

**GANGGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM DYNAMIC POSITIONING
SAAT OPERASI ROV AREA WHP-B PLATFROM DIKAPAL ANGGREK 601**



Disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian Program
Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

EKA SAPUTRA DEMMALLURRU

NIS: 24.11.101.016

AHLI NAUTIKA TINGKAT I

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR
TAHUN 2025**

PERYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : EKA SAPUTRA DEMMALLURRU

Nomor Induk Siswa : 24.11.101.016

Program Pelatihan : Ahli Nautika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**GANGGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM DYNAMIC POSITIONING
SAAT OPERASI ROV AREA WHP-B PLATFROM DIKAPAL ANGGREK 601**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Makassar

Makassar, 6 Januari 2025



EKA SAPUTRA DEMMALLURRU

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **GANGGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM
DYNAMIC POSITIONING SAAT OPERASI ROV AREA
WHP-B PLATFROM DIKAPAL ANGGREK 601**

Nama Pasis : **EKA SAPUTRA DEMMALLURRU**
Nomor Induk Siswa : **24.11.101.016**
Program Diklat : **Ahli Nautika Tingkat I**

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Capt. Moh. Azis Rohman, M.M., M.Mar
NIP. 197510291998081001


Capt. Marthen Todingan, SP-1., M.Mar
NIP.

Mengetahui:
Manager Diklat Teknis
Peningkatan dan Penjenjangan


Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**GANGGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM DYNAMIC POSITIONING
SAAT OPERASI ROV AREA WHP-B PLATFROM DIKAPAL ANGGREK 601**

Disusun dan Diajukan Oleh:

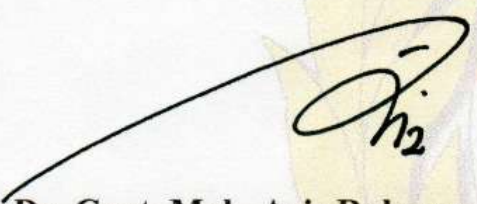
EKA SAPUTRA DEMMALLURRU
NIS. 24.11.101.016
Ahli Nautika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT
Pada Tanggal 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Capt. Moh. Azis Rohman, M.M., M.Mar
NIP. 197510291998081001


Capt. Marthen Todingan, SP-1., M.Mar
NIP.

Mengetahui:

A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I


Capt. FAISAL SARANSI, MT., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli Nautika Tingkat I (ANT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ANT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi tata bahasa, struktur kalimat, maupun metode penulisan.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Dr. Capt. Moh. Azis Rohman, M.M., M.Mar selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Capt. Marthen Todingan, SP-1., M.Mar selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti program diklat ahli Nautika tingkat I (I) di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLII Tahun 2024

7. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak, Ibu, dan Istriku tercinta yang telah memberikan doa, dorongan, serta bantuan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar 6 Januari 2025



EKA SAPUTRA DEMMALLURRU

ABSTRAK

EKA SAPUTRA DEMMALLURRU, 2025 GANGGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM DYNAMIC POSITIONING SAAT OPERASI ROV AREA WHP-B PLATFORM DIKAPAL ANGGREK 601 di bimbing oleh Moh. Azis Rohman dan Marthen Todingan

Penelitian ini mengkaji insiden kritis pada kapal survey Anggrek 601 yang beroperasi di WHP-B platform pada tanggal 24 Juni 2024, dengan fokus utama pada gangguan sistem Dynamic Positioning (DP) Class 2 akibat interferensi elektromagnetik. Studi menjelaskan bagaimana hilangnya sinyal DGPS secara mendadak mengakibatkan sistem navigasi hanya tersisa satu referensi posisi (Cyscan), yang berpotensi membahayakan keselamatan kapal, kru, dan peralatan ROV. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif analitis dengan mengurai kronologi kejadian, mengidentifikasi faktor penyebab, dan menganalisis dampak teknis dari gangguan sistem navigasi dalam lingkungan operasi maritime. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data lapangan, wawancara dengan kru kapal, dan analisis dokumen insiden.

Hasil penelitian mengungkapkan kompleksitas risiko dalam sistem navigasi maritime, khususnya pada kapal dengan Dynamic Positioning Class 2. Temuan kunci menunjukkan bahwa struktur platform dapat secara signifikan mengganggu sinyal positioning, mengakibatkan hilangnya referensi navigasi yang akurat. Analisis mendalam mengidentifikasi kerentanan sistem DP terhadap interferensi elektromagnetik, yang dapat mengancam keselamatan operasional. Penelitian ini membuktikan pentingnya sistem redundansi dalam navigasi maritime dan kemampuan kru untuk merespons situasi darurat dengan cepat dan tepat. Rekomendasi utama meliputi pengembangan sistem positioning dengan multiple referensi, peningkatan teknologi navigasi tahan interferensi, dan pelatihan intensif bagi kru kapal. Kontribusi penelitian ini memberikan wawasan baru dalam manajemen risiko navigasi maritime modern..

Kata Kunci: *Dynamic positioning* (DP), Remoted Operate Vehicle (ROV), Differential Global Positioning System (DGPS)

ABSTRAK

EKA SAPUTRA DEMMALLURRU, 2025 *DISTURBANCE OF DGPS SIGNAL LOSS IN DYNAMIC POSITIONING SYSTEM DURING ROV OPERATION IN WHP-B PLATFORM AREA ON ANGGREK 601 SHIP* supervised by Moh. Azis Rohman and Marthen Todingan.

This study examines a critical incident on the Anggrek 601 survey vessel operating on the WHP-B platform on June 24, 2024, with a primary focus on the disruption of the Class 2 Dynamic Positioning (DP) system due to electromagnetic interference. The study explains how the sudden loss of DGPS signals resulted in the navigation system only having one position reference (Cyscan), which has the potential to endanger the safety of the vessel, crew, and ROV equipment. The research method uses a descriptive analytical approach by analyzing the chronology of events, identifying causal factors, and analyzing the technical impact of the navigation system disruption in the maritime operating environment. The research was conducted by collecting field data, interviews with ship crews, and analyzing incident documents.

The results of the study reveal the complexity of risks in maritime navigation systems, especially on vessels with Dynamic Positioning Class 2. Key findings indicate that the platform structure can significantly disrupt positioning signals, resulting in the loss of accurate navigation references. In-depth analysis identifies the vulnerability of the DP system to electromagnetic interference, which can threaten operational safety. This study proves the importance of redundancy systems in maritime navigation and the crew's ability to respond to emergency situations quickly and appropriately. Key recommendations include the development of multiple reference positioning systems, the improvement of interference-resistant navigation technology, and intensive training for ship crews. The contribution of this research provides new insights into modern maritime navigation risk management.

Keywords: *Dynamic positioning (DP), Remotely Operated Vehicle (ROV), Differential Global Positioning System (DGPS).*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
BAB PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Hipotesis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Faktor Manusia	7
B. Faktor Kapal	10
C. Manajemen Perusahaan Pelayaran	19
D. Faktor Luar	23
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Lokasi Kejadian	26
B. Situasi dan Kondisi	26
C. Temuan	28
D. Urutan Kejadian	33
E. Solusi	35

BAB IV PENUTUP

A. Simpulan	37
B. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA	39
-----------------------	-----------

LAMPIRAN	40
-----------------	-----------

RIWAYAT HIDUP	51
----------------------	-----------

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Operasi kapal yang dilengkapi dengan sistem *Dynamic positioning* (DP) memainkan peran penting dalam industri maritim, khususnya dalam aktivitas yang memerlukan ketepatan dan kontrol posisi yang tinggi, seperti pada penggunaan *Remotely Operated Vehicles* (ROV). Sistem DP memungkinkan kapal untuk mempertahankan posisinya secara otomatis dengan memanfaatkan data dari berbagai sumber navigasi, salah satunya adalah *Differential Global Positioning System* (DGPS). DGPS memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan GPS standar, menjadikannya pilihan yang ideal untuk operasi yang sensitif dan presisi. Namun, meskipun teknologi ini canggih, terdapat berbagai tantangan yang dapat memengaruhi kualitas sinyal DGPS, yang pada gilirannya berdampak pada kinerja sistem DP.

Salah satu tantangan signifikan adalah adanya obstruksi struktural yang diakibatkan oleh instalasi WHP-B platform. Dengan meningkatnya pembangunan platform di lokasi laut lepas, interaksi antara sinyal DGPS dan struktur tersebut menjadi isu yang perlu diteliti secara mendalam. Obstruksi ini dapat menyebabkan multipath, di mana sinyal memantul dari permukaan yang berbeda sebelum sampai ke penerima, atau bahkan kehilangan sinyal yang sama sekali. Akibatnya, informasi posisi yang diterima oleh sistem DP dapat menjadi tidak akurat, yang berpotensi mengganggu stabilitas kapal dan mengancam keselamatan operasi. Hal ini sangat relevan bagi kapal Anggrek 601, yang beroperasi di dekat WHP-B platform, di mana risiko kehilangan sinyal sangat mungkin terjadi.

Pengaruh obstruksi WHP-B platform terhadap kualitas sinyal DGPS menjadi fokus utama penelitian ini. Dalam konteks kapal Anggrek 601 yang menjalankan operasi ROV, potensi kehilangan sinyal DGPS dapat menyebabkan kesalahan dalam pengendalian posisi, yang berisiko tinggi terutama saat ROV melakukan tugas-tugas kritis seperti instalasi, perbaikan, atau inspeksi platform & Pipe line survey bawah air. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai dampak dari obstruksi ini sangat penting untuk memastikan keberhasilan operasi dan menjaga keselamatan tim operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis seberapa besar pengaruh struktur platform WHP-B platform terhadap kualitas sinyal DGPS yang diterima, serta mencari tahu variabel-variabel lain yang mungkin berkontribusi terhadap kehilangan sinyal.

Melalui pengumpulan dan analisis data empiris selama operasi, penelitian ini akan mencakup pengamatan kondisi di lapangan dan pemantauan kualitas sinyal DGPS Data yang dihasilkan diharapkan memberikan gambaran yang jelas mengenai frekuensi kehilangan sinyal dan faktor-faktor penyebabnya. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi dampak dari kehilangan sinyal DGPS pada kinerja sistem DP, termasuk respon sistem terhadap berbagai kondisi yang ada, sehingga dapat mengidentifikasi kelemahan yang ada dan potensi solusi untuk mitigasi risiko.

Lebih jauh lagi, penelitian ini akan mempertimbangkan pengaruh faktor-faktor eksternal lain, seperti kondisi cuaca, gangguan elektromagnetik, dan karakteristik topografi dasar laut, yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal. Dengan menganalisis interaksi antara semua faktor ini, diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi yang lebih

komprehensif untuk meningkatkan keandalan sistem DP saat beroperasi di lingkungan yang terpengaruh oleh obstruksi struktural. Rekomendasi ini tidak hanya akan memberikan panduan untuk operasi yang lebih aman, tetapi juga dapat menjadi acuan bagi pihak-pihak lain yang terlibat dalam pengoperasian DP di area instalasi Platform.

Karena penulis bekerja di kapal Anggrek 601 yang merupakan kapal survey vessel dengan sistem pengoperasian *Dynamic Position* (DP) Class 2 yakni pada tanggal 24 Juni 2024 kapal Anggrek 601 sedang melakukan kegiatan survey dengan menggunakan *Remoted Operate Vehicle (ROV)* yang ditempatkan diatas kapal dan Pada saat beroperasi di WHP-B platform, kapal survey Anggrek 601 mengalami gangguan sinyal GPS akibat terhalang struktur platform, yang mengakibatkan sistem navigasi *Dynamic Positioning* hanya memiliki satu referensi posisi yaitu Cyscan. Kondisi ini sangat berisiko karena jika Cyscan bermasalah, kapal bisa kehilangan kontrol posisi, berpotensi hanyut, dan menabrak instalasi platform serta mengganggu operasi ROV. Untuk meminimalkan risiko, DP operator segera menghubungi client dan menghentikan kegiatan demi menjaga keselamatan peralatan dan instalasi.

Berdasarkan pengalaman diatas maka penulis tertarik untuk mengangkat masalah tersebut atau dituangkan dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul :
 “GANGUAN HILANGNYA SINYAL DGPS PADA SISTEM DYNAMIC POSITIONING SAAT OPERASI ROV AREA WHP-B PLATFORM DIKAPAL ANGGREK 601”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan terkait analisis hilangnya sinyal DGPS pada sistem *dynamic positioning* saat operasi ROV di area WHP-B platform di kapal Anggrek 601 adalah: Apa faktor penyebab kehilangan sinyal DGPS yang terjadi selama operasi, dan bagaimana pengaruhnya terhadap kestabilan posisi kapal serta kinerja sistem *dynamic positioning*?

C. Batasan masalah

Untuk lebih memfokuskan permasalahan, penulis membatasi kajian ini pada analisis hilangnya sinyal DGPS terhadap sistem *dynamic positioning* saat operasi ROV yang mempengaruhi kualitas sinyal DGPS di kapal Anggrek 601 pada tanggal 24 Juni 2024 di area WHP-B platform.

D. Tujuan Menulis

Tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab hilangnya sinyal DGPS yang terjadi selama operasi, dan pengaruhnya terhadap kestabilan posisi kapal serta kinerja sistem *dynamic positioning*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan Karya Ilmiah Terapan ini adalah:

1. Manfaat Teoretis

- a. Memberi kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang navigasi maritim, khususnya yang berkaitan dengan sistem *Dynamic positioning* (DP) dan

teknologi DGPS.

- b. Menyusun model teoritis yang menjelaskan hubungan antara obstruksi struktural dan kehilangan sinyal DGPS.
- c. Menghasilkan literatur akademis yang ada mengenai navigasi maritim, sistem DP, dan dampak lingkungan terhadap teknologi navigasi.

2. Manfaat Praktis

a. Untuk Penulis

Bisa menambahkan pandangan Dan pengalaman langsung kepada penulis mengenai pengaruh obstruksi struktur platform WHP-B platform terhadap sinyal DGPS, operator kapal dapat mengambil langkah-langkah pencegahan untuk meningkatkan keselamatan selama operasi ROV.

b. Untuk Pendidik

Bisa menjadi panduan bagi pemangku kepentingan di industri pelayaran, termasuk perusahaan pelayaran dan otoritas maritim.

F. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan yang ada, diduga bahwa keberadaan struktur platform WHP-B mengganggu sinyal DGPS, yang berdampak buruk pada kinerja sistem *Dynamic Positioning* (DP) dan operasi *Remotely Operated Vehicles* (ROV). Ketika ROV beroperasi di sekitar struktur tersebut, sinyal GPS bisa hilang, mengakibatkan informasi posisi menjadi tidak akurat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Faktor Manusia

Terekhov, I. (2012) (*Human Factors in Maritime Safety: Analysis and Recommendations*) kecelakaan di atas kapal disebabkan karena kesalahan dan kelalaian manusianya (*Human Error*) selebihnya disebabkan oleh keadaan alam, dan faktor-faktor lainnya.

Ada beberapa Human factor yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada *Dynamic positioning* system, antara lain sebagai berikut:

1. *Dynamic positioning* Operator (DPO) kurang menguasai pengoperasian *Dynamic positioning* system

DPO adalah *Dynamic positioning* Operator yang mana dalam pengoperasian *Dynamic positioning* system perannya sangat besar, karena tugas dan tanggung jawab itu hanya boleh dilakukan oleh orang yang benar-benar telah memiliki kualifikasi, sertifikat, kompetensi serta pengalaman yang baik akan *Dynamic positioning* system itu sendiri. Pada kapal Anggrek 601, Nakhoda dan Mualim satu adalah juga sebagai Senior *Dynamic positioning* Operator, dan Mualim dua juga sebagai *Dynamic positioning* Operator, oleh sebab itu setidaknya Nakhoda dan Mualim satu harus memiliki sertifikat *Dynamic positioning* dan pernah bekerja di kapal yang memakai sistem *Dynamic positioning*. *Dynamic Position Operator* harus mengerti dan memahami pengoperasian, pencegahan kegagalan dan mengenali setiap kegagalan komponen serta efek yang timbul yang dapat mengakibatkan

kesalahan total pada posisi kapal, kehilangan daya atau matinya pendorong kapal, sifat-sifat kapal dan faktor-faktor pengaruh dari dalam dan luar yang mempengaruhi pergerakan kapal. Faktor dari luar, misalnya harus dapat memprediksikan arah dan kekuatan dari angin, arus, ombak, alun dan cuaca agar kapal tersebut dapat di olah gerakkan dengan baik dan sempurna. Faktor dari dalam misalnya: bentuk badan kapal, dan komponen-komponen dari sistem *Dynamic positioning* (DP) karakteristik masing – masing jenis putaran mesin.

2. *Dynamic positioning* Operator (DPO) kurang memahami dan menganalisa peringatan alarm yang muncul pada sistem *Dynamic positioning* (DP).

Alarm peringatan pada *Dynamic positioning system* dapat kita dengarkan dan lihat dengan jelas di layar *Dynamic positioning Console* dimana alarm itu memberikan kita peringatan akan adanya kesalahan yang akan terjadi maupun yang sedang terjadi dan laporan alarm itu terlihat pada layar komputer juga akan tercetak di printer *Dynamic positioning* itu sendiri secara otomatis. (Keen, 2011, *Dynamic positioning: Panduan Praktis untuk Operasi Sistem Dynamic positioning*). Pesan alarm juga dapat kita kenali secara audible dan visual, alarm tersebut juga direkam atau disimpan dalam memory komputer *Dynamic positioning System*. Sehingga peringatan-peringatan dan informasi yang ada dapat dengan mudah dilakukan investigasi dan tindakan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Dari keterangan di atas banyak *Dynamic positioning Operator* (DPO) yang kurang tanggap akan pesan dan peringatan dari alarm tersebut dan mengabaikannya sehingga dapat menyebabkan terjadinya kegagalan. (Baker, 2015, *Dynamic positioning: Pentingnya Faktor Manusia dan Pelatihan*).

Skema DPO sertifikat yang dibuat oleh *The Nautical Institute* (NI) United Kingdom

adalah kombinasi dari kursus formal DP *Induction* (Basic) dan DP Simulator (Advanced) serta pengalaman pada system DP dalam pengawasan oleh DPO diatas kapal. Sertifikat DPO terdiri dari sertifikat DPO unlimited dan limited.

Persyaratan minimum kru dianjungan persatu rotasi jaga dan pengalaman minimum sesuai sertifikat manning kapal untuk pengoperasi DP system khususnya pada operasi Muatan di Instalasi (*Cargo Operation*) yaitu: 2 Mualim dengan sertifikasi unlimited DPO di anjungan yang mampu mengoperasikan kapal dengan DP dan manual control, dengan minimum pengalaman 3 tahun dengan aktivitas kapal yang serupa, dan pengalaman tersebut harus dapat dipertanggung jawabkan melalui tahap seleksi. (Bray, 2010, DP Operator's Handbook).Kekompakan dan sinkronisasi 3 management level diatas kapal (management level, operational level serta support level) tetap terjaga dan komunikasi Bridge, Deck dan Instalasi offshore dilakukan secara terus menerus dan jelas. (Keen, 2011, *Dynamic positioning: Panduan Praktis untuk Operasi Sistem Dynamic positioning*).Dalam kasus kehilangan posisi pada saat cargo operation dan lain lain kecepatan kerja yang tepat dan terencana dengan baik dalam toolbox meeting dan permit sangat menunjang untuk meminimalisir efek yang timbul karena kegagalan fungsi pengoperasian Dynamic Position System. (Smith, 2015, *Dynamic positioning: Principles and Practice*).

Sebagai seorang Dynamic Position Operator yang cakap selain beberapa check list yang telah dikerjakan sesuai standar maka seorang DPO diharuskan mampu membuat emergency escape plan yang dijadikan patokan atau dasar agar kapal bisa keluar dari posisi/target terakhir dengan selamat tanpa near miss dan kecelakaan sedikit pun yang berdampak bagi kerugian kehilangan nyawa dan material.

B. Faktor Kapal

1. Olah Gelak Kapal.

(Istopo, 2001, Olah Gerak dan Pengendalian Kapal).Olah gerak kapal adalah kemampuan sebuah kapal untuk merubah kedudukannya dari suatu tempat ketempat lain yang dikehendaki dengan mempertimbangkan berbagai faktor baik factor dari dalam maupun dari luar yang dapat mempengaruhi olah gerak kapal. Pengetahuan dasar dalam olah gerak perlu dipelajari dan dipahami, mengolah gerak kapal tidak boleh secara semberono.

Menurut buku “Olah Gerak Kapal” Tim FIP-IKIP Semarang 1996, faktor dalam yang mempengaruhi olah gerak kapal yaitu: bentuk kapal, pengaruh baling-baling, kekuatan mesin, sarat kapal, stabilitas, trim dan kemiringan kapal. Seorang *Dynamic positioning* Operator (DPO) harus sepenuhnya menguasai pengetahuan dasar dan mampu mengolah gerak kapal secara manual.

2. *Dynamic positioning system* (DP)

(Bray, 2010, *DP Operator's Handbook*). *Dynamic positioning system* (DP) adalah metode yang di gunakan untuk memposisikan kapal secara akurat dengan menggunakan batas standar ukuran kombinasi yang dipakai pada komputer, sistem posisi referensi atau acuan, sensor angin, sensor gerakan kapal, gyro compass dan baling-baling. Sistem *Dynamic positioning* (DP) ini dipakai untuk menjaga kapal selalu pada posisinya atau untuk menggerakkan kapal dari posisi yang satu ke posisi yang lain dengan kecepatan yang rendah secara otomatis. Kapal-kapal dengan sistem *Dynamic positioning* (DP) ini dapat melakukan bermacam-macam olah gerak dengan *Dynamic positioning*

(DP).

Dalam penggunaan sistem *Dynamic positioning* (DP) selain mempunyai keuntungan juga mempunyai kerugian, sehingga usaha untuk mengoptimalkan pengoperasian ini harus dapat dikerjakan dengan baik agar perusahaan mencapai target kerja yang efisien dan ekonomis juga menguntungkan perusahaan pelayaran. Keuntungan dari penggunaannya adalah:

- a. Dapat menahan posisi kapal tanpa menggunakan jangkar atau tali tambat.
- b. Kapal dapat beroperasi walaupun di perairan yang dalam.
- c. Kapal dapat berolah gerak dengan cepat dan tepat pada target yang ditentukan.
- d. Kapal dapat dioperasikan dalam jangka waktu yang panjang.
- e. Menghemat waktu dan biaya dalam melakukan jenis operasi tertentu seperti Diving, Drilling, Pipe laying, supply, FPSO dan berbagai jenis operasi sesuai jenis kapal dan fungsinya.

Kerugian penggunaan sistem *Dynamic positioning* (DP) adalah:

- a. Pemasangan alat dengan sistem *Dynamic positioning* (DP) yang sangat mahal.
- b. Harus adanya penambahan tenaga atau generator dan juga penambahan ruang untuk instalasi *Dynamic positioning* (DP).
- c. Biaya perawatan yang cukup besar.
- d. Penggunaan bahan bakar yang cukup besar.
- e. Tidak bisa di gunakan pada saat cuaca buruk.

3. Komponen-komponen *Dynamic positioning system* (DP)

(Terekhov, 2012, Human Factors in Maritime Safety: Analysis and

Recommendations) Dalam pengoperasian sistem *Dynamic positioning* (DP) terdapat beberapa komponen penting yang menunjang kapabilitas sistem *Dynamic positioning* (DP) untuk mempertahankan posisi kapal, apabila salah satu atau lebih dari komponen-komponen tersebut tidak dapat bekerja, maka sistem *Dynamic positioning* (DP) dapat tetap kita operasikan akan tetapi resiko untuk terjadinya kegagalan dalam mempertahankan posisi kapal lebih besar.

Komponen-komponen utama yang menyokong pengoperasian sistem *Dynamic positioning* (DP) antara lain:

- a. Thruster; adalah semua tenaga pendorong yang menyokong pengoperasian *Dynamic positioning* (DP), seperti: Mesin Induk, Kemudi, Bow thruster dan Azimuth thruster, serta berbagai jenis thruster lainnya.
- b. Power; adalah sumber tenaga yang menjalankan thruster dan sumber listrik untuk menjalankan peralatan *Dynamic positioning* (DP) seperti: Generator induk, Shaft generator dan emergency generator. Untuk menjaga posisi azimuth Thruster (Electrical drive) bow thruster, azimuth thruster, kemudi dan baling-baling yang digunakan. Kapal DP biasanya setidaknya sebagian diesel-listrik, karena hal ini memungkinkan lebih fleksibel set-up dan lebih mampu menangani perubahan besar dalam permintaan listrik, khas untuk operasi DP Set-up tergantung pada kelas DP kapal. Kelas 1 dapat relatif sederhana, sedangkan sistem Kelas 3 kapal cukup kompleks. Pada Kelas 2 dan 3 kapal, semua komputer dan sistem rujukan harus didukung melalui UPS.
- c. Position Reference; adalah semua peralatan yang di gunakan untuk memperoleh posisi kapal dalam pengoperasian *Dynamic positioning* (DP), seperti:

- 1) *Differential Global Positioning System* (DGPS) yang Posisi yang diperoleh GPS tidak cukup akurat untuk digunakan oleh DP. Posisi ditingkatkan dengan menggunakan stasiun referensi tetap berbasis darat (differential station) yang membandingkan posisi GPS ke posisi yang diketahui dari stasiun. Koreksi ini dikirim ke penerima DGPS oleh frekuensi gelombang panjang radio.
- 2) *Artemis*; Sebuah sistem berbasis radar. Sebuah unit ditempatkan pada struktur di dekatnya dan ditujukan untuk unit di atas kapal. Rentang ini beberapa kilometer. Keuntungan adalah terpercaya, kinerja semua cuaca. Kelemahan adalah bahwa unit ini agak berat.
- 3) *Laser Reference System* atau *CyScan* Ini adalah sistem referensi posisi berbasis laser. Sistem ini yang sangat mudah, karena hanya prisma kecil atau Cylinder yang dipasangkan reflector harus diinstal pada struktur terdekat atau kapal. Risiko adalah sistem penguncian pada objek yang lain dan memblokir sinyal. Kisaran tergantung pada cuaca, tapi biasanya lebih dari 500 meter untuk laser dan sekitar 200 meter untuk *Cyscan*.
- 4) *Hydroacoustics Position Reference* (HPR) sistem terdiri dari satu atau lebih transponder ditempatkan di dasar laut dan transduser ditempatkan di lambung kapal. transduser mengirim sinyal akustik ke transponder.
- 5) *Light Taut Wire* (LTW) adalah sistem referensi posisi tertua yang masih digunakan untuk DP sangat akurat dalam air yang relatif dangkal. Sebuah rumpun pemberat diturunkan ke dasar laut. Dengan mengukur jumlah kawat yang diulur dan sudut kawat oleh gimbal head, dan posisi relatif dapat dihitung.

- d. Sensors; adalah semua peralatan yang digunakan untuk mengetahui pengaruh dari luar yang mempengaruhi kinerja sistem *Dynamic positioning* (DP), seperti: Anemometer (digunakan untuk mengetahui kecepatan angin), VRS (Vertical Reference Sensor)/MRU (Motion Reference Unit) digunakan untuk mengetahui pitch dan roll kapal, Gyro (digunakan untuk mengetahui haluan kapal).
- e. Computer; adalah penyimpan data dan pemberi informasi pada saat sistem *Dynamic positioning* (DP) di aktifkan, semua perintah dari *Dynamic positioning* Operator (DPO) akan di sampaikan oleh computer kepada sensor, position reference dan thruster untuk mendapatkan posisi yang di inginkan.
- f. *Control Desk* atau OS (Operator Station); adalah panel tombol dan monitor yang terhubung dengan computer yang di gunakan oleh *Dynamic positioning* Operator (DPO).

Gambar 2.1Komponen Dynamic Position System CONVERTEAM DPS21

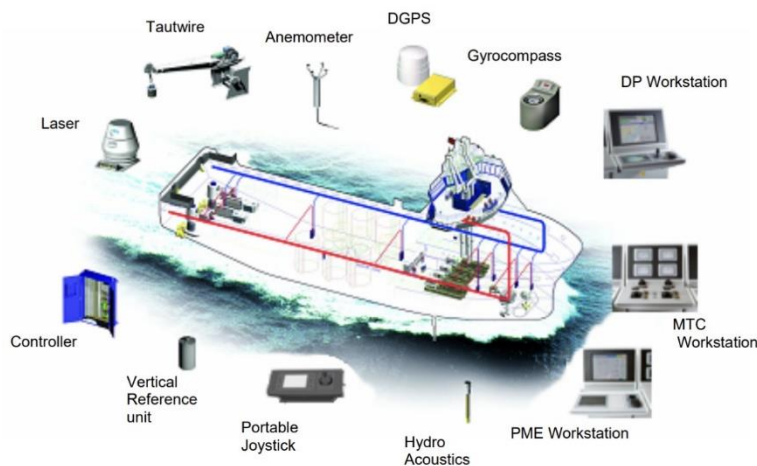


Figure 3.1-1 Vessel DP Equipment

Sumber: Kongsberg DP Operation Manual Anggrek 601

Seorang *Dynamic positioning* Operator (DPO) harus memastikan semua komponen-komponen bekerja dengan baik sebelum dan pada saat pengoperasian *Dynamic positioning system* (DP), jika ada salah satu dari komponen tersebut di atas bekerja tidak normal atau dalam perawatan/ perbaikan, maka *Dynamic positioning* Operator (DPO) harus menginformasikan kepada Nakhoda, Diver Control Room dan pihak Rig/Platform untuk di ambil tindakan selanjutnya.

4. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)

Smith, J. (2015). FMEA Handbook. *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) adalah sebuah metode yang diadopsi secara luas untuk memastikan bahwa kesalahan atau perilaku tak terduga dalam sistem yang kompleks (seperti sistem power/control/referensi posisi/sensor/propulsi kapal) diidentifikasi melalui program prosedur pengujian yang sistematis dan logis. Pengujian atau tes ini diselenggarakan oleh pihak ketiga untuk dijadikan acuan apakah peralatan *Dynamic positioning system* (DP) memenuhi persyaratan atau tidak. FMEA test pada sistem *Dynamic positioning* (DP) bertujuan untuk menyediakan sebuah informasi untuk *Dynamic positioning* operator (DPO) mengenali setiap kegagalan serta efek yang timbul yang dapat mengakibatkan kesalahan total pada posisi kapal, kehilangan daya atau matinya pendorong kapal. Pemahaman yang baik tentang hasil FMEA tersebut akan membantu meningkatkan performa dalam pengoperasian *Dynamic positioning system* (DP). FMEA Proving Trial Penulis sertakan dalam lampiran

5. Redundansi dan klasifikasi *Dynamic positioning system* (DP).

Dalam buku 'DP Operator Handbook' IMO (*International maritime*

Organization) telah mengeluarkan aturan bagi kapal-kapal yang dilengkapi dengan peralatan *Dynamic positioning system* (DP) pada tahun 1994 (MSC Circ 645) yang telah diterima sebagai standar industri internasional. (IMO, 1994, DP Operator Handbook).

Berdasarkan redundansinya kapal dengan peralatan *Dynamic positioning system* (DP) dibagi menjadi 3 (tiga) level redundansi dan dijadikan acuan oleh Society Classification dalam menentukan kelas dari sebuah peralatan *Dynamic positioning* (DP) yaitu : kelas 1, 2, dan 3.

- a) Peralatan kelas 1; tidak memiliki redundansi penuh pada setiap komponen sehingga kehilangan posisi dapat terjadi pada suatu kegagalan tunggal dari komponen.
- b) Peralatan kelas 2; memiliki redundansi penuh pada setiap komponen sehingga tidak ada kegagalan tunggal dalam komponen atau sistem yang aktif dapat menyebabkan kegagalan sistem. kehilangan posisi kapal seharusnya tidak terjadi dari kesalahan tunggal komponen aktif atau sistem, tapi dapat terjadi apabila ada kegagalan komponen statis seperti kerusakan kabel, pipa, dan katup.
- c) Peralatan kelas 3; Telah memiliki komponen dengan redundansi penuh seperti pada peralatan kelas 2, Semua komponen ditempatkan pada ruangan kedap air, kehilangan posisi harusnya tidak terjadi pada kegagalan tunggal termasuk kebakaran dan banjir didalam salah satu ruangan komponen *Dynamic positioning system* (DP).

6. Prosedur mengatasi kesalahan-kesalahan pada DP system.

Berikut adalah kesalahan dari setiap komponen dalam DP system serta prosedur mengatasinya untuk mencegah efek kegagalan atau kehilangan posisi.

- a) Kesalahan pada thruster yang memiliki respon yang buruk terhadap perintah yang

- yang diberikan DP system, DPO harus menganalisa kinerja thruster serta menghentikannya secara efisien dan jika dibutuhkan menggunakan tombol berhenti darurat (*emergency shutdown*).
- b) Kegagalan penuh pada thruster atau putaran thruster yang tidak terkontrol oleh DP system, DPO harus menghentikannya dengan menggunakan tombol berhenti darurat (*emergency shutdown*) secepat mungkin sebelum kapal kehilangan posisi. Mengidentifikasi thruster yang error mungkin sedikit lebih sulit karena semua thruster akan memberikan putaran penuh untuk merespon thruster yang error. Perkiraan kesalahan (*Prediction errors alarm*) akan menunjukkan thruster mana yang error/rusak, dan jika dianggap auto DP tidak dapat mempertahankan posisi kapal maka DPO harus menggunakan DP secara manual dengan DP joystick atau independen joystick. Smith, 2015, *Dynamic positioning: Principles and Practice*).
 - c) Sebuah stasiun operator DP mungkin saja gagal pada peralatan DP kelas 2, DPO harus mengambil alih kontrol pada stasiun operator yang lain secara efisien, dengan catatan bahwa haluan dan posisi harus dipertahankan oleh DPO.
 - d) Sebuah sistem distribusi DP UPS mungkin gagal. alarm 'on-bateries' akan menunjukkan kepada DPO yang tentunya DP sistem kontrol konsumen tertentu mungkin akan hilang. DPO dan Electro-Technical Officers (ETO) dapat meninjau daftar distribusi UPS terhadap sensor, sistem referensi dan stasiun operator yang digunakan untuk menentukan apakah perubahan konfigurasi harus dilakukan, misalnya memilih controller DP lain sebelum controller yang sedang bekerja gagal.
 - e) Pada sebuah kapal DP dengan stern tunnel thruster tunggal dengan dua baling-baling

utama yang tergantung pada kemudi untuk memberikan pendorong cadangan melintang kapal, ini mungkin dibutuhkan untuk memindahkan tunnel thruster ke power sistim distribusi dan menyalakan kembali pada saat sistim distribusi supply pada satu baling-baling utama dan stern tunnel thruster gagal

- f) Pada kapal DP Kelas 3, gagalnya stasiun DP utama akan memerlukan DPO untuk mengambil kendali di stasiun DP cadangan.
- g) Pada DP Kelas 2 hilangnya kapal dari kedua sistem kontrol DP akan memerlukan DPO untuk mengambil kontrol manual dari kapal di joystick independen atau tuas kontrol manual secara efektif dan efisien.
- h) Pada kapal dengan dua atau lebih sensor angin alarm perbedaan mungkin memerlukan DPO untuk membuat penilaian sensor angin mana yang akan digunakan. Dalam hal salah satu sensor angin telah gagal kecepatan angin tinggi mungkin perlu untuk secara cepat menonaktifkan sensor angin yang error sebelum thruster mulai merespon kesalahan tersebut.
- i) Pada kapal dengan hanya dua gyro kompas alarm perbedaan mungkin memerlukan DPO untuk membuat penilaian gyro yang akan digunakan. Sebuah pembacaan gyro yang salah dapat menyebabkan perubahan yang cepat pada posisi dan haluan kapal.
- j) Pada kapal dengan dua atau lebih MRU (Motion Reference Unit) alarm perbedaan mungkin memerlukan DPO untuk membuat penilaian MRU mana yang akan digunakan.
- k) Sistem kontrol DP menggunakan berbagai fungsi pelindung yang dirancang untuk menolak sistem referensi posisi yang salah, aturan kelas mengharuskan tiga referensi

yang digunakan untuk DP kelas 2 & 3, serta dua dari tiga harus didasarkan pada prinsip-prinsip yang berbeda dari pengukuran. DPO hanya perlu merubah batas toleransi perbedaan perhitungan dari ketiga referensi posisi.

Untuk peralatan/aksesoris Dynamic Position System serta Electronics dan Controls yang terinstall diatas kapal penulis adalah sebagai berikut ;

DP2 CONVERTEAM - DPS21 - Duplex DP+IJS

Windows XP Operation System

Referention :

- 2 x DGPS Furuno
- 1 x GPS Furuno GP-150 with 1 remote
- 1 x Depth Recorder Furuno FE-700 with 2 repeaters
- 3 x Gyro Master & 3 x Repeaters
- 1 x CyScan Position References c/w 5 cylinder reflector
- 1 x Rada Scan Position Referances c/w 1 Responder
- 2 x Anemometer Young Wind Tracker

Semua penggambaran jelas dari perlengkapan tersebut diatas, penulis sertakan dalam beberapa lampiran gambar.

C. Manajemen Perusahaan Pelayaran

1. Pemilihan Peralatan yang Tidak Tepat

Pemilihan peralatan yang tidak tepat, seperti penggunaan DP (*Dynamic positioning*) 1, dapat mengakibatkan sejumlah kekurangan signifikan jika

dibandingkan dengan DP 2 dan DP 3. Pertama, DP 1 memiliki sistem kontrol yang sederhana tanpa redundansi. Ini berarti bahwa jika terjadi kegagalan pada sistem utama, kapal tidak dapat lagi mempertahankan posisinya, yang berpotensi berisiko tinggi dalam situasi kritis. Misalnya, dalam cuaca buruk atau saat beroperasi di dekat struktur bawah air, ketergantungan pada satu sistem dapat menyebabkan kehilangan kontrol, yang bisa berakibat fatal. Selain itu, dari segi keamanan operasional, DP 1 kurang memadai dibandingkan dengan DP 2 dan DP 3. Sistem DP 2 dirancang dengan redundansi yang lebih baik, memastikan bahwa jika satu bagian dari sistem gagal, masih ada cadangan yang dapat mengambil alih. DP 3 lebih jauh lagi, menawarkan kemampuan untuk beroperasi meskipun ada kegagalan kritis, membuatnya lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan tingkat keandalan tinggi. (Smith, 2015: 85)

Meskipun DP 1 biasanya lebih murah dan lebih sederhana, keterbatasan ini dapat berujung pada biaya yang lebih tinggi dalam jangka panjang. Risiko kecelakaan dan kerusakan yang lebih besar dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan, baik dari segi biaya perbaikan maupun potensi hilangnya kontrak. DP 2 dan DP 3, meskipun memerlukan investasi awal yang lebih besar, dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya keseluruhan dengan meningkatkan keandalan dan keamanan, menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk proyek yang kompleks dan berisiko.

2. Manajemen Resiko Tidak Efektif

IMCA M 182 - Internasional Guidelines for the safe Operation Of Dynamically Positioned Offshore Supply Vessel." (IMCA, 2018: 12) Dalam regulasi ini, IMCA menekankan pentingnya pendekatan sistematis dalam identifikasi, penilaian, dan mitigasi risiko yang terkait dengan operasi maritim. Jika manajemen risiko perusahaan tidak efektif, hal ini dapat mengakibatkan ketidakmampuan untuk mengenali potensi bahaya yang dapat mempengaruhi keselamatan operasional. IMCA mendorong perusahaan untuk mengimplementasikan proses manajemen risiko yang komprehensif, yang mencakup analisis risiko secara berkala, pelatihan staf, dan penerapan prosedur yang jelas. Ketidacukupan dalam manajemen risiko tidak hanya meningkatkan kemungkinan insiden yang merugikan, tetapi juga dapat mengarah pada kerugian finansial dan reputasi yang signifikan bagi perusahaan. Oleh karena itu, IMCA menekankan bahwa pengelolaan risiko yang efektif adalah kunci untuk memastikan keselamatan, keberlanjutan, dan keberhasilan jangka panjang dalam industri maritim.

3. Pemeliharaan peralatan yang buruk

Pada perangkat DGPS (*Differential Global Positioning System*) dan ROV (*Remoted Operate Vehicle*), dapat menimbulkan konsekuensi serius dalam operasional yang bergantung pada akurasi dan keandalan sinyal. DGPS dan ROV memainkan peran krusial dalam memastikan navigasi yang tepat dan pengambilan

data yang akurat selama survei. Ketika pemeliharaan rutin tidak dilakukan, peralatan ini berisiko mengalami kerusakan yang dapat mengganggu fungsinya. Misalnya, komponen elektronik yang tidak diperiksa secara berkala mungkin mengalami korosi atau keausan, yang dapat mengakibatkan hilangnya sinyal atau kesalahan dalam posisi yang terdeteksi. (Bray, 2010: 68).

Kegagalan fungsi pada DGPS dan ROV tidak hanya memengaruhi akurasi data, tetapi juga dapat mengganggu keseluruhan operasi. Dalam konteks inspeksi platform & Pipe line survey bawah laut, kehilangan sinyal dapat mengakibatkan kerugian waktu yang signifikan dan bahkan biaya tambahan untuk melakukan pengulangan survei. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek, yang pada gilirannya berdampak pada reputasi perusahaan dan kepercayaan klien. Selain itu, jika peralatan gagal di tengah operasi, hal ini dapat berisiko menciptakan situasi yang berbahaya bagi kru dan aset lainnya di lokasi. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mengimplementasikan jadwal pemeliharaan yang ketat dan sistematis untuk semua peralatan yang digunakan, termasuk DGPS dan ROV.

Pemeliharaan preventif yang tepat dapat membantu mengidentifikasi masalah sebelum menjadi serius, memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi. Dengan melakukan pemeliharaan rutin dan melibatkan staf yang terlatih, perusahaan tidak hanya dapat meningkatkan kinerja peralatan tetapi

juga meminimalkan risiko kesalahan yang dapat mengakibatkan dampak finansial dan keselamatan yang signifikan. Kedisiplinan dalam pemeliharaan adalah kunci untuk menjaga keberlangsungan operasional dan memastikan kesuksesan proyek secara keseluruhan.

D. Faktor Luar

1. Interferensi sinyal

Interferensi sinyal adalah salah satu faktor penting yang dapat menyebabkan hilangnya sinyal pada kedua DGPS selama pengoperasian *Dynamic positioning* (DP) dan kegiatan inspeksi platform & Pipe line survey dengan Remoted Operate Vehicle (ROV). Di lingkungan yang padat, seperti area maritim atau industri, berbagai perangkat elektronik seperti radar, sistem komunikasi radio, dan bahkan perangkat lain yang memancarkan gelombang elektromagnetik dapat menciptakan interferensi yang signifikan. Ketika sinyal DGPS terpapar pada interferensi ini, akurasi dan stabilitas sinyal dapat terpengaruh, membuat sistem DP tidak dapat berfungsi dengan optimal.

Selanjutnya, interferensi elektromagnetik dapat menyebabkan hilangnya informasi penting yang diperlukan untuk penentuan posisi yang akurat. Pada saat sinyal DGPS terganggu, sistem DP mungkin mengalami kesulitan dalam mempertahankan posisi kapal, yang dapat berpotensi membahayakan keselamatan operasional dan menghambat kegiatan survei. Dalam situasi ini, ROV juga akan

terpengaruh, karena ketidakakuratan sinyal dapat menyebabkan kesalahan dalam navigasi dan pengambilan data, yang berujung pada hasil inspeksi platform & Pipe line survey yang tidak valid atau bahkan kerusakan pada peralatan. Selain itu, penting untuk menggunakan perangkat yang dilengkapi dengan teknologi terbaru yang dapat mengurangi dampak interferensi, serta melakukan pelatihan yang memadai bagi kru untuk mengenali dan menangani situasi interferensi yang mungkin terjadi. Dengan pendekatan yang tepat, risiko kehilangan sinyal dapat diminimalkan, sehingga memastikan kelancaran operasi DP dan keberhasilan kegiatan inspeksi platform & Pipe line survey menggunakan ROV.

2. Cuaca

Menurut StormGeo, kondisi cuaca meliputi berbagai elemen seperti angin, gelombang, arus, suhu, dan visibilitas, yang semuanya dapat berinteraksi dan mempengaruhi kegiatan di laut. Untuk kapal yang menggunakan sistem *Dynamic positioning* (DP), angin kencang dan gelombang tinggi bisa mengganggu stabilitas dan kontrol posisi, sehingga memerlukan strategi mitigasi yang efektif. Pengamatan dan prediksi cuaca yang akurat sangat penting dalam perencanaan operasi untuk mengurangi risiko dan memastikan kelancaran kegiatan maritim. (StormGeo, 2020: 12)

Selain itu, StormGeo menyoroti pentingnya penggunaan teknologi modern dalam memantau dan memprediksi kondisi cuaca. Dengan alat-alat seperti radar

cuaca, satelit, dan model prediksi cuaca, perusahaan maritim dapat memperoleh informasi yang lebih tepat dan tepat waktu tentang perubahan kondisi di laut. Informasi ini memungkinkan pengambil keputusan untuk merencanakan rute perjalanan, menentukan waktu yang tepat untuk memulai operasi, dan menyesuaikan strategi dalam menghadapi potensi cuaca buruk. Dengan demikian, integrasi teknologi dalam manajemen cuaca sangat penting untuk meningkatkan respons terhadap situasi darurat yang mungkin timbul.

Pemahaman terhadap dinamika cuaca juga harus disertai dengan pelatihan bagi kru kapal. Staf yang terlatih dengan baik dapat lebih cepat mengidentifikasi tanda-tanda cuaca buruk dan mengambil tindakan yang tepat untuk menjaga keselamatan. Pelatihan ini mencakup pengetahuan tentang penggunaan alat pengukur cuaca, interpretasi data, serta prosedur keselamatan yang harus diterapkan saat kondisi cuaca memburuk. Dengan demikian, kombinasi antara teknologi yang tepat dan pelatihan yang memadai akan menciptakan lingkungan operasi yang lebih aman dan efisien, meminimalkan risiko yang terkait dengan kondisi cuaca yang tidak terduga.