersih dan aman dari kontaminasi.
- f) Indikator Level: Alat untuk menunjukkan ketinggian fluida hidrolik di dalam tangki, memastikan volume fluida selalu dalam batas aman.
- g) Drain Valve: Katup yang digunakan untuk mengeluarkan fluida dari tangki saat perlu pengurasan atau pemeliharaan.
- h) Ventilasi: Sistem ventilasi yang membantu menjaga sirkulasi udara dan mengurangi kondensasi di dalam tangki.
- i) Mounting Brackets: Penyangga atau braket untuk memasang tangki dengan kokoh di tempat yang diinginkan, biasanya dekat dengan pompa.
- j) Level Sensor: Sensor yang mendeteksi dan memberikan sinyal mengenai tingkat fluida di dalam tangki

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian merupakan gambaran konseptual yang menjelaskan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen yang diteliti. Dalam penelitian ini, variabel independen adalah Kinerja Hidrolik Windlass (X), sedangkan variabel dependen adalah Kinerja Mesin Jangkar (Y). Kerangka berpikir ini disusun berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa sistem hidrolik windlass memiliki peran

penting dalam mendukung kelancaran pengoperasian mesin jangkar. Semakin baik kinerja sistem hidrolik windlass, maka diharapkan semakin optimal pula kinerja mesin jangkar dalam menunjang keselamatan dan kelancaran operasi kapal. Hubungan antarvariabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber : Diolah peneliti

Berdasarkan kerangka berpikir pada Gambar 2.4, penelitian ini menguji pengaruh Kinerja Hidraulik Windlass (X) terhadap Kinerja Mesin Jangkar (Y). Kinerja hidrolik windlass diukur melalui indikator-indikator yang menggambarkan kondisi operasional sistem hidrolik, seperti tekanan hidrolik, kelancaran kerja pompa, kondisi oli hidrolik, serta kemampuan sistem dalam menggerakkan windlass. Sementara itu, kinerja mesin jangkar diukur berdasarkan kemampuan mesin dalam menaikkan dan menurunkan jangkar secara efektif, keandalan operasional, kecepatan kerja, dan minimnya gangguan selama proses pengoperasian. Hubungan yang digambarkan oleh arah panah menunjukkan adanya dugaan bahwa peningkatan kinerja hidrolik windlass akan memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kinerja mesin jangkar. Dugaan tersebut selanjutnya akan dibuktikan melalui analisis data dan pengujian hipotesis dalam penelitian ini.

C. Hipotesis

Hipotesis merupakan suatu dugaan sementara yang dirumuskan sebagai jawaban awal terhadap permasalahan penelitian dan masih memerlukan proses pembuktian melalui tahapan analisis serta pengolahan data. Penyusunan hipotesis pada penelitian ini didasarkan pada kajian teoritis, hasil penelitian terdahulu, serta kerangka pemikiran yang telah dibangun, dengan asumsi bahwa performa sistem hidrolik pada *windlass* memiliki keterkaitan dan berpotensi memberikan pengaruh terhadap efektivitas kinerja mesin jangkar. Semakin optimal kinerja sistem hidrolik *windlass*, maka semakin baik pula kinerja mesin jangkar dalam proses penjangkaran. Berdasarkan uraian tersebut, hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

H₀ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao.

H₁ : Terdapat pengaruh yang signifikan antara kinerja hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao.

Pengujian terhadap hipotesis penelitian dilakukan melalui penerapan analisis regresi linier sederhana dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 5% atau setara dengan nilai probabilitas 0,05. Apabila hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi lebih rendah dari 0,05, maka hipotesis nol (H₀) dinyatakan ditolak dan hipotesis alternatif (H₁) diterima, yang mengindikasikan bahwa kinerja sistem hidrolik *windlass* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa mesin jangkar. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi yang diperoleh melebihi batas 0,05, maka H₀ diterima dan H₁ ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel kinerja hidrolik *windlass* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja mesin jangkar.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam penelitian Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini, peneliti menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif eksplanatif. Hal ini berarti peneliti melakukan pengumpulan dan analisis data untuk menguraikan atau menggambarkan fenomena yang diselidiki secara terstruktur dan sistematis, menggunakan angka atau statistik untuk menjelaskan karakteristik, perilaku, atau variabel yang diamati dalam konteks penelitian tersebut (Sugiyono, 2023). Tujuan metode ini adalah untuk memberikan gambaran yang rinci dan jelas mengenai fenomena yang diteliti tanpa melakukan manipulasi variabel maupun mencari hubungan sebab-akibat.

Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi variabel penelitian berdasarkan hasil tanggapan responden, sedangkan pendekatan eksplanatif digunakan untuk menjelaskan hubungan serta pengaruh kinerja hidraulik windlass terhadap kinerja mesin jangkar melalui pengujian hipotesis menggunakan analisis statistik. Metode penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai fakta, fenomena, kondisi, dan variabel yang muncul selama proses penelitian berlangsung, sekaligus menyajikan data secara komprehensif sesuai dengan konteks yang ditemukan di lapangan atau di lokasi penelitian. Hal ini bertujuan agar prosedur yang belum optimal dapat diperbaiki.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini yang akan dilaksanakan di kapal sesuai dengan penempatan pada saat Praktek Laut (Prala) yang akan dilaksanakan oleh peneliti pada saat semester V dan VI dalam waktu 12 bulan terhitung dari tanggal pertama naik di atas kapal.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada saat peneliti melaksanakan praktek laut (PRALA) selama 12 bulan di kapal MV. HL TUBARAO yang dioperasikan oleh PT. Jasindo Duta Segara.

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data operasional sistem hidrolik *windlass* pada kapal MV. HL Tubarao selama peneliti melaksanakan praktek laut (PRALA) selama 12 bulan, yang meliputi keseluruhan proses penarikan jangkar yang diamati selama periode tersebut. Adapun sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pengambilan data yang didasarkan pada pertimbangan dan tujuan tertentu, berupa 15 data pengamatan tekanan hidrolik (bar) beserta waktu penarikan jangkar (menit) yang telah didokumentasikan peneliti secara langsung selama praktek laut berlangsung. Jumlah sampel tersebut dipandang telah representatif untuk menggambarkan kecenderungan hubungan antara kinerja hidrolik windlass dengan kinerja mesin jangkar pada kapal yang diteliti.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi mengenai hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yang digunakan, yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat), yang keduanya saling berkaitan dalam menjelaskan pengaruh kinerja hidraulik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao. Kedua variabel tersebut dijabarkan sebagai berikut :

1. Variabel X (Kinerja Hidraulik *Windlass*)

Variabel X dalam penelitian ini adalah kinerja hidraulik *windlass*, yang diukur melalui besarnya tekanan hidraulik dengan satuan bar pada saat sistem *windlass* dioperasikan untuk menarik jangkar. Semakin tinggi dan stabil tekanan hidraulik yang dihasilkan, maka semakin baik pula kinerja hidraulik *windlass* yang dihasilkan. Data variabel ini diperoleh dari hasil pengamatan langsung terhadap indikator tekanan pada sistem hidraulik selama proses penarikan jangkar berlangsung di kapal MV. HL Tubarao.

2. Variabel Y (Kinerja Mesin Jangkar)

Variabel Y dalam penelitian ini adalah kinerja mesin jangkar, yang diukur melalui lamanya waktu penarikan jangkar dengan satuan menit per segel. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk menarik jangkar, maka semakin baik pula kinerja mesin jangkar yang dihasilkan. Data variabel ini diperoleh dari hasil pengamatan langsung terhadap proses penarikan jangkar yang dilakukan selama peneliti melaksanakan praktek laut di kapal MV. HL Tubarao.

E. Sumber Data atau Subyek Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, yang keduanya digunakan secara bersama-sama untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai kinerja hidrolik windlass dan kinerja mesin jangkar pada kapal MV. HL Tubarao. Kedua jenis data tersebut dijabarkan sebagai berikut :

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui observasi, wawancara dengan kru bagian mesin, serta dokumentasi kondisi aktual sistem hidrolik windlass selama pelaksanaan praktek laut di kapal MV. HL Tubarao, berupa data tekanan hidrolik (bar) dan waktu penarikan jangkar (menit).
2. Data Sekunder, yaitu data pendukung yang diperoleh dari manual book kapal MV. HL Tubarao, ship's particulars, serta studi pustaka dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan kinerja hidrolik windlass dan mesin jangkar.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan suatu metode atau tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam memperoleh informasi serta data yang relevan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pada penelitian ini, proses penghimpunan data dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu observasi, dokumentasi, dan wawancara sebagai instrumen pendukung dalam memperoleh data penelitian yang akurat, yang dilakukan secara bersamaan selama peneliti melaksanakan praktek laut (PRALA) di kapal MV. HL Tubarao guna memperoleh data yang

akurat dan saling melengkapi mengenai kinerja hidrolik windlass dan kinerja mesin jangkar.

1. Observasi

Observasi dilakukan peneliti dengan cara mengamati secara langsung kondisi sistem hidrolik *windlass* selama proses penarikan jangkar berlangsung, meliputi pencatatan besarnya tekanan hidrolik pada indikator serta lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menarik jangkar per segel.

2. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data tertulis dan visual berupa foto komponen sistem hidrolik windlass, ship's particulars kapal MV. HL Tubarao, serta pencatatan hasil pengukuran tekanan hidrolik dan waktu penarikan jangkar selama penelitian berlangsung.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan kru bagian mesin di kapal MV. HL Tubarao, di antaranya Chief Engineer, Second Engineer, dan crew mesin, untuk memperoleh informasi mengenai kondisi tekanan hidrolik, penyebab penurunan tekanan, serta upaya perawatan yang dilakukan untuk menjaga kinerja sistem *windlass*.

G. Teknik Analisis Data

Teknik pengolahan dan analisis data yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan metode regresi linier sederhana dengan memanfaatkan perangkat lunak IBM SPSS Statistics sebagai alat bantu pengujian. Analisis tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan hubungan pengaruh serta

mengukur besarnya kontribusi kinerja sistem hidrolik *windlass* terhadap kinerja mesin jangkar. Proses analisis ini diperkuat melalui beberapa tahapan pengujian statistik, meliputi uji t secara parsial, uji F secara simultan, serta pengujian koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui tingkat kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen, yang akan diuraikan sebagai berikut.

1. Uji Regresi Linear Sederhana

Regresi linier sederhana merupakan salah satu metode analisis statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan serta mengukur besarnya pengaruh antara satu variabel independen terhadap satu variabel dependen. Metode ini digunakan untuk mengetahui pola keterkaitan antarvariabel serta memprediksi perubahan yang terjadi pada variabel dependen berdasarkan perubahan nilai pada variabel independen. Melalui analisis regresi linier sederhana, peneliti dapat memperoleh gambaran mengenai arah hubungan, tingkat pengaruh, serta kontribusi variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat pada suatu penelitian.

2. Uji t (parsial)

Uji t merupakan pengujian statistik yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen dalam model regresi. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai t hitung dan t tabel atau melihat nilai signifikansi (*Sig*) sebagai dasar pengambilan keputusan.

3. Uji F

Uji F merupakan salah satu metode analisis statistik yang digunakan

untuk mengevaluasi kelayakan suatu model regresi secara keseluruhan serta mengetahui apakah variabel independen secara bersama-sama memiliki pengaruh terhadap variabel dependen. Proses pengujian dilakukan dengan memperhatikan perbandingan nilai F hitung serta tingkat signifikansi (*Sig*) yang tercantum pada tabel ANOVA sebagai dasar dalam menentukan keputusan hipotesis.

4. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) merupakan parameter statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kapabilitas variabel independen dalam menginterpretasikan variasi perubahan yang terjadi pada variabel dependen dalam suatu model regresi. Nilai koefisien determinasi menggambarkan besarnya proporsi kontribusi variabel bebas dalam menerangkan fenomena atau fluktuasi yang terjadi pada variabel terikat.