

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL
TERHADAP DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM*
PADA OPERASI *REMOTELY OPERATED VEHICLE*
DI AHTS OPS AQEELA**



MARIO FANNY NURDIANSYAH

NIT : 22 36308 2 066

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL
TERHADAP DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM*
PADA OPERASI *REMOTELY OPERATED VEHICLE*
DI AHTS OPS AQEELA**



MARIO FANNY NURDIANSYAH

NIT : 22 36308 2 066

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MARIO FANNY NURDIANSYAH

Nomor Induk Taruna : 22 36308 2 066

Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL TERHADAP DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM* PADA OPERASI *REMOTELY OPERATED VEHICLE* DI AHTS OPS AQEELA

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, 01 Februari 2026



MARIO FANNY NURDIANSYAH

NIT. 22 36308 2 066

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Terhadap Deviasi
Dynamic Positioning System pada Operasi *Remotely
Operated Vehicle* di AHTS OPS Aqeela

Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Nama : Mario Fanny Nurdiansyah

NIT : 22363082066

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)


Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk
dilaksanakan Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 09 Desember 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

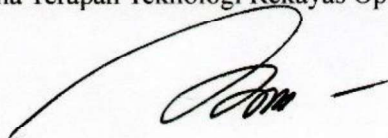
Dosen Pembimbing II



(A. A. Istri Sri Wahyuni, S.Si.T., M.Adm, SDA)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19781217 200502 2 001

(Otri Wani Sihaloho, S.ST)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198610172 01012 2 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayas Operasi Kapal



(Lie Suwondo, S.Si.T., M.Mar.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Terhadap Deviasi
Dynamic Positioning System pada Operasi *Remotely
Operated Vehicle* di AHTS OPS Aqeela

Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Nama : Mario Fanny Nurdiansyah

NIT : 22363082066

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / Karya Ilmiah Terapan / ~~Karya Tulis Ilmiah*~~

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)


Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk
dilaksanakan Seminar Hasil Tugas Akhir


Surabaya, 2026

Menyetujui,

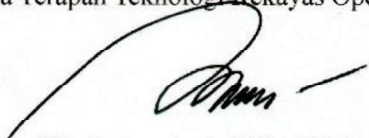
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(A. A. Istri Sri Wahyuni, S.Si.T., M.Adm, SDA)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19781217 200502 2 001


(Otri Wani Sihaloho, S.ST)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198610172 01012 2 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayas Operasi Kapal


(Lie Suwondo, S.Si.T., M.Mar.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL TERHADAP
DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM* PADA OPERASI
REMOTELY OPERATED VEHICLE DI AHTS OPS AQEELA**

Disusun oleh:

MARIO FANNY NURDIANSYAH
NIT. 22363082066

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 2026

Dosen Penguji I



(Dr. Arleiny, S.Si.T., M.M., M.Mar)
Penata Tk. I (IV/a)
NIP. 19820609 201012 2 002

Mengesahkan,
Dosen Penguji II



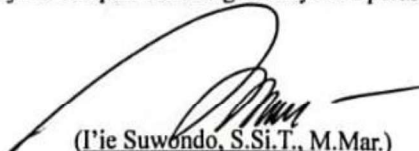
(A. A. Istri Sri Wahyuni, S.Si.T., M.Adm, SDA)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19781217 200502 2 001

Dosen Penguji III



(Otri Wani Sihaloho, S.ST)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198610172 01012 2 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(I'ie Suwondo, S.Si.T., M.Mar.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL TERHADAP
DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM* PADA OPERASI
***REMOTELY OPERATED VEHICLE* DI AHTS OPS AQEELA**

Disusun oleh:

MARIO FANNY NURDIANSYAH
NIT. 22363082066

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 2026

Dosen Penguji I

(Dr. Arleiny, S.Si.T., M.M., M.Mar)
Penata Tk. I (IV/a)
NIP. 19820609 201012 2 002

Mengesahkan,
Dosen Penguji II

(A. A. Istri Sri Wahyuni, S.Si.T., M.Adm, SDA)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19781217 200502 2 001

Dosen Penguji III

(Otri Wani Sihalohe, S.ST)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198610172 01012 2 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

(L'ie Suwondo, S.Si.T., M.Mar.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

ABSTRAK

Mario Fanny Nurdiansyah (2026), Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Terhadap Deviasi *Dynamic Positioning System* pada Operasi *Remotely Operated Vehicle* di AHTS OPS *Aqeela*. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dosen Pembimbing Ibu Anak Agung Istri Sri Wahyuni S.Si.T., M.Adm, SDA dan Ibu Otri Wani Sihaloho, S.ST

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh deviasi posisi pada *Dynamic Positioning (DP) System* di AHTS OPS *Aqeela* yang berpotensi mengganggu keselamatan dan efektivitas operasi *Remotely Operated Vehicle (ROV)*. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh faktor internal (*engine load* dan *thruster load*) serta faktor eksternal (*current speed* dan *wind speed*) terhadap deviasi posisi kapal. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis regresi linier berganda menggunakan 90 data observasi *DP View Print* yang direkam setiap 30 menit selama lima hari operasi ROV. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara parsial *current speed* berpengaruh positif dan signifikan terhadap deviasi, sedangkan *wind speed*, *engine load*, dan *thruster load* tidak berpengaruh signifikan. Secara simultan, seluruh variabel independen berpengaruh signifikan terhadap deviasi dengan nilai F sebesar 10,341 dan signifikansi 0,000. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,327 menunjukkan bahwa 32,7% variasi deviasi dijelaskan oleh keempat faktor tersebut. Secara keseluruhan, penelitian menyimpulkan bahwa *current speed* merupakan faktor dominan penyebab deviasi, sementara faktor internal berperan menjaga stabilitas daya dan propulsi sehingga tidak menimbulkan penyimpangan posisi yang signifikan.

Kata kunci : *Dynamic Positioning*, olah gerak, *current speed*

ABSTRACT

Mario Fanny Nurdiansyah (2026), The Influence of Internal and External Factors on Dynamic Positioning Systems Deviation in Remotely Operated Vehicle Operations at AHTS OPS Aqeela. Politeknik Pelayaran Surabaya. Supervised by Mrs. Anak Agung Istri Sri Wahyuni S.Si.T., M.Adm, SDA and Mrs. Otri Wani Sihaloho, S.ST

This study is motivated by position deviations in the Dynamic Positioning (DP) System on AHTS OPS Aqeela, which have the potential to disrupt the safety and effectiveness of Remotely Operated Vehicle (ROV) operations. The research aims to analyze the influence of internal factors (engine load and thruster load) and external factors (current speed and wind speed) on vessel position deviation. The study employs a quantitative approach with multiple linear regression analysis using 90 observation data points from the DP View Print, recorded every 30 minutes over five days of ROV operations. The analytical results show that partially, current speed has a positive and significant effect on deviation, while wind speed, engine load, and thruster load have no significant effect. Simultaneously, all independent variables significantly influence deviation with an F-value of 10.341 and a significance level of 0.000. The coefficient of determination (R^2) of 0.327 indicates that 32.7% of the variation in deviation is explained by these four factors. Overall, the study concludes that current speed is the dominant factor causing deviation, while internal factors help maintain propulsion and power stability, preventing significant positional displacement.

Keywords : *Dynamic Positioning, maneuver, current speed*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang dengan memberikan ridhonya, dengan kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan dengan judul :

**“PENGARUH FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL TERHADAP
DEVIASI *DYNAMIC POSITIONING SYSTEM* PADA OPERASI
REMOTELY OPERATED VEHICLE DI AHTS OPS AQEELA”**

Untuk menyelesaikan studi pendidikan program Diploma IV salah satu syarat yang dilakukan oleh Taruna adalah penyusunan Karya Ilmiah Terapan yang berguna sebagai pembekalan Taruna dalam menjalani Praktik Laut di atas kapal.

Dalam kesempatan yang telah diberikan ini, saya menyampaikan terima kasih kepada pihak – pihak yang sudah terlibat dalam penyelesaian karya ilmiah ini, kepada yang terhormat :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
2. Bapak I'ie Suwondo, S.Si.T, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal yang telah memberikan arahan dan masukan yang selama proses penyusunan Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
3. Ibu Anak Agung Istri Sri Wahyuni S.Si.T., M.Adm, SDA selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
4. Ibu Otri Wani Sihaloho, S.ST selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
5. Ibu Dr. Arleiny, S.Si.T., M.M., M.Mar selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan terkait Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
6. Seluruh dosen di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mengarahkan penulis.
7. Kedua orang tua saya Bapak Sudiro dan Ibu Siti Nuraisah yang telah mendukung penuh berupa moral maupun material serta doa dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini.

Demikian, saya berharap Karya Ilmiah Terapan ini dapat memberikan manfaat dan pembelajaran untuk pembaca serta dapat membantu untuk kemajuan pelayaran di Indonesia.

Surabaya, 01 Februari 2026

MARIO FANNY NURDIANSYAH
NIT. 22 36308 2 066

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	7
B. Landasan Teori.....	12
C. Kerangka Penelitian	32

D. Hipotesis.....	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian.....	35
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	37
C. Definisi Operasional Variabel.....	37
D. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	39
E. Teknik Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	43
B. Hasil Penelitian	46
C. Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP.....	56
A. Simpulan	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 4.1 Uji Normalitas.....	48
Tabel 4.2 Uji Multikolinearitas	48
Tabel 4.3 Uji Heterokedastisitas	49
Tabel 4.4 Uji T (Uji Independen).....	50
Tabel 4.5 Interpretasi Uji T	50
Tabel 4.6 Uji F (Uji Simultan)	50
Tabel 4.7 Koefisien Determinasi.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Position moving</i>	2
Gambar 1.2 AHTS OPS Aqeela DP 1.....	3
Gambar 2.2 <i>DP Mode On</i>	15
Gambar 2.3 <i>Engine Load</i>	19
Gambar 2.4 <i>Thruster Load</i>	20
Gambar 2.5 <i>Dynamic Positioning Officer</i>	22
Gambar 2.6 <i>Doppler Speed Log</i>	24
Gambar 2.7 <i>Wind Speed Repeater</i>	26
Gambar 2.8 <i>ROV Work Class</i>	28
Gambar 2.9 Ilustrasi Kerja ROV.....	29
Gambar 2.10 Operasi ROV di <i>Plaform BTJT-A Ketapang, Madura</i>	30
Gambar 2.11 Kerangka Penelitian	32
Gambar 4.1 AHTS OPS Aqeela.....	43
Gambar 4.2 <i>Ship Particular</i> AHTS OPS Aqeela	44
Gambar 4.3 <i>Crew List</i> AHTS OPS Aqeela	45
Gambar 4.4 <i>DP View Print</i>	46
Gambar 4.5 <i>Weather Forecast</i> 19 Mei 2025.....	54
Gambar 4.6 <i>Working Progress</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Data sheet DP View Print</i>	61
Lampiran 2 <i>DP View Print</i>	64
Lampiran 3 Mutasi <i>On</i>	66
Lampiran 4 Mutasi <i>Off</i>	67

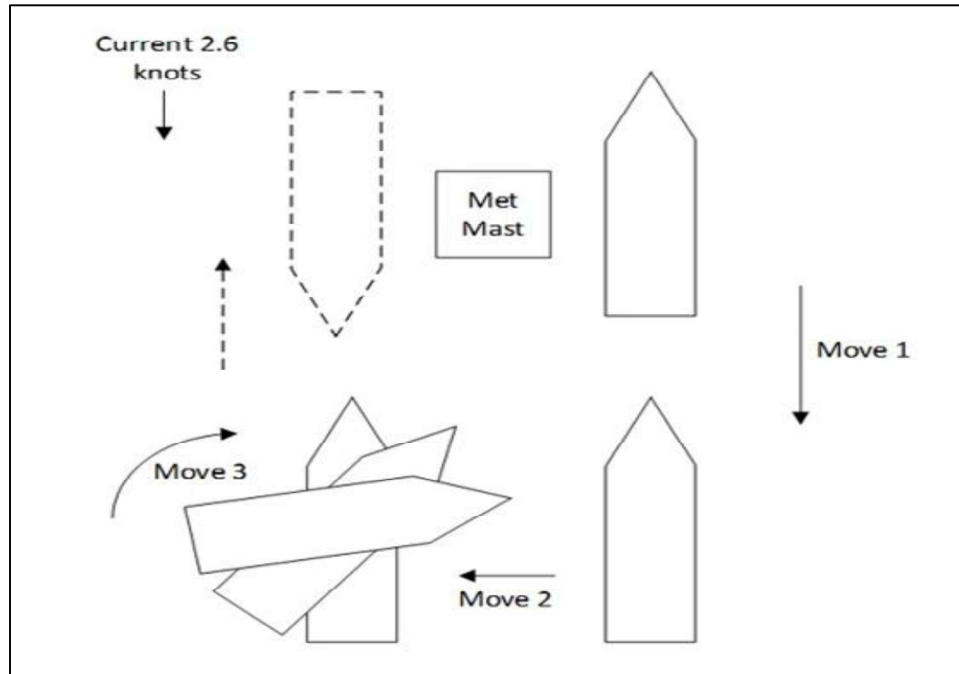
BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan eksplorasi bawah laut khususnya sektor minyak dan gas, teknologi berkembang dengan cepat. Untuk mendukung tugas-tugas berisiko tinggi seperti pemasangan pipa, inspeksi struktur, dan operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV), kapal pendukung lepas pantai harus dilengkapi dengan kemampuan manuver yang akurat. *Dynamic Positioning* (DP) *System*, yang menjaga arah dan posisi kapal tanpa perlu menurunkan jangkar, merupakan salah satu teknologi yang sangat penting. Sekitar 60-70% kapal pendukung lepas pantai di seluruh dunia kini bergantung pada *DP system* untuk memfasilitasi operasi bawah laut (IMCA, 2019).

DP system beroperasi untuk mempertahankan lokasi dan arah kapal dengan memanfaatkan kombinasi sensor, komputer kontrol, dan *thruster*. Teknologi ini sangat penting dalam mendukung operasi *Remotely Operated Vehicle*, yang digunakan untuk inspeksi, perbaikan, dan pemasangan struktur bawah laut. Namun, dalam praktiknya, *Dynamic Positioning* tidak selalu berfungsi sesuai rencana. Deviasi dapat dipengaruhi oleh faktor internal, seperti kondisi *thruster*, kalibrasi sensor, dan beban mesin, serta faktor eksternal, seperti angin kencang, arus laut, dan gelombang tinggi. Gangguan kecil pada *system control* atau kesalahan operator dapat menyebabkan penyimpangan posisi dan berpotensi mengakibatkan kehilangan posisi.



Gambar 1.1 *Position moving*

Sumber : *IMCA DP Event DPE 04/19*

Pada tahun 2019, sebuah kapal *DP2 ROV Support Vessel* mengalami *loss of position* saat bermanuver di *area wind farm*. Sistem *Dynamic Positioning* berusaha mempertahankan *setpoint* lama meskipun kapal melakukan rotasi, sehingga beban *thruster* meningkat drastis, suplai daya terganggu, dan kapal kehilangan kemampuan untuk mempertahankan posisinya (IMCA, 2019). Investigasi menemukan bahwa penyebab utama adalah kombinasi kesalahan manusia dan konfigurasi mode yang tidak tepat. Insiden ini menegaskan pentingnya evaluasi menyeluruh terhadap kinerja *Dynamic Positioning*, terutama dalam mendukung operasi *subsea* yang berisiko tinggi. Kasus tersebut menunjukkan bahwa integritas sistem DP tidak hanya dipengaruhi oleh perangkat keras, tetapi juga kondisi lingkungan dan kemampuan operator.



Gambar 1.2 AHTS OPS Aqeela DP 1

Sumber : Dokumentasi penulis

Kapal AHTS OPS Aqeela, sebagai salah satu kapal pendukung operasi lepas pantai berbasis sistem *Dynamic Positioning* kelas DP1, merupakan contoh nyata penerapan teknologi ini. Kapal ini dilengkapi dua mesin utama dengan sistem propulsi *Controllable Pitch Propeller* (CPP), dua *bow thruster*, serta sistem kontrol Bridgemate MT. Kapal AHTS OPS Aqeela digunakan untuk mendukung operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dalam kegiatan inspeksi *platform* dan pemeriksaan pipa bawah laut.

Penelitian mengenai *Dynamic Positioning System* telah banyak dilakukan. Penerapan *Dynamic Positioning* (DP) pada kapal AHTS *Logindo Energy* meningkatkan efisiensi dan keselamatan, meski memerlukan biaya tinggi dan pelatihan *Dynamic Positioning Officer* (DPO) bersertifikat (Nedo, Yuda, Kusumawati, & Arleiny, 2025). *Dynamic Positioning* (DP) memiliki fleksibilitas tinggi, namun juga terdapat kelemahan seperti risiko *loss of*

position dan biaya pemeliharaan yang besar (Guritno & Triwibowo, 2018). Sementara itu, Fadli (2023) mendokumentasikan kegagalan *Dynamic Positioning* pada kapal CS Teneo akibat cuaca buruk yang mengakibatkan kehilangan posisi kapal dan terhentinya suplai daya *Remotely Operated Vehicle* (ROV), menekankan pentingnya keterampilan *Dynamic Positioning Officer* (DPO) menghadapi kondisi ekstrem.

Sebagian besar penelitian tersebut bersifat kualitatif. Fokus kajian lebih banyak pada implementasi umum dan faktor manusia, tanpa analisis kuantitatif mendetail terkait parameter teknis. Belum ada penelitian yang secara khusus menghubungkan deviasi *Dynamic Positioning* dengan faktor internal berupa *engine* dan *thruster* dan eksternal berupa *wind speed* dan *current speed*. Dengan demikian, penelitian ini berbeda dari studi sebelumnya karena secara kuantitatif menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal terhadap deviasi *DP System* berbasis data aktual kapal AHTS OPS Aqeela.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan metode deskriptif kuantitatif berbasis *DP View Print* dari kapal AHTS OPS Aqeela. Parameter yang dianalisis meliputi, deviasi (*along* dan *athwart*), *thruster load*, *engine load*, kecepatan arus dan kecepatan angin. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara deviasi *Dynamic Positioning System* dengan faktor internal dan eksternal di AHTS OPS Aqeela selama operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dengan data kuantitatif aktual.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan judul dan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah dalam Karya Ilmiah Terapan ini adalah

1. Bagaimana pengaruh faktor internal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* pada operasi ROV?
2. Bagaimana pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* pada operasi ROV?
3. Bagaimana pengaruh faktor internal dan eksternal secara simultan terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* pada operasi ROV?

C. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan pada kapal AHTS OPS Aqeela sebagai studi kasus dan hanya membahas tentang *Dynamic Positioning System* pada operasi *under water inspection* menggunakan ROV di Bukit Tua *Field*, Ketapang, Madura. Faktor internal yang dianalisis terbatas pada *engine load* dan *thruster load* yang diperoleh dari data *DP View Print*, sedangkan faktor eksternal yang dianalisis terbatas pada *wind speed* dan *current speed* dari sumber data yang sama.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh faktor internal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* selama operasi ROV.

2. Mengetahui pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* selama operasi ROV.
3. Mengetahui pengaruh faktor internal dan eksternal secara bersamaan terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* selama operasi ROV.

E. Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

Menambah literatur akademis di bidang nautika terkait evaluasi sistem *Dynamic Positioning* dan aplikasinya pada operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV).

2. Secara Praktis

Memberikan masukan bagi *Dynamic Positioning Officer* (DPO), *Senior Dynamic Positioning Officer* (SDPO), dan manajemen perusahaan pelayaran untuk meningkatkan perawatan peralatan, pelatihan DPO dan memperbaiki prosedur operasi sehingga risiko *loss of position* dapat diminimalkan.

3. Secara Akademis

Menjadi referensi bagi mahasiswa/taruna, pelaut, dan peneliti dalam memahami faktor yang memengaruhi deviasi *Dynamic Positioning* (DP).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Muhammad Ashar Wal Fadli (Politeknik Ilmu Pelayaran Makssar, 2024)	Optimalisasi Pencegahan Kegagalan Sistem <i>Dynamic Positioning</i> (DP) Akibat Cuaca Buruk pada Saat Pengoperasian <i>Cable Laying</i> di Kapal CS. Teneo	Kualitatif deskriptif berbasis observasi lapangan dan studi kasus operasional.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan sistem <i>Dynamic Positioning</i> sering terjadi saat menghadapi cuaca buruk (angin hingga 65 knots), menyebabkan kapal kehilangan posisi hingga 250 meter dari titik operasi dan mengganggu aktivitas <i>cable laying</i> . Faktor utama kegagalan adalah kurangnya keterampilan dan pengalaman <i>Dynamic Positioning Operator</i> dalam mengoperasikan <i>Dynamic Positioning System</i> pada kondisi lingkungan ekstrem, serta keterlambatan respon saat beralih dari mode <i>Dynamic Positioning</i> ke mode manual. Rekomendasi penelitian mencakup rekrutmen dan penempatan <i>Dynamic Positioning Officer</i> yang berpengalaman, peningkatan pelatihan dan simulasi kondisi darurat, serta penerapan prosedur pencegahan dan pemantauan lingkungan secara real-time untuk menghindari keterlambatan dan risiko kecelakaan selama operasi bawah laut.
Perbedaan : Penelitian Fadli bersifat kualitatif deskriptif dan tidak melakukan analisis kuantitatif terhadap parameter teknis DP. Penelitian saya menggunakan data aktual <i>DP View Print</i> untuk menganalisis secara statistik pengaruh langsung faktor internal dan eksternal terhadap deviasi posisi DP.				

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
2	Ryan Alexander Nedo, Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yuda, Elly Kusumawati, Arleiny (2025)	Implementasi Sistem <i>Dynamic Positioning</i> (DP) pada Kapal AHTS Logindo Energy untuk Meningkatkan Efektivitas Operasi	Deskriptif kualitatif melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi.	Penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem <i>Dynamic Positioning</i> (DP) di kapal AHTS Logindo Energy meningkatkan efisiensi operasional selama proyek bawah laut seperti <i>Replacement Tailing Pipeline</i> . <i>Dynamic Positioning</i> mengurangi kebutuhan manuver manual, menurunkan konsumsi bahan bakar, dan meningkatkan keselamatan kerja awak kapal dengan meminimalkan aktivitas fisik di dek. Hasil wawancara dengan <i>Captain, Chief Officer, dan Second Officer</i> menegaskan pentingnya kompetensi operator <i>Dynamic Positioning</i> dan pemeriksaan sistem secara berkala. Namun, tantangan utama meliputi tingginya biaya operasional, kebutuhan pelatihan bersertifikat untuk operator, kompleksitas pemeliharaan sistem, serta ketergantungan pada sensor dan perangkat lunak yang rentan gangguan. Strategi optimalisasi mencakup pemeliharaan terjadwal, peningkatan pelatihan awak, dan pembaruan teknologi kontrol <i>Dynamic Positioning</i> .
Perbedaan : Penelitian ini tidak menampilkan hubungan matematis antara faktor teknis dengan performa DP. Penelitian saya berbeda karena mengukur secara kuantitatif hubungan faktor internal dan eksternal terhadap deviasi posisi kapal selama operasi ROV.				

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
3	Agung Prabowo, Wahyu W. Pandoe, Sofyan Rawi, Nur Riyadi (2018)	Analisis Pengaruh Arus dan Angin terhadap Olah Gerak Kapal di Pintu Masuk Dermaga Pondokdayung	Kuantitatif berbasis pemodelan numerik (ADCIRC 2DDI) dan analisis gaya.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya angin memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan gaya arus terhadap olah gerak dan stabilitas kapal, terutama pada area perairan terbatas dan pintu masuk dermaga. Melalui pemodelan numerik hidrodinamika, ditemukan bahwa peningkatan kecepatan angin secara signifikan meningkatkan gaya lateral dan momen putar yang bekerja pada badan kapal, sehingga menyulitkan pengendalian arah dan posisi. Pengaruh arus laut tetap berkontribusi terhadap pergeseran posisi kapal, namun dampaknya relatif lebih kecil dibandingkan angin, khususnya pada kapal dengan luas penampang samping yang besar. Selain itu, sudut datang angin dan arus terhadap sumbu kapal terbukti memengaruhi besar kecilnya deviasi lintasan. Penelitian ini menegaskan bahwa faktor lingkungan eksternal khususnya angin dan arus laut harus menjadi pertimbangan utama dalam perencanaan manuver dan pengendalian kapal.
<p>Perbedaan : Penelitian tersebut menganalisis pengaruh angin dan arus terhadap olah gerak kapal dalam konteks manuver di area pelabuhan menggunakan pemodelan hidrodinamika, dengan fokus pada respon gerak kapal secara umum tanpa meninjau kinerja <i>Dynamic Positioning System</i> maupun kontribusi faktor internal kapal. Sebaliknya, penelitian saya secara spesifik mengkaji deviasi posisi pada <i>Dynamic Positioning System</i> saat operasi <i>Remotely Operated Vehicle</i> (ROV) melalui pendekatan kuantitatif berbasis data <i>DP View Print</i>, dengan mengintegrasikan faktor eksternal dan internal untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab deviasi.</p>				

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
4	Suryo Guritno & Pipit Triwibowo (2018)	Upaya Meningkatkan Peran <i>Dynamic Positioning Operator</i> (DPO) dalam Mengoperasikan Kapal <i>Offshore Supply Vessel</i> (OSV)	Kualitatif deskriptif berbasis kajian operasional dan pengalaman lapangan.	<p>Penelitian ini mengungkap bahwa kegagalan operasi kapal dengan <i>Dynamic Positioning System</i> lebih banyak disebabkan oleh faktor manusia dibandingkan kegagalan teknis sistem. Kurangnya kewaspadaan, keterampilan, dan pemahaman operator terhadap batas kemampuan sistem DP menjadi penyebab utama terjadinya kesalahan pengoperasian dan kecelakaan. Peran <i>Dynamic Positioning Operator</i> (DPO) dinilai sangat krusial dalam memantau kondisi lingkungan, membaca respon sistem, serta mengambil keputusan secara cepat dan tepat ketika terjadi gangguan. Penelitian juga menekankan pentingnya pengalaman operasional dan kepatuhan terhadap prosedur standar dalam menjaga keselamatan dan kestabilan posisi kapal. Peningkatan pelatihan, sertifikasi, dan evaluasi kompetensi DPO secara berkelanjutan terbukti mampu menurunkan risiko kesalahan manusia dan meningkatkan efektivitas penggunaan <i>Dynamic Positioning System</i> dalam operasi kapal offshore.</p>
<p>Perbedaan : Penelitian tersebut menitikberatkan pada peran dan kompetensi <i>Dynamic Positioning Operator</i> (DPO) dengan pendekatan kualitatif deskriptif yang menekankan pengalaman operasional, kepatuhan prosedur, dan potensi <i>human error</i>, tanpa analisis kuantitatif terhadap parameter teknis dan lingkungan. Sebaliknya, penelitian saya berfokus pada analisis faktor teknis dan lingkungan yang memengaruhi deviasi <i>Dynamic Positioning System</i> secara objektif melalui regresi linier berganda berbasis data numerik operasional, sehingga mampu mengidentifikasi pengaruh faktor internal dan eksternal sebagai dasar pendukung pengambilan keputusan operasional DPO.</p>				

No	Penulis	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
5	Mu, D., Feng, Y., Wang, G., Fan, Y., Zhao, Y., & Sun, X. (2023)	<i>Ship Dynamic Positioning Output Feedback Control with Position Constraint Considering Thruster System Dynamics</i>	Kuantitatif eksperimental melalui pemodelan matematis dan simulasi numerik dengan pendekatan nonlinear control.	Penerapan metode <i>output feedback control</i> berbasis <i>Barrier Lyapunov Function</i> (BLF) dan <i>Fixed-time Disturbance Extended State Observer</i> (FDES0) mampu meningkatkan kinerja <i>Dynamic Positioning System</i> secara signifikan. Sistem kontrol yang dikembangkan dapat menjaga posisi dan heading kapal tetap berada dalam batas operasi yang telah ditentukan meskipun menghadapi gangguan lingkungan laut yang kompleks, seperti angin, arus, dan gelombang. Dengan mempertimbangkan dinamika thruster, sistem mampu menghasilkan distribusi gaya dorong yang lebih realistis dan stabil, sehingga mengurangi osilasi thrust dan beban berlebih pada aktuator. Hasil simulasi menunjukkan penurunan <i>error</i> posisi secara konsisten, peningkatan kecepatan konvergensi sistem, serta kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap gangguan yang berubah terhadap waktu. Ini menegaskan bahwa integrasi dinamika <i>thruster</i> dan pendekatan kontrol nonlinear sangat penting untuk meningkatkan keandalan, keselamatan, dan presisi operasi kapal dengan <i>Dynamic Positioning System</i> .
Perbedaan : Penelitian ini berbasis simulasi kontrol matematis, bukan data lapangan. Penelitian saya menggunakan data <i>DP View Print</i> dari kapal AHTS OPS Aqeela sehingga menghasilkan hubungan kuantitatif yang nyata antara <i>engine load</i> , <i>thruster load</i> , <i>wind speed</i> , <i>current speed</i> , dan deviasi posisi DP selama operasi ROV.				

B. Landasan Teori

1. Pengaruh

Pengaruh merupakan suatu daya atau kekuatan yang timbul dari suatu hal yang dapat memberikan dampak atau perubahan terhadap kondisi tertentu. Menurut Sugiono, pengaruh berkaitan erat dengan hubungan kausalitas, yaitu hubungan sebab akibat antara suatu variabel dengan variabel lain (Sugiyono, 2019). Dalam hal ini, terdapat variabel independen (X) sebagai variabel yang memengaruhi dan variabel dependen (Y) sebagai variabel yang dipengaruhi.

Analisi mengenai pengaruh bertujuan untuk mengetahui tingkat keterkaitan dan besarnya dampak yang dihasilkan oleh variabel bebas terhadap variabel terikat. Sugiyono menegaskan bahwa penelitian yang menguji pengaruh biasanya bersifat asosiatif kausal, di mana peneliti tidak hanya melihat hubungan antar variabel, tetapi juga mengukur signifikansi dari dampak yang ditimbulkan (Sugiyono, 2019). Dengan demikian, konsep pengaruh dalam landasan teori ini berfungsi sebagai pijakan untuk membuktikan hipotesis mengenai adanya keterkaitan antara faktor internal dan eksternal terhadap deviasi posisi *Dynamic Positioning System*.

2. *Dynamic Positioning (DP) System*

Dynamic Positioning (DP) adalah teknologi yang memungkinkan kapal untuk mempertahankan posisi dan mempertahankan arahnya tanpa menggunakan jangkar (IMCA, 1994). Sistem ini sangat penting untuk pekerjaan lepas pantai yang membutuhkan akurasi tinggi, seperti pemasangan peralatan bawah air, pengeboran sumur minyak, atau

pengoperasian *Remotely Operated Vehicle* (ROV). DP bekerja dengan mengintegrasikan data dari berbagai sensor posisi dan arah. Data ini kemudian dikirim ke komputer kontrol untuk mengatur *thruster* dan propulsi kapal agar mampu mengatasi gangguan lingkungan seperti angin, arus, dan gelombang.



Gambar 2.1 DP Console

Sumber : Dokumentasi penulis

Menurut (Fossen, 2021), sistem DP terdiri atas tiga subsistem inti yaitu:

a. Sensor dan Referensi Posisi

Berfungsi memberikan data posisi, arah, dan kecepatan kapal secara *real time*. Sensor meliputi DGPS, HPR/USBL, *Gyrocompass*, dan *Wind*

Sensor.

b. Unit Kontrol Komputer (*DP Control System*)

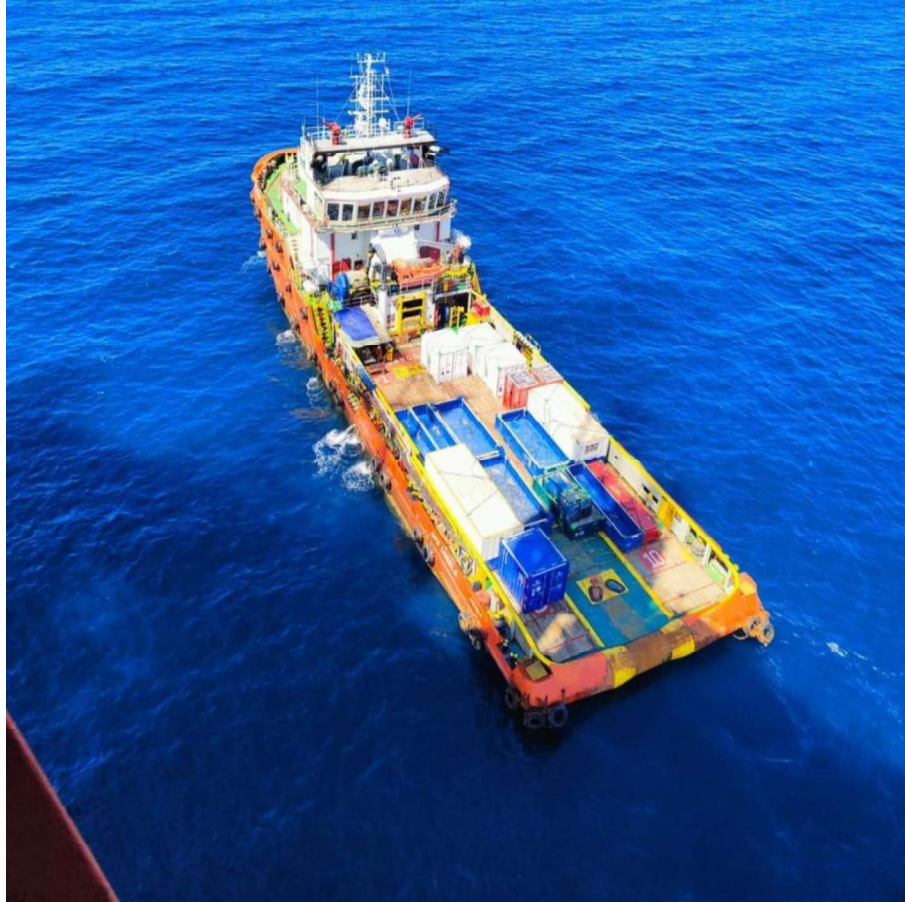
Berfungsi sebagai pusat kendali utama, menerima informasi dari sensor untuk menentukan sejauh mana posisi dan arahnya menyimpang, lalu mengirimkan instruksi ke sistem propulsi untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan.

c. Sistem Propulsi dan Thruster

Mengonversi perintah kontrol menjadi gaya dorong yang tepat melalui propeller utama, *bow thruster*, atau *azimuth thruster*.

Secara konsep, *DP system* beroperasi dalam sistem kendali *closed-loop system*, di mana posisi kapal dipantau dan dikoreksi secara terus menerus. Proses ini melibatkan:

- a. Sensor (seperti DGPS, *Gyro*, dan Sensor Angin) mendeteksi posisi dan arah kapal.
- b. Komputer kendali membandingkan posisi aktual dengan posisi referensi yang diinginkan.
- c. Menghitung kesalahan posisi untuk menentukan seberapa besar gaya koreksi yang diperlukan.
- d. Sistem mengirim perintah ke thruster untuk menghasilkan dorongan yang tepat dalam arah yang benar.
- e. Umpan balik dari sensor memastikan posisi kapal kembali ke titik setel yang diinginkan.



Gambar 2.2 *DP Mode On*

Sumber : Dokumentasi penulis

Sistem modern menggunakan logika *fuzzy* dan algoritma kontrol adaptif untuk merespons perubahan mendadak dalam gaya lingkungan dengan lebih cepat (Wu, Liao, Hu, Yu, & Tian , 2021). Semakin cepat sistem mendeteksi dan memperbaiki penyimpangan, semakin stabil kapal tersebut.

Berdasarkan IMCA MSC/Circ.645 (1994), DP sistem dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan tingkat sistem cadangan yang dimiliki:

- a. *Dynamic Positioning (DP) Class 1*, tidak memiliki sistem cadangan, kegagalan tunggal pada komponen dapat menyebabkan kapal kehilangan posisi.

- b. *Dynamic Positioning (DP) Class 2*, memiliki sistem cadangan sebagian, sehingga kapal lebih terlindungi dari kegagalan tunggal.
- c. *Dynamic Positioning (DP) Class 3*, memiliki sistem cadangan penuh dan pemisahan fisik sistem daya serta kontrol, digunakan untuk operasi berisiko tinggi seperti kapal pengeboran laut dalam.

Kesalahan manusia (*human error*) dan kegagalan teknis dapat menyebabkan insiden *loss of position*. Misalnya, dalam laporan IMCA DP Event DPE 04/19 (2019), kapal kehilangan posisi saat melakukan rotasi karena kesalahan konfigurasi mode *Dynamic Positioning (DP)*, menyebabkan *thruster overload*. Temuan seperti ini menegaskan pentingnya kombinasi antara peralatan yang andal, prosedur yang tepat, dan kompetensi operator yang memadai.

3. Deviasi

Deviasi dalam dunia kapal merupakan suatu penyimpangan posisi kapal dari titik referensi yang semula telah ditentukan ketika kapal beroperasi dalam keadaan *Dynamic Positioning (DP)*. Penggunaan DP dilakukan agar kapal dapat mempertahankan posisi dan haluannya dengan otomatis. Keotomatisan pertahanan ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan kontrol komputer, sensor lingkungan, dan sistem propulsi (mesin induk dan thruster).

Menurut *International Maritime Organization (IMO)* melalui MSC/Circ.645 (1994), penggunaan *Dynamic Positioning (DP)* pada kapal berfungsi membantu mempertahankan posisi secara akurat melalui pengaturan kerja *thruster* dan mesin induk. Deviasi dapat muncul apabila

terjadi pengaruh lingkungan seperti arus, angin, dan ombak, maupun akibat kegagalan sistem atau kurangnya kompetensi operator. Menurut (Wahyuni, Fatimah, & Maulana, 2023), kesiapan kapal dalam menghadapi cuaca buruk sangat bergantung pada kemampuan awak kapal dalam memantau serta menanggapi perubahan kondisi meteorologi, khususnya kecepatan angin dan arus laut. Perubahan cuaca ekstrem dapat menimbulkan gangguan terhadap stabilitas kapal, sehingga sistem kendali posisi seperti *Dynamic Positioning* harus mampu beradaptasi terhadap dinamika lingkungan laut. Temuan tersebut memperkuat pentingnya analisis faktor eksternal seperti *wind speed* dan *current speed* dalam menjaga kestabilan posisi kapal selama operasi lepas pantai. Selain faktor lingkungan, terdapat faktor lain yang dapat menyebabkan deviasi, yaitu gangguan pada sistem DP serta keterbatasan pemahaman operator terhadap prinsip olah gerak kapal (Guritno & Triwibowo, 2018).

Selain faktor-faktor sebelumnya, deviasi dapat dipengaruhi pula oleh *unknown time-varying disturbances*, *model dynamics*, dan *input saturation* (Mu, et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan deviasi dalam DP dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut meliputi faktor lingkungan, faktor teknis sistem, serta faktor manusia. Penjelasan mengenai masing-masing faktor yang memengaruhi deviasi akan diuraikan pada subbab berikutnya.

4. Faktor Internal

Faktor internal secara umum didefinisikan sebagai kumpulan variabel atau kondisi yang bersumber dari dalam diri suatu subjek atau sistem yang

memberikan pengaruh langsung terhadap kinerja dan perilaku objek tersebut. Menurut Slameto, faktor internal merupakan determinan yang bersifat intrinsik yang menentukan bagaimana suatu entitas merespon rangsangan dan menjalankan fungsinya secara mandiri (Slameto, 2015). Dalam perspektif sistem teknis, faktor tersebut mencakup segala komponen penyusu, mekanisme kerja, dan kapasitas yang dimiliki oleh sistem tersebut untuk mencapai tujuannya. Variabel internal ini menjadi tolak ukur utama dalam menjaga stabilitas operasi sebuah sistem sebelum mempertimbangkan gangguan yang datang dari luar.

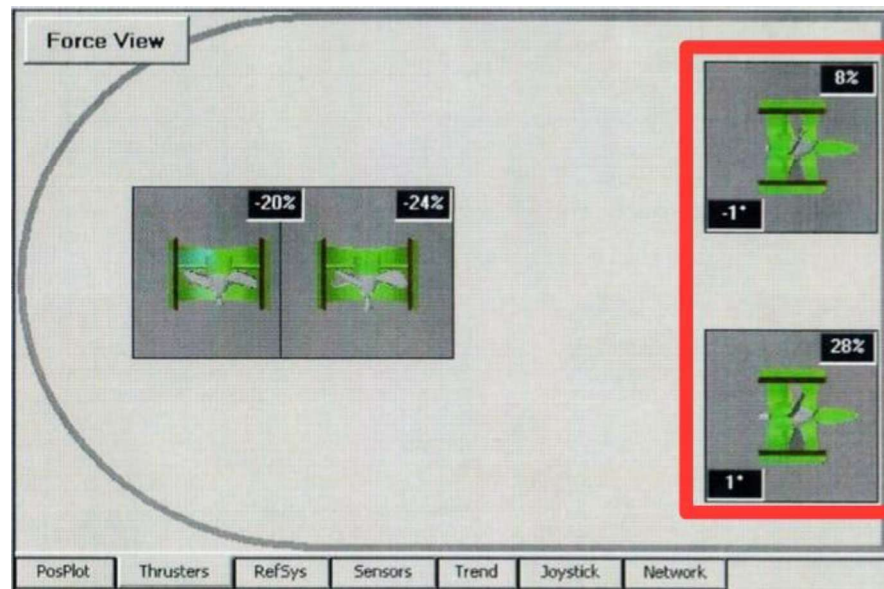
Dalam konteks *Dynamic Positioning System*, faktor internal merujuk pada komponen teknis kapal yang secara spesifik memengaruhi presisi posisi dan memicu terjadinya deviasi. Menurut Fossen, deviasi posisi disebabkan oleh ketidakpastian model matematika kapal serta adanya *noise* pada sensor navigasi internal seperti GNSS dan *gyrocompass* yang gagal difilter secara optimal oleh sistem (Fossen, 2021). Sinkronisasi antar instrumen navigasi dan performa unit penggerak merupakan faktor internal yang krusial, apabila terjadi keterlambatan respon mekanis (*thruster lag*) atau kegagalan integrasi data pada sistem DP, maka kapal akan mengalami penyimpangan dari titik acuan yang telah ditetapkan (Siregar & Hartati, 2023). Berikut beberapa faktor internal yang memengaruhi deviasi pada *Dynamic Positioning System*:

a. *Engine Load*

Engine load merupakan gambaran tingkat daya mesin yang digunakan dalam mendukung sistem propulsi dan DP. Peningkatan

engine load terjadi ketika sistem berusaha dalam mengimbangi perubahan gaya eksternal yang besar. Peningkatan *engine load* dalam DP tersebut dapat terjadi karena beberapa hal, seperti :

- 1) Thruster bekerja secara terus menerus
- 2) Perubahan thrust untuk kompensasi angin dan arus
- 3) Penggunaan banyak generator untuk redundansi



Gambar 2.3 *Engine Load*

Sumber : Dokumentasi penulis

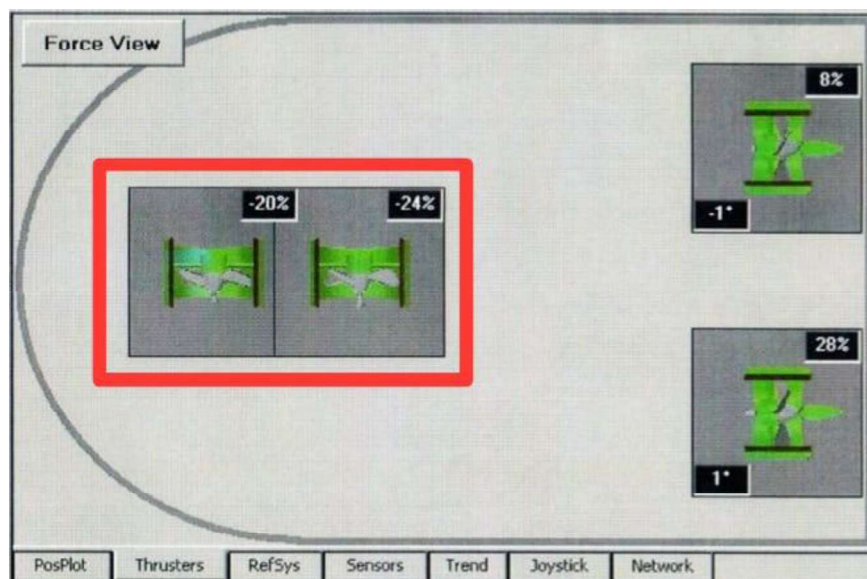
Menurut Nedo (2025), sistem DP dapat meningkatkan efisiensi dari operasional kapal (Nedo, Yuda, Kusumawati, & Arleiny, 2025). Namun nyatanya penggunaan thruster yang berlebihan mampu meningkatkan konsumsi akan bahan bakar dan beban mesin apabila pengelolaan tidak dilakukan dengan baik.

Fadli, menyebutkan bahwa beberapa keadaan yang perlu diperhatikan sebelum operasi DP di antaranya (Fadli, 2023):

- 1) *Main engine* dan *shaft generator* harus online.
- 2) *Auxiliary generators* harus siap autostart.

Hal ini menunjukkan bahwa mesin harus bekerja dengan stabil untuk memasok tenaga ke sistem DP. Pada mode *Minimum Power*, DP akan secara otomatis mengarahkan haluan kapal untuk meminimalkan kerja *thruster* dan mengurangi beban mesin. Kontrol energi juga perlu dilakukan agar konsumsi energi atau bahan bakar tetap rendah dengan akurasi posisi tidak berkurang.

b. *Thruster Load*



Gambar 2.4 *Thruster Load*

Sumber : Dokumentasi penulis

Thruster load merupakan besarnya tenaga dorong yang dihasilkan untuk mempertahankan posisi kapal terhadap gaya eksternal. Beban thruster berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan, seperti arus dan angin, deviasi, serta menentukan efisiensi sistem DP berupa perintah kontrol. Peningkatan pada *thruster load* yang berlebihan dapat menyebabkan munculnya *overheating* dan mengurangi lama usia pakai peralatan (Nedo, Yuda, Kusumawati, & Arleiny, 2025).

Menurut Mu (2023), *thruster* tidak dapat selalu mengeksekusi keberadaan sinyal thrust. Hal tersebut dikarenakan adanya keterbatasan fisik dan dinamika thruster, sehingga input saturasi dan dinamika thruster harus dimodelkan dalam desain kontrol DP. Ditegaskan juga terkait pentingnya mempertimbangkan dinamika thruster dalam model kontrol. Tujuannya untuk menghindari respon berlebih (*overshoot*) dan menjaga stabilitas posisi kapal (Mu, et al., 2023).

Kondisi dari thruster load dapat alami peningkatan apabila terjadi beberapa hal, seperti:

- 1) Angin dan arus datang dari arah yang tidak sejalan dengan haluan
- 2) Kapal memiliki *freeboard* yang besar
- 3) DP beroperasi di kondisi cuaca buruk
- 4) Ada deviasi posisi yang besar sehingga DP memberi perintah koreksi besar

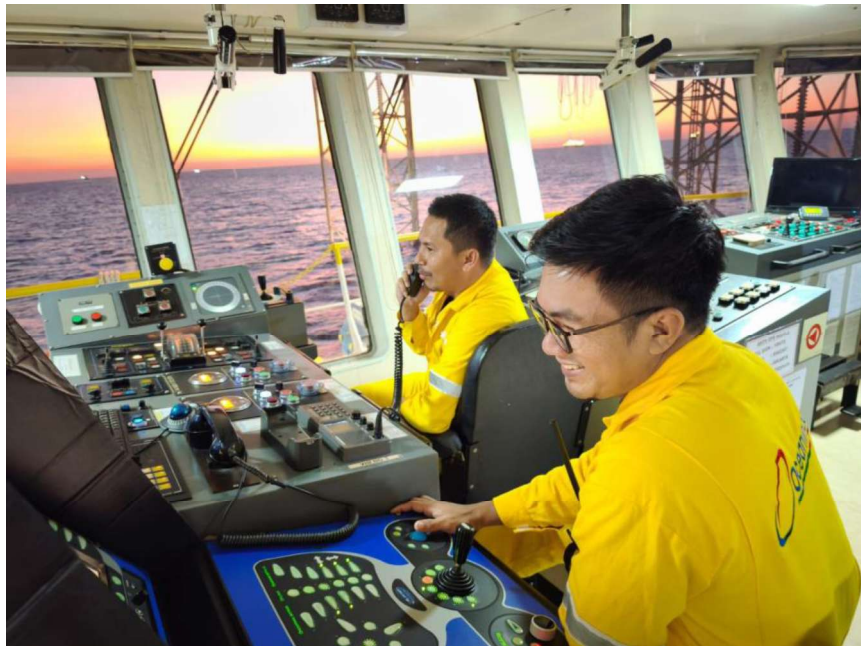
Sebelum DP beralih pada mode aktif dipastikan dahulu semua *thruster* harus *online* (Fadli, 2023). Hal tersebut dikarenakan *thruster* merupakan komponen utama dalam mengontrol posisi kapal secara otomatis. Apabila kondisi atau mode *thruster* tidak *online* atau tidak dipantau *thruster* akan tiba – tiba alami peningkatan. Pada proyek lepas pantai, menurut Nedo (2025), penggunaan *thruster* yang berlebihan dapat menyebabkan:

- 1) Konsumsi bahan bakar tinggi
- 2) Efisiensi menurun
- 3) Risiko overheating thruster meningkat

c. Kondisi Sensor

Keandalan sensor DP seperti *gyrocompass*, *wind sensor*, *motion reference unit* (MRU), dan *position reference system* (PRS) sangat penting dalam menentukan akurasi sistem DP dalam membaca kondisi sebenarnya kapal. Menurut Wildam kerusakan atau gangguan pada sensor sering kali menjadi penyebab utama terjadinya deviasi secara mendadak, terutama ketika sensor angin atau sistem referensi posisi mengalami *signal loss*. Karena itu, perawatan rutin dan kalibrasi sensor adalah langkah penting untuk memastikan sistem tetap stabil (Wildam, 2024).

d. Kemampuan DPO



Gambar 2.5 *Dynamic Positioning Officer*

Sumber : Dokumentasi penulis

Selain faktor lingkungan dan teknis, faktor manusia juga memiliki dampak yang besar. Guritno menyatakan bahwa DP Officer (DPO) sering menjadi penyebab kesalahan karena mereka mungkin menunda

keputusan, salah menafsirkan data dari sensor, atau tidak sepenuhnya memahami lingkungan (Guritno & Triwibowo, 2018). Studi Wildam (2024) mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa seberapa fokus kru dan seberapa baik mereka berkomunikasi satu sama lain juga mempengaruhi seberapa baik sistem DP berfungsi selama perubahan yang tidak terduga.

5. Faktor Eksternal

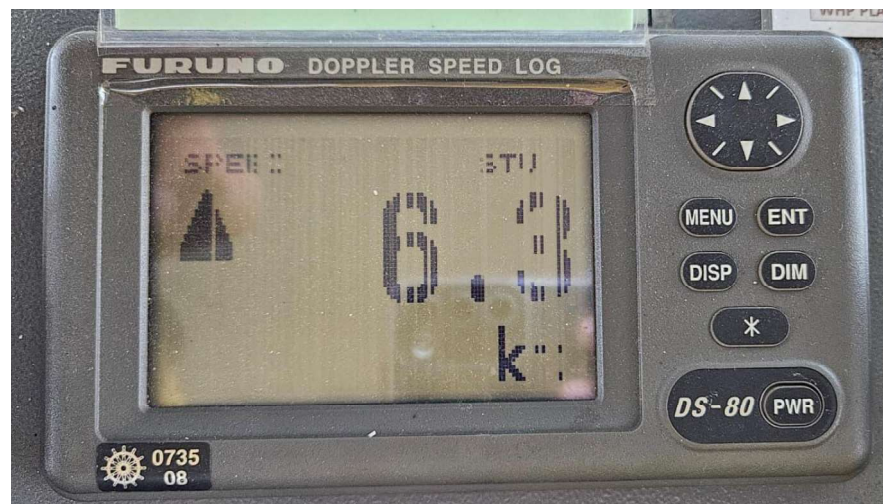
Faktor eksternal didefinisikan sebagai segala kekuatan, kondisi, atau pengaruh yang berasal dari luar sistem yang memberikan dampak terhadap stabilitas atau performa suatu objek. Faktor eksternal merupakan variabel lingkungan yang berasal dari luar kendali internal subjek, namun memberikan stimulan yang dapat memengaruhi hasil akhir dari suatu proses (Slameto, 2015). Dalam analisis sistem, faktor eksternal sering kali bersifat dinamis dan tidak terduga, sehingga menuntut sistem untuk memiliki kemampuan adaptasi agar tujuan tetap tercapai.

Faktor eksternal yang berasal dari kondisi lingkungan, khususnya perubahan cuaca, merupakan aspek yang tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh awak kapal namun memiliki pengaruh signifikan terhadap olah gerak dan stabilitas kapal selama beroperasi (Arleiny et al., 2025). Pada sistem DP gangguan lingkungan terdiri dari daya dan momen yang dihasilkan oleh tiga elemen utama, yaitu angin, gelombang dan arus laut (Fossen, 2021). Elemen ini menciptakan gaya hambat yang harus dilawan oleh sistem penggerak kapal. Hal ini ditegaskan oleh Siregar yang menyatakan bahwa faktor eksternal seperti kecepatan arus yang ekstrem atau

perubahan arah angin yang mendadak sering kali melampaui kapasitas redundansi *thruster* (Siregar & Hartati, 2023). Jika sistem gagal mengompensasi gaya eksternal tersebut secara presisi, maka kapal akan mengalami penyimpangan dari titik acuan dan dalam kondisi ekstrem dapat menyebabkan kegagalan operasi total atau *loss of position*. Berikut faktor eksternal yang dapat mengakibatkan deviasi posisi:

a. *Current Speed*

Arus laut menjadi salah satu hal yang pasti ditemui dalam pengoperasian kapal. Adanya arus lau ini dapat memberikan suatu gaya lateral terhadap lambung kapal. Gaya lateral tersebut nantinya menyebabkan kapal dapat cenderung hanyut apabila tidak dikompensasi oleh sistem DP.



Gambar 2.6 *Doppler Speed Log*
Sumber : Dokumentasi penulis

Arus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap olah gerak kapal. Apabila arus laut datang dari arah tertentu terhadap badan kapal dapat menjadi faktor yang sangat memengaruhi olah gerak kapal (Prabowo, Pandoe, Rawi, & Riyadi, 2017). Keberadaan arus laut dikonversi menjadi

gaya yang didasarkan pada luas penampang kapal di bawah permukaan air. Pada dasar olah gerak kapal, arus laut secara teori mampu memengaruhi beberapa hal, yaitu:

- 1) Hanyutan kapal (*drift angle*)
- 2) Beban tambahan pada thruster
- 3) Deviasi posisi saat kapal bergerak lambat atau berhenti

Arus laut merupakan salah satu faktor eksternal yang keberadaannya harus selalu diperhatikan ketika kapal melakukan berolah gerak. Perhatian ini dilakukan karena bentuk lambung dan konfigurasi *thrust* akan memengaruhi respons kapal terhadap arus laut yang datang tersebut (Fadli, 2023). Sistem DP modern nantinya akan mengkompensasi arus laut dengan memanfaatkan data sensor *real-time* serta model yang dapat memprediksi besaran kekuatan dan arah arus laut sehingga dapat mempertahankan stabilitas posisi kapal.

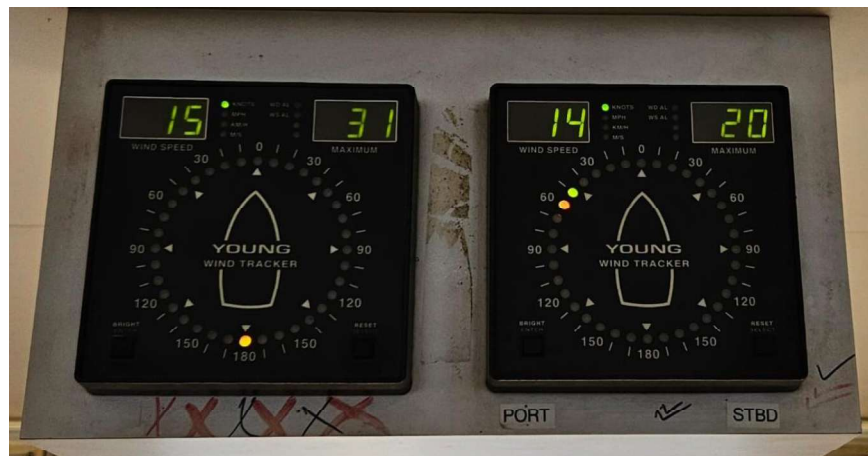
b. *Wind Speed*

Angin merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki dominasi pengaruh terhadap olah gerak kapal ketika kapal dalam kondisi DP. Angin memiliki pengaruh yang cenderung lebih dominan dibandingkan arus laut. Pengaruh tersebut ada dalam hal memengaruhi olah gerak kapal ketika berada di pintu masuk dermaga (Prabowo, 2017). Penentuan besarnya pengaruh yang diberikan dapat diketahui melalui:

- 1) Kecepatan angin
- 2) Sudut datang angin.
- 3) Luasan penampang kapal di atas garis air (*freeboard*)

Secara teori angin dengan arus laut dapat memberikan gaya lateral dan momen pada kapal (Fadli, 2023). Pengaruh yang terjadi pun akan mengalami peningkatan ketika:

- 1) Kapal tidak bermuatan (*freeboard* besar)
- 2) Kapal memiliki superstructure tinggi
- 3) Cuaca buruk dengan angin kencang



Gambar 2.7 *Wind Speed Repeater*

Sumber : Dokumentasi penulis

Sensor angin (*wind sensor*) menjadi salah satu input DP yang wajib menyalal dan dipantau ketika operasi berlangsung. Dijelaskan pula oleh Guritno (2018) terkait sensor tersebut, bahwa *wind sensor* menjadi salah satu perangkat utama yang harus aktif untuk menentukan akurasi DP.

c. Gelombang Laut

Gelombang laut merupakan bagian penting dari lingkungan yang sangat mempengaruhi kestabilan kapal. Ketika gelombang bergerak menghasilkan gaya berulang pada badan kapal. Hal ini menyebabkan kapal bergerak naik-turun (*heave*), berputar ke depan dan belakang (*pitch*), dan ke samping (*roll*), serta bergerak ke kiri dan kanan (*surge* dan *sway*). Jika gelombang sangat besar dan datang dari arah yang tidak

lurus ke depan, sistem penempatan kapal harus bekerja lebih keras untuk menjaga kapal tetap pada posisinya (Fossen, 2021).

d. *Heading*

Heading kapal juga memengaruhi seberapa jauh kapal menyimpang dari posisinya. Jika kapal tidak sejajar dengan arah angin atau arus air, kapal akan mengalami tekanan samping yang lebih besar, yang berarti sistem DP harus bekerja lebih keras dan lebih sering untuk menjaga kapal tetap pada posisinya. IMCA menyarankan agar kapal diarahkan sedemikian rupa sehingga mengurangi gaya total yang bekerja pada lambung (IMCA, 2019). Dengan menjaga kapal tetap sejajar dengan benar, *engine* dan *thruster* menggunakan daya yang lebih sedikit dan kapal tetap lebih dekat dengan posisi yang diinginkan.

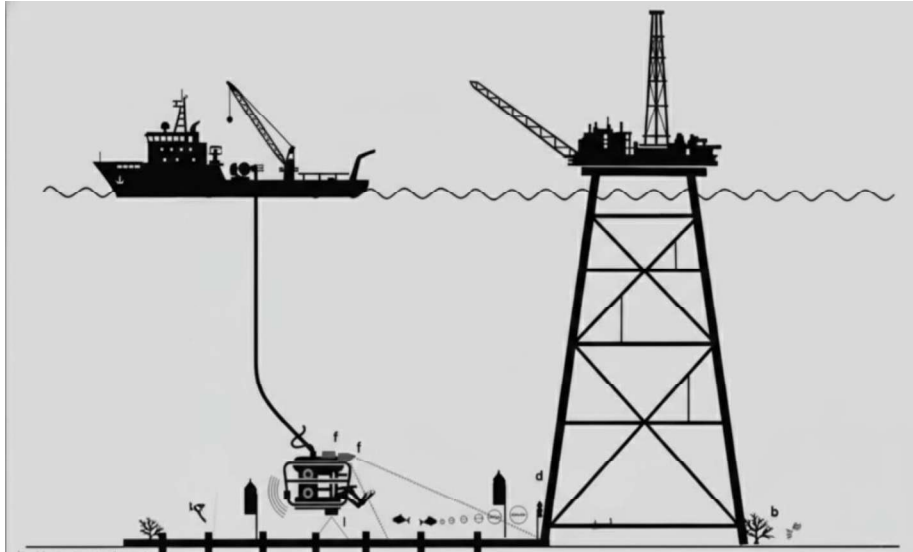
6. Remotely Operated Vehicle (ROV)

Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah kendaraan bawah laut tanpa awak yang dioperasikan dari kapal permukaan melalui kabel *umbilical*. *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dirancang untuk melakukan berbagai pekerjaan di kedalaman laut yang berbahaya atau tidak ekonomis bagi penyelam manusia, seperti inspeksi, pemeliharaan, perbaikan (*Inspection, Maintenance and Repair/IMR*), serta instalasi peralatan bawah laut. *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dikendalikan secara *real-time* oleh pilot dari kapal, sementara energi listrik dan sinyal kendali ditransmisikan melalui kabel *umbilical* yang juga membawa data sensor dan video ke permukaan (IMCA, 2021).



Gambar 2.8 ROV Work Class
Sumber : Dokumentasi penulis

Remotely Operated Vehicle (ROV) telah menjadi tulang punggung operasi subsea di industri migas dan kelautan. Dengan kamera beresolusi tinggi, manipulator, dan sensor sonar, *Remotely Operated Vehicle* (ROV) mampu menjalankan tugas dengan presisi di kedalaman yang mencapai ribuan meter. Misalnya, dalam penelitian Nedo (2025) pada kapal AHTS Logindo Energy, *Remotely Operated Vehicle* (ROV) digunakan untuk memantau dan mendukung pekerjaan *Replacement Tailing Pipeline* di bawah laut. Kapal menggunakan sistem Dynamic Positioning (DP) agar tetap stabil selama peluncuran dan pengoperasian *Remotely Operated Vehicle* (ROV) (Nedo, Yuda, Kusumawati, & Arleiny, 2025).



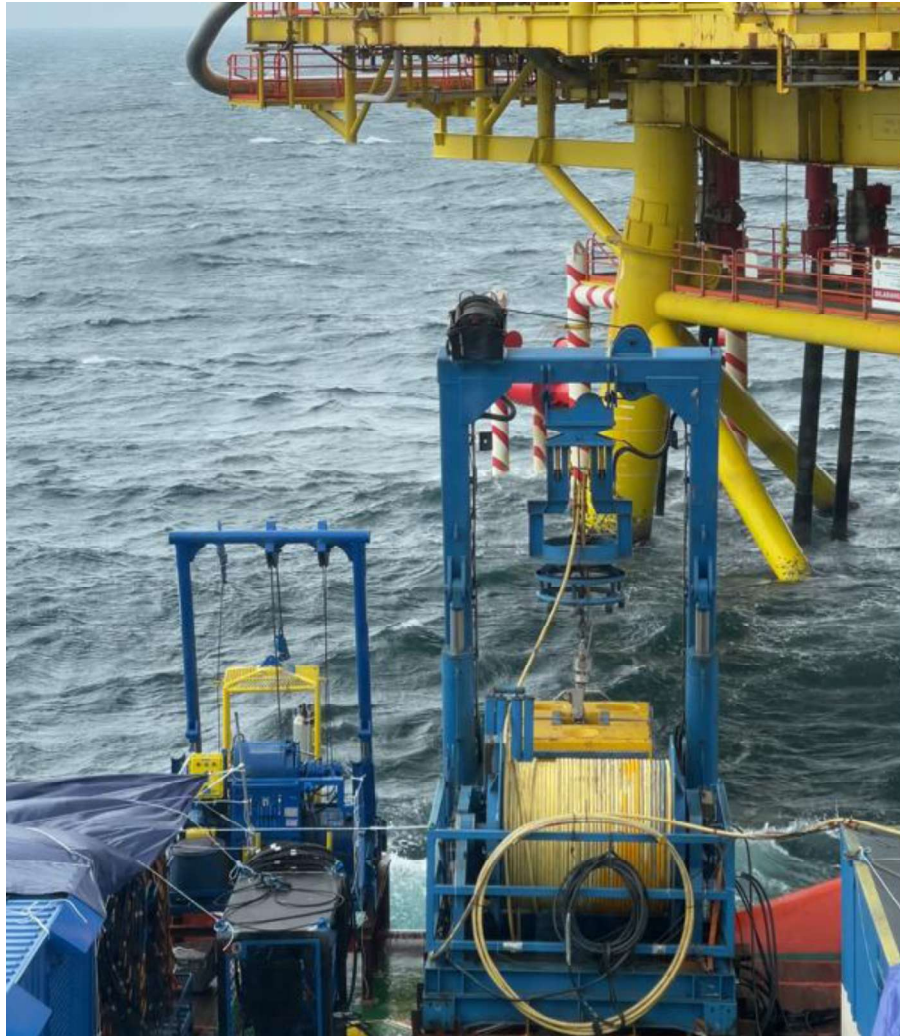
Gambar 2.9 Ilustrasi Kerja ROV

Sumber : https://www.frontiersin.org/files/Articles/489623/fmars-07-00220-HTML/image_m/fmars-07-00220-g002.jpg

Karena operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV) memerlukan presisi tinggi, kapal pendukung harus menjaga posisi dengan toleransi deviasi yang sangat kecil, bahkan hanya 1-2 meter. Pergerakan kecil kapal dapat menyebabkan kabel *umbilical* menegang atau melilit, serta mengganggu kinerja *Remotely Operated Vehicle* (ROV) di dasar laut. Oleh sebab itu, sistem *Dynamic Positioning* yang andal dan terlatih menjadi syarat mutlak dalam operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV).

ROV diklasifikasikan berdasarkan ukuran, daya, dan fungsi:

- a. *Observation Class ROV*, karakteristik kecil, ringan, hanya untuk pemantauan visual.
- b. *Work Class ROV*, berukuran sedang hingga besar, dilengkapi manipulator untuk pekerjaan *subsea* kompleks.
- c. *Heavy Work Class ROV*, memiliki daya tinggi, digunakan untuk tugas instalasi atau perbaikan struktur *subsea* berat.



Gambar 2.10 Operasi ROV di *Platform* BTJT-A Ketapang, Madura
Sumber : Dokumentasi penulis

Dalam praktik *offshore*, *Work Class ROV* adalah yang paling umum digunakan untuk pekerjaan karena memiliki keseimbangan antara kemampuan manuver, daya angkat, dan stabilitas.

Menurut IMCA M 117 (2021) dan Fadli (2023), terdapat beberapa faktor yang memengaruhi keberhasilan operasi ROV:

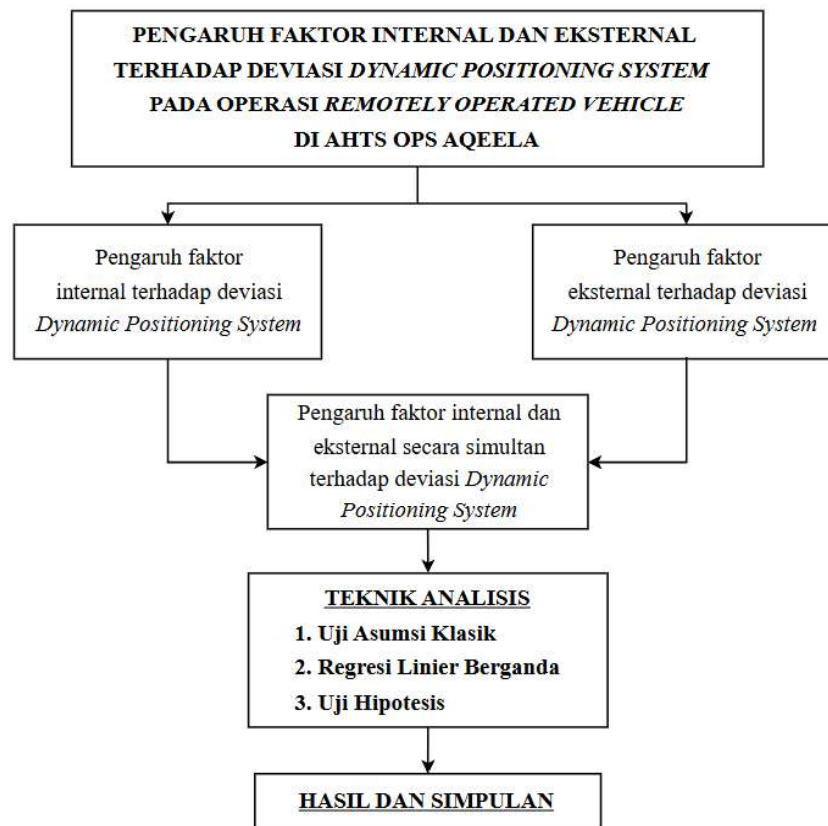
- a. Stabilitas kapal pendukung harus dilengkapi sistem *Dynamic Positioning* dengan mode presisi.

- b. Keterampilan operator *Remotely Operated Vehicle* (ROV), pilot *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dan *Dynamic Position Officer* harus bekerja sama untuk menghindari risiko benturan dengan struktur *subsea*.
- c. Kondisi lingkungan laut dengan arus kuat dan gelombang tinggi dapat memengaruhi kabel umbilical serta stabilitas *Remotely Operated Vehicle* (ROV).

Perawatan peralatan *Remotely Operated Vehicle* (ROV) dan sistem *Dynamic Position* harus diuji dan dirawat secara berkala untuk mencegah kegagalan teknis.

C. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini menggambarkan alur sistematis peneliti dalam mengidentifikasi pengaruh faktor internal dan eksternal terhadap deviasi sistem *Dynamic Position* pada AHTS OPS Aqeela. Melalui tahapan analisis data operasional dan lingkungan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel guna menjamin keselamatan dan presisi kapal saat mendukung operasi bawah air menggunakan ROV.



Gambar 2.11 Kerangka Penelitian
Sumber : Dokumentasi penulis

D. Hipotesis

Hipotesis berasal dari dua kata, yaitu *Hipo* dan *Thesis*. Kedua kata tersebut memiliki arti berupa sementara keadaannya dan pernyataan. Secara dasar hipotesis merupakan pernyataan yang dapat mungkin benar dan dapat menjadi suatu dasar dalam pembuatan keputusan persoalan atau penelitian. Namun, penggunaannya sebagai dasar harus terlebih dahulu diuji (Junaedi & Wahab, 2023).

Pengujian dari hipotesis sendiri menggunakan dua jenis, yaitu Hipotesis Nol (H_0) dan Hipotesis Alternatif (H_1). Hipotesis Nol digunakan untuk menyatakan tidak adanya perbedaan dan/atau hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hipotesis Alternatif sendiri menyatakan bahwa ada perbedaan dan/atau hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen.

Berdasarkan adanya tinjauan tersebut, penelitian ini dapat merumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Pengaruh faktor internal terhadap deviasi *DP System*.

H_0 : Tidak terdapat pengaruh faktor internal terhadap deviasi *DP System* selama operasi ROV.

H_1 : Terdapat pengaruh faktor internal terhadap deviasi *DP System* selama operasi ROV.

2. Pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi *DP System*.

H_0 : Tidak terdapat pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi *DP System* selama operasi ROV.

H1 : Terdapat pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi DP System selama operasi ROV.

3. Pengaruh secara simultan faktor internal dan eksternal terhadap deviasi *DP System*.

H0 : Secara simultan tidak terdapat pengaruh faktor internal dan eksternal terhadap deviasi DP System selama operasi ROV.

H1 : Secara simultan terdapat pengaruh faktor internal dan eksternal terhadap deviasi DP System selama operasi ROV.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penjelasan terkait penelitian oleh Widodo (2021) diartikan sebagai sebuah cara ilmiah dengan sifat yang sistematis, terkontrol, dan empiris untuk mendapatkan data yang obyektif, valid, reliabel sehingga mampu untuk mendeskripsikan, memprediksi, menguji, dan mengontrol fenomena-fenomena sosial atau pun lainnya. Harapannya mampu memahami, mengantisipasi dan memecahkan masalah yang ada dalam berbagai macam bidang yang diteliti. Jenis penelitian yang dibedakan berdasarkan pendekatannya, yaitu penelitian kuantitatif dan kualitatif, meskipun dalam perkembangannya dikenal dengan adanya penelitian gabungan. Dua macam jenis penelitian ini memiliki asumsi, karakteristik, dan prosedur yang berbeda dalam prosesnya.

Fokus pada penelitian kali ini adalah pada penelitian dengan pendekatan kuantitatif. Dalam buku Widodo (2021) penelitian kuantitatif memiliki arti sebagai penelitian yang bekerja dengan angka di mana datanya berwujud bilangan baik berupa skor, peringkat maupun frekuensi. Data tersebut yang menjadi bahan analisis dengan menggunakan statistik guna menjawab pertanyaan atau hipotesis penelitian. Penjelasan ini relevan dengan apa yang dijelaskan juga oleh Putra (2023) bahwa penelitian kuantitatif adalah jenis dari penelitian dengan struktur yang sifatnya sistematis, terencana, dan terorganisir dari awal hingga akhir penelitian dilakukan. Dalam artian lain juga dijelaskan bahwa penelitian kuantitatif merupakan jenis yang sering menggunakan angka

dalam aplikasinya untuk mengumpulkan data, menafsirkannya, dan menunjukkan hasilnya. Pada tahap kesimpulan penelitian, penulis/peneliti lebih baik apabila dapat mengombinasikan dengan gambar, tabel, grafik, atau tampilan lainnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui sebab akibat dari fenomena atau variabel yang sedang dilakukan penelitian.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pendekatan kuantitatif dengan metode analisis inferensial. Menurut Sugiyono (2019), penelitian kuantitatif dengan metode inferensial merupakan metode ilmiah dengan basis positivisme menggunakan teknik statistik guna menganalisis data sampel, untuk menarik kesimpulan atau generalisasi yang berlaku dalam populasi. Dalam penggunaan analisis ini akan melibatkan pengujian hipotesis (seperti uji-T atau uji F). Fungsinya untuk memastikan validitas akan hasil penelitian secara empiris. Penelitian dengan metode ini melakukan pengujian atas dugaan sementara atau hipotesis yang sebelumnya telah dirumuskan terhadap variabel yang menjadi fokus penelitian, yaitu faktor internal dan faktor eksternal sebagai variabel bebas dan Deviasi dari *Dynamic Positioning System* sebagai variabel terikat.

Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang terjadi di lapangan. Analisis inferensial dalam pendekatan ini (korelasi dan regresi linier berganda) digunakan untuk mengetahui hubungan antara beberapa faktor yang ada di sekitar kapal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System*. Prosesnya dilakukan secara objektif melalui data numerik yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kapal AHTS OPS Aqeela milik PT. Oceanindo Prima Sarana yang beralamat di Rukan Artha Gading Niaga, Jl. Boulevard Artha Gading No.25-26 Blok C, Kelapa Gading, Jakarta Utara dengan website resmi oceanindo.com. AHTS OPS Aqeela beroperasi di wilayah *Lamongan Shore Base* dan *Bukit Tua Field* Ketapang, Madura.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan diatas kapal AHTS OPS Aqeel selama 12 bulan, terhitung mulai tanggal *sign on* 16 Juli 2024 sampai dengan *sign off* 20 Juli 2025.

C. Definisi Operasional Variabel

Definisi Operasional menurut merupakan suatu proses yang menjelaskan variabel secara rinci sehingga variabel tersebut bersifat spesifik (tidak berinterpretasi ganda) dan terukur. Dalam aplikasinya terdapat dua bentuk variabel, yaitu :

1. Variabel Dependen (Y)

Variabel dependen dalam penelitian ini diwakili oleh deviasi posisi total (m) dari *Dynamic Positioning System*. Deviasi menunjukkan seberapa jauh kapal menyimpang dari titik acuan yang ditentukan oleh sistem DP. Nilai ini menggambarkan efektivitas sistem dalam mempertahankan posisi. Semakin kecil deviasi, semakin stabil sistem bekerja. Deviasi total dihitung menggunakan rumus:

$$Y = \text{Deviasi Total} = \sqrt{(\text{Deviasi Alonng})^2 + (\text{Deviasi Athwart})^2}$$

2. Variabel Independen (X)

Variabel independen dalam penelitian ini adalah :

a. *Current speed* (X_1)

Variabel ini menunjukkan kecepatan arus laut yang memengaruhi pergerakan kapal atau kestabilan kapal. Arus laut yang lebih besar dapat mendorong kapal menjauh dari titik acuan dan meningkatkan deviasi posisi. Variabel ini diukur dalam satuan knot (kn).

b. *Wind speed* (X_2)

Wind speed adalah hembusan angin pada bagian atas kapal yang diukur menggunakan satuan knot (kn). Walaupun turut berkontribusi terhadap kestabilan posisi, pengaruhnya biasanya lebih kecil dibandingkan arus laut.

c. *Engine load* (X_3)

Engine load menunjukkan besarnya daya yang digunakan mesin utama untuk mendukung sistem propulsi kapal. Nilai ini menggambarkan kemampuan mesin dalam mempertahankan posisi terhadap pengaruh lingkungan. *Engine load* menggunakan satuan persentase (%) dihitung menggunakan rumus:

$$X_3 = \text{Engine Load} = \sqrt{(\text{Engine Stbd})^2 + (\text{Engine Port})^2}$$

d. *Thruster load* (X_4)

Thruster load menggambarkan besarnya daya dorong yang dikeluarkan *thruster* untuk menjaga posisi kapal terhadap gaya eksternal. Nilai ini merefleksikan beban kerja aktual dari sistem propulsi

yang dikendalikan otomatis oleh komputer DP. *Thruster load* menggunakan satuan persentase (%) dihitung menggunakan rumus:

$$X_4 = Thruster Load = \sqrt{(Bow Thruster 1)^2 + (Bow Thruster 2)^2}$$

D. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data bersumber dari riwayat operasional *Dynamic Positioning System* (DPS). Riwayat data yang dimiliki AHTS OPS Aqeela direkam pada saat pengoperasian *Remotely Operated Vehicle* (ROV). Data ini diambil setiap 30 menit dalam 5 hari operasi *Remotely Operated Vehicle* di bulan Mei.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi dokumentasi. Menurut Adil (2023), studi dokumentasi merupakan pengumpulan data dalam suatu penelitian yang tidak hanya dikumpulkan begitu saja. Melalui studi dokumentasi ini mendorong peneliti untuk lebih cermat. Peneliti harus mampu memisahkan dan/atau memilih mana yang termasuk ke dalam variabel penelitian yang digunakan (Adil, et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa data yang digunakan oleh penulis berupa data sekunder yang bersumber tidak langsung dari responden terpilih tetapi melalui riwayat data yang telah tersimpan ketika dilaksanakannya operasi *Remotely Operated Vehicle*.

E. Teknik Analisis Data

1. Uji Asumsi Klasik

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kualitas data sehingga data diketahui keasliannya dan menghindari terjadinya estimasi bias. Pengujian

asumsi klasik ini menggunakan beberapa uji, yaitu uji normalitas, uji linearitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas.

a. Uji Normalitas

Uji ini dilakukan untuk menentukan apakah data penelitian yang digunakan merupakan data (lebih tepatnya data residual selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi) berdistribusi normal atau tidak. Hal ini karena dalam melanjutkan penelitian data harus berdistribusi normal. Pengujiannya melalui SPSS dengan dengan alat uji Kolmogorov Smirnov untuk mendekteksi datanya. Interpretasi uji ini dilihat dari nilai signifikan. Jika nilai Sig. > 0,05, maka residual berdistribusi normal sehingga asumsi terpenuhi.

b. Uji Multikolinearitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat multikolinearitas atau korelasi tinggi yang terjadi antar tiap variabel independen. Dalam hal asumsi klasik, uji multikolinearitas memenuhi syarat uji apabila menunjukkan hasil negatif atau tidak terdapat multikolinearitas. Kriterianya dikatakan tidak terjadi multikolinearitas apabila nilai tolerance diatas 0,10 dan nilai VIF dibawah 10.

c. Uji Heteroskedastisitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah sifat dari data sampel heterogen atau homogen. Data sampel dapat dikatakan lolos asumsi klasik apabila tidak terjadi heterokedastisitas karena model regresi yang baik seharusnya memiliki varians error yang konstan

(homoskedastisitas). Kriterianya dapat dilihat melalui Uji Glejser yang mana nilai Signifikansi harus $< 0,05$.

2. Analisis Regresi Berganda

Menurut Algifari (2015), analisis regresi berganda merupakan salah satu teknik dalam analisis data yang dalam penelitiannya menggunakan variabel independen lebih dari satu. Tujuan penggunaannya adalah untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh dari variabel independen (yang memengaruhi) terhadap variabel dependen (yang dipengaruhi) (Algifari, 2015).

Analisis regresi berganda memiliki hasil yang dapat menguji seberapa besar pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System* dalam mendukung operasi *Remotely Operated Vehicle*. Dihasilkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

Keterangan :

Y = Variabel dependen yaitu deviasi DPS

X1 = Variabel independen yaitu kekuatan arus (current)

X2 = Variabel independen yaitu kecepatan angin (wind)

X3 = Variabel independen yaitu beban mesin (*engine load*)

X4 = Variabel independen yaitu beban daya (*thruster load*)

b₀ = Nilai Kostanta

b₁, b₂, b₃, b₄ = Koefisien arah regresi

3. Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, di mana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Uji hipotesis adalah pengujian terhadap suatu pernyataan dengan menggunakan metode statistik sehingga hasil pengujian dapat dinyatakan signifikan secara statistik.

a. Uji Independen

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh secara individual atau independen dari setiap variabel independen terhadap variabel dependen.

b. Uji Simultan

Uji ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh secara simultan variabel independen terhadap variabel dependen.

c. Koefisien Determinasi

Adanya koefisien determinasi membantu dalam menjelaskan terkait seberapa variabel independen berkontribusi terhadap variabel dependen.