

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

*THE INFLUENCE OF INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS ON DYNAMIC
POSITIONING SYSTEM DEVIATION IN REMOTELY OPERATED VEHICLE
OPERATIONS AT AHTS OPS AQEELA*

Mario Fanny Nurdiansyah^{1*}, Anak Agung Istri Sri Wahyuni², Otri Wani Sihaloho³, Arleiny⁴
Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Email Correspondence: marionurdiansyah73@gmail.com

Abstract

Position deviations in Dynamic Positioning (DP) systems on offshore support vessels like AHTS OPS Aqeela threaten Remotely Operated Vehicle (ROV) operation safety during subsea inspections. This study analyzes the partial and simultaneous effects of internal factors (engine load, thruster load) and external factors (current speed, wind speed) on DP deviation. Employing a quantitative inferential approach with multiple linear regression, data were sourced from 90 purposive samples of DP View Print records (every 30 minutes over 5 days in May 2025 at Bukit Tua Field). Instruments included Bridgemate MT printouts, analyzed via SPSS for classical assumption tests, t-test, F-test, and R². Results reveal current speed significantly influences deviation positively ($t=6.273$, $p=0.000$), while others do not partially; simultaneously, all variables are significant ($F=10.341$, $p=0.000$), explaining 32.7% variance. Current speed dominates due to hydrodynamic forces on hull and umbilical, with internal loads acting reactively. Recommendations prioritize current monitoring for enhanced safety.

Keywords: Dynamic Positioning, Maneuver, Remotely Operated Vehicle, Current Speed.

Abstrak

Deviasi posisi pada sistem *Dynamic Positioning* (DP) di kapal pendukung lepas pantai seperti AHTS OPS Aqeela mengancam keselamatan operasi *Remotely Operated Vehicle* (ROV) selama inspeksi subsea. Penelitian ini menganalisis pengaruh parsial dan simultan faktor internal (*engine load*, *thruster load*) serta eksternal (*current speed*, *wind speed*) terhadap deviasi DP. Menggunakan pendekatan kuantitatif inferensial dengan regresi linier berganda, data diperoleh dari 90 sampel purposive catatan *DP View Print* (setiap 30 menit selama 5 hari Mei 2025 di Bukit Tua Field). Instrumen berupa printout Bridgemate MT, dianalisis SPSS untuk uji asumsi klasik, uji t, uji F, dan R². Hasil menunjukkan *current speed* berpengaruh positif signifikan ($t=6.273$, $p=0,000$), sementara lainnya tidak parsial; secara simultan signifikan ($F=10.341$, $p=0,000$), menjelaskan 32,7% varians. *Current speed* dominan akibat gaya hidrodinamik pada lambung dan umbilical, dengan beban internal bersifat reaktif. Rekomendasi fokus pemantauan arus untuk keselamatan optimal.

Kata kunci: *Dynamic Positioning*, *Olah Gerak*, *Remotely Operated Vehicle*, *Current Speed*.

PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya eksplorasi bawah laut di sektor minyak dan gas, kapal pendukung lepas pantai seperti AHTS OPS Aqeela semakin mengandalkan DP System kelas DP1 untuk menjaga posisi tanpa jangkar selama operasi ROV, yang melibatkan inspeksi pipa dan struktur subsea. Sistem ini mengintegrasikan sensor seperti DGPS, gyrocompass, dan *wind sensor* dengan *thruster* serta komputer kontrol untuk melawan gangguan lingkungan, meskipun deviasi tetap terjadi akibat faktor internal seperti *engine load* dan *thruster load*, serta eksternal seperti *current speed* dan *wind speed*. Fenomena ini terlihat

pada insiden global di mana kapal DP2 mengalami *loss of position* selama manuver di wind farm, menekankan kerentanan sistem terhadap kondisi operasional nyata. [IMCA, 2019]

Pada AHTS OPS Aqeela, yang dilengkapi dua mesin utama dengan Controllable Pitch Propeller (CPP) dan dua bow *thruster* menggunakan kontrol Bridgemate MT, deviasi posisi tercatat selama operasi ROV di Bukit Tua Field, Ketapang, Madura, di mana arus laut sedang hingga kuat memengaruhi stabilitas. Data *DP View Print* menunjukkan rata-rata deviasi 0,65 meter, dengan *current speed* rata-rata 1,47 knot dan *wind speed* 7,5 knot, mengilustrasikan bagaimana faktor eksternal mendominasi meskipun faktor internal mendukung redundansi daya. [Nedo et al., 2025]

Deviasi DP System sering dipicu faktor eksternal seperti *current speed* dan *wind speed*, yang menghasilkan gaya lateral dan momen putar pada kapal, menyebabkan penyimpangan dari setpoint posisi dan berpotensi menghentikan operasi ROV. [Prabowo et al., 2018] Insiden seperti kegagalan DP pada kapal CS Teneo akibat cuaca buruk menunjukkan *current speed* ekstrem dapat menyebabkan kehilangan posisi hingga 250 meter, memperburuk risiko kecelakaan subsea. [Fadli, 2023] Selain itu, faktor internal seperti fluktuasi *engine load* dan *thruster load* akibat overload dapat memperparah deviasi jika sinkronisasi sensor gagal. [Mu et al., 2023]

Faktor manusia, termasuk respons lambat *Dynamic Positioning Officer* (DPO), turut berkontribusi terhadap masalah ini, sebagaimana kasus *loss of position* pada kapal DP2 di mana kesalahan mode konfigurasi menyebabkan *thruster overload*. [Guritno & Triwibowo, 2018] Penelitian sebelumnya seperti pada AHTS Logindo Energy menyoroti biaya tinggi pemeliharaan dan pelatihan DPO, namun kurang menganalisis kuantitatif hubungan variabel teknis. [Nedo et al., 2025] Kelemahan pendekatan kualitatif ini meninggalkan kesenjangan dalam memprediksi deviasi parsial dan simultan selama operasi ROV. [Fossen, 2021]

Meskipun faktor eksternal dominan, minimnya studi kuantitatif berbasis data lapangan seperti *DP View Print* dari AHTS OPS Aqeela menghambat pemahaman pengaruh simultan *engine load*, *thruster load*, *current speed*, dan *wind speed* terhadap deviasi along dan athwart. [Siregar & Hartati, 2023] Hal ini krusial karena operasi ROV memerlukan presisi tinggi untuk menghindari *snatching* atau kehilangan kontak umbilical. [Arleiny et al., 2025]

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh parsial dan simultan faktor internal (*engine load*, *thruster load*) serta eksternal (*current speed*, *wind speed*) terhadap deviasi DP System pada operasi ROV di AHTS OPS Aqeela menggunakan regresi linier berganda dari 90 data *DP View Print*. Urgensinya terletak pada peningkatan keselamatan operasi lepas pantai di Indonesia, di mana deviasi dapat menyebabkan *loss of position* berisiko tinggi, sejalan dengan rekomendasi IMCA untuk mitigasi faktor dominan seperti arus laut. [IMCA, 2019][Fadli, 2023] Kebaruan penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif spesifik pada DP1 AHTS selama ROV, mengisi kesenjangan studi kualitatif sebelumnya dengan analisis statistik aktual yang mengidentifikasi *current speed* sebagai faktor dominan ($R^2=0,327$). [Mu et al., 2023]

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis inferensial, yang difokuskan pada pengujian hipotesis kausalitas melalui data numerik untuk menggeneralisasi temuan ke populasi lebih luas, sebagaimana dijelaskan Sugiyono (2021) bahwa metode ini menggunakan statistik parametrik untuk menguji hubungan variabel independen seperti *engine load* dan *current speed* terhadap dependen deviasi posisi. Pendekatan ini dipilih karena sifat objektifnya dalam mengolah data *DP View Print*, menghindari bias subyektif kualitatif, dan selaras dengan desain eksplanatori Creswell yang menekankan pengukuran variabel untuk prediksi efek lingkungan pada sistem nautika. Metode inferensial memungkinkan uji regresi linier berganda untuk menilai pengaruh parsial dan simultan, konsisten dengan studi serupa pada operasi offshore [Sugiyono, 2022].

Instrumen utama adalah *DP View Print* dari sistem Bridgemate MT pada AHTS OPS Aqeela, yang mencatat variabel seperti deviasi total ($Y = \sqrt{(\text{deviasi along}^2 + \text{athwart}^2)}$), *current speed* (X1, knot), *wind speed* (X2, knot), *engine load* (X3, %), dan *thruster load* (X4, %) secara real-time, dengan validitas internal terjamin melalui kalibrasi sensor standar IMO. Teknik analisis mencakup uji asumsi klasik (normalitas Kolmogorov-Smirnov, multikolinearitas VIF <10, heteroskedastisitas Glejser), dilanjutkan regresi linier berganda $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$, uji t independen, uji F simultan, dan koefisien determinasi R^2 menggunakan SPSS, sesuai Sudaryono (2021) untuk memastikan model bebas bias dan reliabel dalam konteks teknik maritim. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi faktor dominan seperti *current speed*, dengan interpretasi signifikansi $p < 0,05$ [Algifari, 2015].

Populasi penelitian terdiri dari seluruh data *DP View Print* selama operasi ROV di Bukit Tua Field, Ketapang, Madura, pada Mei 2025 di AHTS OPS Aqeela, yang mencakup pengukuran setiap 30 menit selama 5 hari penuh operasi underwater inspection, menghasilkan potensi ratusan observasi kontinu dari sistem DP otomatis. Sampel diambil secara purposive dengan ukuran 90 data points terpilih yang representatif, memenuhi kriteria saturasi statistik untuk regresi berganda sesuai Sugiyono (2021), di mana $n > 30$ cukup untuk distribusi normal dan generalisasi inferensial pada data time-series nautika. Teknik sampling non-probability ini tepat karena akses terbatas pada data lapangan autentik, mirip studi observasional offshore lainnya [Sudaryono, 2021].

Prosedur dimulai dengan sign-on kapal 16 Juli 2024 hingga sign-off 20 Juli 2025, diikuti observasi lokasi di Lamongan Shore Base dan Bukit Tua Field, pengumpulan data sekunder via studi dokumentasi *DP View Print* setiap 30 menit selama 5 hari Mei 2025, input ke SPSS untuk deskripsi variabel dan uji asumsi, kemudian analisis regresi untuk pengujian hipotesis H0/H1 terkait pengaruh faktor internal-eksternal. Tahapan ini mengikuti alur sistematis Emzir untuk penelitian kuantitatif eksplanatori, memastikan reliabilitas melalui triangulasi data sensor dan verifikasi kru DPO, hingga interpretasi hasil untuk rekomendasi operasional. Proses diakhiri validasi temuan dengan literatur seperti Fossen (2021) untuk konteks DP.[Creswell, 2024]

HASIL PENELITIAN

Deskripsi Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan satu variabel dependen dan empat variabel independent sebagai berikut.

1. Deviasi (Y)

Rata-rata deviasi adalah 0,65 meter, dengan nilai terendah adalah 0,01 meter dan tertinggi 0,93 meter. Ini menunjukkan bahwa sistem DP pada AHTS OPS Aqeela mampu menjaga kestabilan posisi dengan baik.

2. *Current Speed* (X_1)

Rata-rata *current speed* selama pengamatan adalah 1,47 knot, dengan nilai maksimum 2,8 knot dan minimum 0,3 knot. Angka ini menunjukkan kondisi arus laut sedang, namun cukup kuat untuk memengaruhi stabilitas kapal.

3. *Wind Speed* (X_2)

Selama periode penelitian, rata-rata *wind speed* tercatat sebesar 7,5 knot, dengan kisaran antara 2,1 hingga 13,6 knot. Kondisi ini mencerminkan cuaca yang relatif tenang.

4. *Engine Load* (X_3)

Rata-rata *engine load* selama operasi adalah 54,2%, yang berarti sistem tenaga utama bekerja pada kondisi beban sedang. Hal ini menandakan bahwa mesin masih memiliki cadangan daya untuk menyesuaikan terhadap perubahan kondisi arus dan angin tanpa menimbulkan penurunan performa sistem.

5. *Thruster Load* (X_4)

Thruster load umumnya hanya berfokus untuk mempertahankan heading kapal. Nilai rata-rata *thruster load* selama pengamatan sebesar 57,1%, dengan variasi antara 28,7% hingga 85,4%.

6. Analisis data

Sebelum dilakukan uji regresi, data diuji menggunakan asumsi klasik untuk memastikan validitas model. Pengujian mendapatkan hasil sebagai berikut :

A. Uji Normalitas

Tabel 1. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		90
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.17148768
Most Extreme Differences	Absolute	.048
	Positive	.048
	Negative	-.034
Test Statistic		.048
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

Nilai signifikansi Kolmogorov–Smirnov sebesar $0.200 > 0.05$, menunjukkan bahwa data residual berdistribusi normal. Artinya, model memenuhi asumsi normalitas dan layak untuk analisis regresi.

B. Uji Multikolinearitas

Tabel 2. Uji Multikolinearitas

Model		Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	.234	.079		2.968	.004		
	Current	.213	.034	.581	6.273	.000	.921	1.085
	Wind	.005	.003	.131	1.469	.146	.994	1.006
	Engine	-.001	.001	-.059	-.639	.525	.942	1.062
	Thruster	-.001	.001	-.132	-1.418	.160	.913	1.095

Semua variabel independen memiliki *Tolerance* > 0.9 dan *VIF* < 10, yang berarti tidak terjadi multikolinearitas. Setiap variabel bebas berdiri sendiri dan tidak memiliki hubungan linear yang kuat satu sama lain.

C. Uji Heterokedastisitas

Tabel 3. Uji Heterokedastisitas

Model		Coefficients ^a				t	Sig.
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	.154	.047		3.275	.002	
	Current	-.003	.020	-.016	-.142	.887	
	Wind	.000	.002	.019	.173	.863	
	Engine	.000	.001	-.060	-.537	.593	
	Thruster	-8.616E-5	.001	-.017	-.146	.884	

a. Dependent Variable: Abs RES

Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi > 0.05 untuk semua variabel, sehingga tidak terdapat heteroskedastisitas. Sebaran *error* bersifat acak dan homogen di seluruh observasi.

D. Hasil Uji Hipotesis

a. Analisis Regresi Linear Berganda

Model regresi yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$Y = 0.234 + 0.213X_1 + 0.005X_2 - 0.001X_3 - 0.001X_4$$

Nilai-nilai pada persamaan tersebut menunjukkan arah hubungan antar variabel. Variabel *current speed* memiliki koefisien positif tertinggi (0.213), yang berarti peningkatan arus laut akan menaikkan deviasi posisi.

b. Uji T (Uji Independen)

Tabel 4. Uji T (Uji Independen)

Model	Coefficients ^a						Collinearity Statistics VIF
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta	Tolerance			
1 (Constant)	.234	.079			2.968	.004	
Current	.213	.034	.581	6.273	.000	.921	1.085
Wind	.005	.003	.131	1.469	.146	.994	1.006
Engine	-.001	.001	-.059	-.639	.525	.942	1.062
Thruster	-.001	.001	-.132	-1.418	.160	.913	1.095

Interpretasi dari hasil di atas dapat diketahui melalui tabel berikut:

Tabel 5. Interpretasi Uji T

Variabel	t hitung	Sig.	Kesimpulan
Current Speed	6.273	0.000	Berpengaruh signifikan (+)
Wind Speed	1.469	0.146	Tidak berpengaruh signifikan (+)
Engine Load	-0.639	0.525	Tidak berpengaruh signifikan (-)
Thruster Load	-1.418	0.160	Tidak berpengaruh signifikan (-)

Hasil ini menunjukkan bahwa hanya *current speed* yang berpengaruh signifikan terhadap deviasi posisi kapal, sedangkan variabel lainnya tidak berpengaruh secara independen.

c. Uji F (Uji Simultan)

Tabel 1. Uji F (Uji Simultan)

Model	ANOVA ^a					
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.274	4	.318	10.341	.000 ^b
	Residual	2.617	85	.031		
	Total	3.891	89			

a. Dependent Variable: Deviasi

b. Predictors: (Constant), Thruster, Wind, Engine, Current

Karena Sig. = 0.000 < 0.05, maka keempat variabel independen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap deviasi posisi kapal.

d. Koefisien Determinasi (R²)

Tabel 2. Koefisien

Model	Model Summary			
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.572 ^a	.327	.296	.17548

a. Predictors: (Constant), Thruster, Wind, Engine, Current

Nilai R² = 0.327 berarti 32,7% deviasi posisi dapat dijelaskan oleh variabel *current speed*, *wind speed*, *engine load*, dan *thruster load*, sedangkan 67,3% lainnya dipengaruhi faktor lain seperti kondisi gelombang, mode DP, heading kapal, performa sensor dan kemampuan DPO.

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan menggunakan uji statistik, penelitian ini memberikan gambaran objektif mengenai sistem *Dynamic Positioning* (DP) pada kapal AHTS OPS Aqeela sebagai berikut.

Pengaruh faktor internal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System*

Hasil pengujian secara parsial menunjukkan bahwa faktor internal yang terdiri dari *engine load* dan *thruster load* tidak berpengaruh signifikan terhadap deviasi posisi kapal. Variabel *engine load* memiliki nilai t hitung sebesar $-0,639$ dengan tingkat signifikansi $0,525 (> 0,05)$, sedangkan *thruster load* memiliki nilai t hitung sebesar $-1,418$ dengan signifikansi $0,160 (> 0,05)$. Nilai signifikansi yang lebih besar dari $0,05$ mengindikasikan bahwa secara statistik kedua variabel tersebut tidak memiliki pengaruh langsung terhadap deviasi posisi kapal.

Hasil ini menunjukkan bahwa *engine load* dan *thruster load* bersifat reaktif. Dalam sistem *Dynamic Positioning* yang bekerja menggunakan prinsip *closed-loop control*, peningkatan *engine load* dan *thruster load* merupakan respons adaptif sistem terhadap gangguan eksternal yang terdeteksi. Ketika gangguan meningkat, sistem DP akan menaikkan *output thruster* dan distribusi daya mesin untuk mempertahankan posisi kapal tetap berada pada *set-point*. Akibatnya, peningkatan beban internal tidak serta merta menyebabkan deviasi. Sebaliknya, hal ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mengompensasi gangguan selama kapasitas tenaga kapal mencukupi dan sistem manajemen daya beroperasi dengan baik.

Selain itu, tidak signifikannya faktor internal ini menunjukkan bahwa sistem DP pada AHTS OPS Aqeela mampu mengatur peningkatan beban mesin dan *thruster* tetap berada di bawah batas operasi normal dan tidak menyebabkan keterlambatan respons yang dapat menyebabkan penyimpangan posisi kapal.

Pengaruh faktor eksternal terhadap deviasi *Dynamic Positioning System*

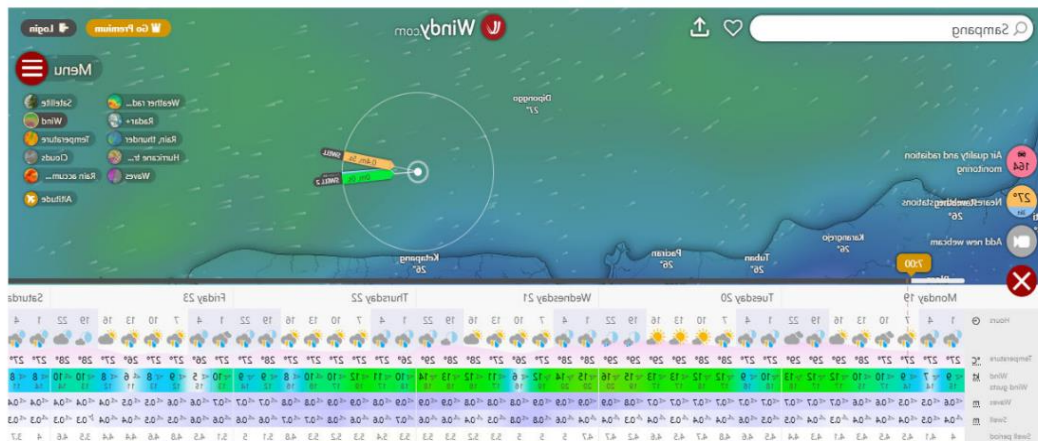
Hasil pengujian parsial terhadap faktor eksternal menunjukkan adanya perbedaan tingkat pengaruh antara *current speed* dan *wind speed*. Variabel *current speed* memiliki nilai t hitung sebesar $6,273$ dengan tingkat signifikansi $0,000 (< 0,05)$, yang menunjukkan bahwa kecepatan arus laut berpengaruh positif dan signifikan terhadap deviasi posisi kapal. Nilai t hitung yang tinggi mencerminkan kuatnya kontribusi *current speed* dalam menjelaskan deviasi posisi selama operasi ROV.

Secara fisik dan hidrodinamis, arus laut menghasilkan gaya yang bekerja pada seluruh bagian lambung kapal yang terendam. Selain itu, dalam operasi ROV, arus laut juga memberikan gaya hambat tambahan pada kabel umbilikal yang menjulur ke kedalaman laut. Gaya hambat ini menciptakan momen tambahan yang harus dikompensasi oleh sistem DP. Gaya yang dihasilkan oleh arus laut lebih dominan karena densitas air lebih besar daripada densitas udara. Ini terjadi meskipun kecepatan arus relatif lebih rendah daripada kecepatan angin, dan sistem DP dapat mengalami keterlambatan respons karena perubahan arus yang

tidak linier dan berbeda pada tiap lapisan kedalaman. Pada akhirnya, ini dapat meningkatkan kemungkinan deviasi *set-point*.

Sebaliknya, variabel *wind speed* menunjukkan nilai t hitung sebesar 1,469 dengan signifikansi 0,146 ($> 0,05$), yang berarti pengaruh angin terhadap deviasi posisi kapal tidak signifikan secara statistik. Ketidaksignifikanan ini dapat dijelaskan oleh kemampuan sistem DP modern dalam mengantisipasi gaya angin melalui *wind feed-forward control*. Keberadaan sensor anemometer memungkinkan sistem untuk memberikan perintah koreksi, bahkan sebelum kapal mengalami pergeseran posisi yang berarti. Selain itu, karakteristik *freeboard* AHTS OPS Aqeela yang relatif lebih aerodinamis dibandingkan luas lambung bawah airnya menyebabkan pengaruh angin menjadi sekunder dibandingkan pengaruh arus laut.

Record Weather Condition 19 May 2025



Gambar 1. *Weather Forecast 19 Mei 2025*

Sumber : Dokumentasi peneliti

Pengaruh faktor internal dan eksternal secara simultan terhadap deviasi *Dynamic Positioning System*

Hasil uji simultan (uji F) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($< 0,05$), yang menandakan bahwa faktor internal dan faktor eksternal yang diteliti berpengaruh signifikan secara simultan terhadap deviasi posisi kapal. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun beberapa variabel tidak signifikan secara parsial, kombinasi seluruh variabel tetap memberikan kontribusi yang berarti terhadap deviasi posisi kapal.

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,327 menunjukkan bahwa sebesar 32,7% deviasi posisi kapal dapat dijelaskan oleh keempat variabel. Sementara itu, 67,3% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model, seperti tinggi gelombang (*wave height*), *heading* kapal, performa sensor DP, algoritma kontrol internal, serta keterampilan *Dynamic Positioning Officer*. Nilai R^2 ini menunjukkan bahwa deviasi posisi kapal tidak dapat dijelaskan hanya oleh satu atau dua variabel operasional karena hal ini sangat kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor.

Hasil penelitian ini sangat penting untuk keselamatan operasi ROV karena deviasi posisi sekecil apapun dapat meningkatkan risiko kerusakan kabel umbilikal atau benturan ROV dengan struktur bawah laut. Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan sistemik dalam pengendalian DP dengan memberikan prioritas utama pada pemantauan dan mitigasi dampak arus laut sambil mengabaikan peran faktor internal dan faktor manusia dalam menjaga stabilitas.



**PETRONAS
OVERALL JOB PERCENTAGE**



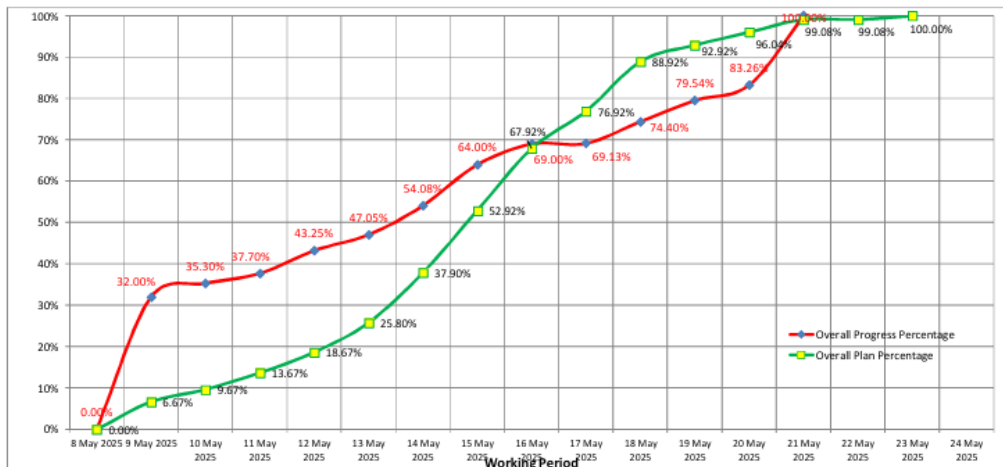
OVERALL PROGRESS REPORT

Report No. : Daily Report
Period : 21 May 2025

A. Progress Summary

No	Task	% Wtg.	Previous	Current	Cummulative	Var.	Remark
I	PIPELINE INSPECTION	31.00%	14.26%	16.74%	31.00%	0.00%	
II	UNDERWATER PLATFORM INSPECTION BTJT-A	32.00%	32.00%	0.00%	32.00%	0.00%	
III	UNDERWATER PLATFORM INSPECTION BTJT-B	32.00%	32.00%	0.00%	32.00%	0.00%	
IV	ROV RECOVERY	5.00%	5.00%	0.00%	5.00%	0.00%	
TOTAL		100.00%	74.40%	16.74%	100.00%	0.00%	

B. S-Curve



Gambar 2. Working Progress

Sumber : Dokumentasi peneliti

KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa di antara faktor internal seperti *engine load* dan *thruster load* serta eksternal seperti *current speed* dan *wind speed*, hanya *current speed* yang secara parsial berpengaruh positif signifikan terhadap deviasi posisi kapal selama operasi ROV di AHTS OPS Aqeela, dengan koefisien 0,213 dan $p=0,000$. Secara simultan, keempat variabel tersebut signifikan melalui uji F (10,341; $p=0,000$), menunjukkan kontribusi kolektif meskipun R^2 sebesar 0,327 mengindikasikan 67,3% deviasi dipengaruhi faktor lain seperti gelombang atau faktor manusia. Hal ini menggarisbawahi superioritas arus laut dalam menghasilkan gaya hidrodinamik pada lambung dan umbilikal ROV, sementara sistem Bridgemate MT efektif mengelola beban internal untuk stabilitas.

Keterbatasan penelitian meliputi fokus pada data 90 sampel dari satu operasi Mei 2025 di Bukit Tua Field, tanpa memasukkan variabel seperti wave height atau heading, serta ketergantungan pada data sekunder *DP View Print* yang mungkin terpengaruh kalibrasi sensor. Implikasi praktisnya mencakup rekomendasi bagi DPO untuk prioritaskan mitigasi *current speed* melalui *Doppler Speed Log monitoring* dan mode DP adaptif, serta pelatihan redundansi daya untuk mencegah overload. Saran penelitian lanjutan adalah mengintegrasikan model nonlinear dengan data multi-kapal atau simulasi CFD untuk faktor gelombang, memperluas generalisasi ke DP kelas lebih tinggi di perairan ekstrem Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A., Liana, Y., Mayasari, R., Lamonge, A. S., Saputri, F. R., Jayatmi, I., & Wijoyo, E. (2023). Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif: Teori dan praktik. Get Press Indonesia.
- Algifari. (2015). Analisis regresi: Untuk bisnis dan ekonomi. BPFE-Yogyakarta.
- Arleiny, Kurnia, R., Nurmala, E., Fauzi, A., & Raihannah, P. (2025). Pengaruh perubahan cuaca terhadap olah gerak di MV. Palung Mas. *Jurnal Transportasi dan Bahari*, 2(1), 10–18. <https://doi.org/10.62554/yf0eh376>
- Creswell, J. W. (2024). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Emzir. (2024). Metodologi penelitian kuantitatif. Rajawali Pers.
- Fadli, M. A. W. (2023). Optimalisasi pencegahan kegagalan sistem dynamic positioning (DP) akibat cuaca buruk pada saat pengoperasian cable laying di kapal CS. Teneo [Tugas akhir, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar]. <http://eprints.pipmakassar.ac.id/820/>
- Fossen, T. I. (2021). *Handbook of marine craft hydrodynamics and motion control* (2nd ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119994138>
- Guritno, S., & Triwibowo, P. (2018). Upaya meningkatkan peran dynamic positioning operator (DPO) dalam mengoperasikan kapal offshore supply vessel (OSV) dengan dynamic positioning system. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim*, 17(2). <https://doi.org/10.33556/jstm.v17i2>
- International Marine Contractors Association. (1994). Guidelines for the design and operation of dynamic positioning systems (IMCA MSC/Circ.645). IMCA.
- International Marine Contractors Association. (2019a). DP station keeping report: DP event DPE 04/19. IMCA.
- International Marine Contractors Association. (2019b). Guidelines for the design and operation of DP systems (IMCA M 103). IMCA.
- Mu, D., Feng, Y., Wang, G., Fan, Y., Zhao, Y., & Sun, X. (2023). Ship dynamic positioning output feedback control with position constraint considering thruster system dynamics. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(1), Article 94. <https://doi.org/10.3390/jmse11010094>

- Nedo, R. A., Yuda, A. A. N. A. D. P., Kusumawati, E., & Arleiny. (2025). Implementasi sistem dynamic positioning (DP) pada kapal AHTS Logindo Energy untuk meningkatkan efektivitas operasi. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4(2), 6386–6394. <https://doi.org/10.56792/jaidb.v4i2.392>
- Prabowo, A., Pandoe, W. W., Rawi, S., & Riyadi, N. (2018). Analisis pengaruh arus dan angin terhadap olah gerak kapal di pintu masuk dermaga Pondokdayung. *Jurnal Chart Datum*, 3(1), 38–43.
- Siregar, M. S., & Hartati, D. V. (2023). Pengoperasian dynamic positioning system di kapal PSV. WM Sulawesi saat snatching pada drillship GSF Explorer. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 6(2), 189–198. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v6i2.413>
- Sudaryono. (2021). Metodologi penelitian. Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2021). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.