

Pengaruh Venting dan Temperatur pada Kegiatan Bongkar Muat LPG di Kapal Fully Refrigerated LPG/C Prima Lautan II

Indah Rika Ardani¹, Eni Tri Wahyuni^{2*}, Retno Indriyati³

^{1,2,3} Program Studi TROK, Politeknik Bumi Akpelni Semarang

*e-mail korespondensi: eni@akpelni.ac.id@gmail.com

Abstract

Venting and temperature are important factors that can affect the efficiency and safety of the LPG loading and unloading process, especially on ships with a fully refrigerated system. This research aims to determine the effect of venting and temperature on LPG loading and unloading activities on the fully refrigerated LPG/C Prima Lautan II ship. This research uses a quantitative approach with survey methods. Data analysis was carried out using multiple linear regression to determine the simultaneous and partial influence of the independent variables (venting and temperature) on the dependent variable (LPG loading and unloading efficiency). The analysis results show that both venting and temperature have a significant effect on loading and unloading activities. Venting contributes to keeping the pressure stable during the process, while temperature has an influence on the evaporation speed and LPG vapor pressure in the tank. The significance value for both variables is less than 0.05, indicating that statistically both have a real influence on the efficiency of LPG loading and unloading activities. The results of the research indicate that if the ventilation and handling work simultaneously well, smooth LPG loading and unloading activities will be achieved on the LPG/C Prima full refrigerated ship. Lautan II.

Keywords: Venting, Temperature, Loading and Discharging LPG

Abstrak

Venting dan temperatur merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi efisiensi serta keamanan proses bongkar muat LPG, terutama pada kapal dengan sistem pendinginan penuh (fully refrigerated). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh venting dan temperatur terhadap kegiatan bongkar muat LPG pada kapal fully refrigerated LPG/C Prima Lautan II. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei. Analisis data dilakukan dengan regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh simultan dan parsial antara variabel independen (venting dan temperatur) terhadap variabel dependen (efisiensi bongkar muat LPG). Hasil analisis menunjukkan bahwa baik venting maupun temperatur berpengaruh signifikan terhadap kegiatan bongkar muat. Venting berkontribusi dalam menjaga tekanan tetap stabil selama proses berlangsung, sementara temperatur menunjukkan pengaruh terhadap kecepatan penguapan dan tekanan uap LPG dalam tangki. Nilai signifikansi untuk kedua variabel lebih kecil dari 0,05, menunjukkan bahwa secara statistik keduanya memiliki pengaruh yang nyata terhadap efisiensi kegiatan bongkar muat LPG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila venting dan temperatur bekerja secara simultan dengan baik maka akan terciptanya kelancaran dalam kegiatan bongkar muat LPG di kapal fully refrigerated LPG/C Prima Lautan II

Kata kunci: Venting, Temperatur, dan Bongkar Muat LPG

.

PENDAHULUAN

Menurut Jenderal et al., (2023), LPG adalah gas bumi yang telah melalui proses pencairan dengan komponen utama yang berupa propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). Elpiji dapat berasal dari proses penyulingan minyak mentah atau dari kondensasi gas bumi dari kilang minyak bumi. Proses dalam mengolah gas bumi menjadi elpiji yaitu absorpsi dan

kriogenik. Dilansir dari laman calor.co.uk, LPG adalah gas hidrokarbon yang berbentuk cair. Elpiji adalah bahan bakar yang tidak berwarna, rendah karbon, dan sangat efisien. Bahan bakar ini terdiri dari 2 jenis komponen utama yaitu *propane* (C_3H_8) dan *butane* (C_4H_{10}). Di sisi lain, bahan bakar ini memiliki berbagai kegunaan dalam kehidupan, seperti untuk memasak, menghangatkan rumah, dan lain sebagainya. Proses pencairan pada minyak bumi perlu dilakukan karena volume elpiji dalam bentuk cair lebih kecil daripada dalam bentuk gas dengan berat yang sama. Oleh karena itu, gas minyak cair ini didistribusikan dalam bentuk cair di dalam tabung logam yang bertekanan. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya ekspansi panas dari cairan di dalamnya. Selain itu, titik didih dari gas elpiji sangatlah rendah sehingga ia akan mudah menguap apabila penyimpanannya bukan di dalam tabung logam bertekanan. (Jenderal et al., 2023)

Proses bongkar muat *butane* dan *propane*, dua jenis gas hidrokarbon yang umum digunakan sebagai bahan bakar dan bahan kimia, membutuhkan perawatan dan transportasi khusus. Kapal yang mengangkut kedua jenis gas ini biasanya memiliki sistem pendingin atau penuh pendingin, untuk menjaga suhu dalam batas aman. Kapal *fully refrigerated* LPG adalah jenis kapal yang dirancang untuk mengangkut *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dalam bentuk cair, dengan sistem penyimpanan yang dilengkapi dengan pendinginan atau suhu rendah yang sangat terkontrol (Studi et al., 2022). Kapal ini memiliki tangki penyimpanan yang mampu mempertahankan LPG dalam bentuk cair dengan tekanan yang tinggi dan suhu rendah. Tekanan dan suhu yang diperlukan untuk menjaga LPG tetap dalam fase cair sangat penting, karena LPG akan menguap dan berubah kembali menjadi gas pada suhu dan tekanan tertentu. Suhu penyimpanan biasanya diatur pada sekitar $-42^{\circ}C$, yang memungkinkan LPG tetap cair pada tekanan tertentu. Karena LPG adalah bahan yang mudah terbakar dan berisiko tinggi, kapal *fully refrigerated* LPG dilengkapi dengan sistem keselamatan yang ketat, termasuk deteksi kebocoran gas, pemadam kebakaran otomatis, dan struktur kapal yang tahan terhadap risiko ledakan atau kebakaran. Perbedaan utama antara kapal *fully refrigerated* LPG dan jenis kapal LPG lainnya adalah kemampuan untuk menyimpan LPG dalam kondisi suhu yang sangat rendah dengan pengendalian tekanan yang lebih baik, menjadikannya lebih efisien dalam pengangkutan LPG dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu yang lama. (Kadek Mikewati et al., 2018)

Temperatur dan *venting* merupakan faktor yang berpengaruh pada kegiatan bongkar muat LPG di kapal *fully refrigerated* LPG/C, suhu dan tekanan muatan di dalam tangki muatan LPG *Carrier* memiliki hubungan berbanding lurus. Artinya, jika suhu muatan naik, maka tekanan muatan di dalam tangki juga akan naik. *Venting* dibutuhkan untuk memenuhi regulasi SOLAS. Untuk mencegah terjadinya *venting*, dapat dilakukan dengan menjaga tekanan *cargo*. Biasanya, kapal LPG memiliki sistem untuk mengatur dan menyeimbangkan tekanan, seperti penggunaan *pressure relief valve* (PRV) yang mencegah kenaikan tekanan berlebih yang dapat berbahaya. (Studi et al., 2022)

Temperatur dan *venting* adalah dua komponen yang sangat mempengaruhi keselamatan dan efisien proses bongkar muat. Proses *venting* adalah pelepasan tekanan berlebih dalam tangki penyimpanan atau sistem distribusi gas. Ini dilakukan pada kapal yang mengangkut gas seperti *propane* dan *butane* untuk menjaga tekanan dalam tangki tetap stabil dan aman selama proses bongkar muat. Fungsi *venting* untuk mengubah volume gas yang di transfer selama bongkar muat. Tekanan dalam tangki dapat meningkat tajam jika kapal tidak memiliki sistem *venting* yang baik, yang beresiko menyebabkan kerusakan struktural pada tangki atau bahkan kebocoran gas. *Venting* akan melepaskan gas ke atmosfer dalam jumlah yang terkendali untuk menjaga tekanan tangki tetap aman. (Studi et al., 2022)

Selain *venting* dan temperatur sangat penting untuk pengangkutan dan penyimpanan gas cair seperti *butane* dan *propane*. Pada temperatur tertentu, fase gas berubah dari cair menjadi

gas, yang berdampak pada tekanan di dalam tangki dan karakteristik gas itu sendiri. Proses pengangkutan LPG memerlukan pengendalian suhu dan tekanan yang sangat tepat, untuk mencegah gas berubah menjadi bentuk gas pada saat pengangkutan. Ini memastikan bahwa LPG tetap dalam kondisi cair, yang lebih efisien dalam hal kapasitas pengangkutan. (Ramadhan, 2023)

Permasalahan pada saat melakukan kegiatan muat terjadi di kapal LPG/C Prima Lautan II sering mengalami *venting* dikarenakan proses *reliquefaction* yang seharusnya menggunakan tiga *cargo compressor* tetapi hanya menggunakan dua *cargo compressor* dikarenakan ada salah satu *cargo compressor* tidak berfungsi sehingga pada saat proses *reliquefaction* kurang maksimal dan pada saat bongkar muat sering terjadi *venting*. *Reliquefaction* membantu menurunkan tekanan dengan mengubah gas kembali menjadi cairan, mencegah terjadinya tekanan berlebih. Proses ini sangat penting untuk menjaga agar LPG tetap dalam kondisi cair selama perjalanan dan memastikan kapal dapat mengangkut jumlah LPG yang optimal tanpa kehilangan gas berharga. *Reliquefaction* mengurangi jumlah gas yang dilepaskan ke atmosfer, sehingga membantu kapal memenuhi standar lingkungan yang ketat terkait emisi gas berbahaya.

Organisasi Maritim Internasional (IMO) dan standar keselamatan internasional (seperti SOLAS) mengatur prosedur operasional kapal yang mengangkut barang berbahaya seperti LPG. *Reliquefaction* membantu kapal LPG memenuhi standar ini, karena sistem ini memastikan bahwa LPG disimpan dengan aman, mengurangi potensi kecelakaan akibat tekanan atau temperatur yang tidak terkendali. Semua prosedur terkait pemuatan, penyimpanan, dan pembongkaran LPG harus dilakukan dengan prosedur keamanan yang sangat ketat, mengikuti standar internasional seperti IMO (*International Maritime Organization*) dan SOLAS (*Safety of Life at Sea*) untuk mencegah terjadinya kejadian yang membahayakan kapal, crew, dan lingkungan.

Kegiatan bongkar dan muat pada kapal LPG/C Prima Lautan II melakukan *training crew* kapal harus dilatih secara intensif untuk mengatasi kondisi darurat dan mengetahui cara merespon perubahan suhu atau tekanan yang tiba-tiba. Crew yang terlatih akan lebih siap menghadapi situasi kritis seperti kebocoran atau ledakan akibat tekanan yang tidak terkendali. Selain itu inspeksi dan pemeliharaan sistem pendinginan dan tekanan secara berkala sangat penting untuk menghindari kerusakan sistem yang dapat berujung pada kegagalan kontrol suhu dan tekanan.

Oleh karena itu, PT. Soechi Line membutuhkan awak kapal yang memahami prosedur pemuatan LPG dan mampu mempersiapkan tangki muatan untuk mengurangi *overpressure* pada tangki selama proses pemuatan LPG dan untuk mencegah kesalahan yang disebabkan oleh kesalahan manusia selama proses penanganan muatan LPG. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut menarik minat peneliti untuk menuangkan pengalaman ke dalam tulisan, pada saat peneliti melaksanakan praktek laut di atas kapal LPG/C Prima Lautan II milik perusahaan PT. Soechi Line .

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tujuan menguji hipotesis melalui pengolahan data numerik secara statistik. Data dikumpulkan secara sistematis dan dianalisis untuk menghasilkan kesimpulan yang objektif serta dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian dilaksanakan selama satu tahun, yaitu 10 Juni 2023 hingga 23 Juli 2024, bertempat di kapal LPG/C Prima Lautan II milik PT Soechi Lines yang dikelola oleh PT Vektor Maritim. Kapal ini berjenis LPG/C Tanker dengan jumlah kru sebanyak 24 orang, yang seluruhnya menjadi objek penelitian.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh crew kapal LPG/C Prima Lautan II yang berjumlah 24 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah nonprobability sampling dengan metode sampel jenuh, di mana seluruh anggota populasi dijadikan sampel karena jumlah populasi relatif kecil.

Data primer diperoleh melalui kuesioner yang dibagikan langsung kepada seluruh kru kapal. Kuesioner disusun menggunakan skala Likert lima tingkat untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi responden, sehingga data kualitatif dapat dikonversi menjadi data kuantitatif.

Teknik analisis data meliputi statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik data responden, serta uji kualitas data yang terdiri dari uji validitas (Product Moment) dan uji reliabilitas (Cronbach's Alpha). Selanjutnya, data dianalisis menggunakan regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh variabel venting dan temperatur terhadap bongkar muat LPG, dilengkapi dengan uji koefisien determinasi (R^2), uji t untuk pengaruh parsial, dan uji F untuk pengaruh simultan antar variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas

Untuk memastikan kuesioner untuk masing-masing faktor tersebut dianggap valid, maka akan dilakukan uji validitas. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian validitas yang dilakukan dalam penelitian ini yang menggambarkan apakah setiap item dalam kuesioner valid untuk variabel yang sedang diteliti.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Venting (X1)

Indikator	r hitung	r tabel	Keterangan
Q1	0,637	0,404	VALID
Q2	0,666	0,404	VALID
Q3	0,797	0,404	VALID
Q4	0,651	0,404	VALID
Q5	0,754	0,404	VALID
Q6	0,675	0,404	VALID
Q7	0,763	0,404	VALID
Q8	0,560	0,404	VALID

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Temperatur (X2)

Indikator	r hitung	r tabel	Keterangan
Q1	0,649	0,404	VALID
Q2	0,538	0,404	VALID
Q3	0,422	0,404	VALID
Q4	0,611	0,404	VALID
Q5	0,514	0,404	VALID
Q6	0,553	0,404	VALID
Q7	0,434	0,404	VALID
Q8	0,725	0,404	VALID

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Bongkar Muat (Y)

Indikator	r hitung	r tabel	Keterangan
Q1	0,620	0,404	VALID
Q2	0,475	0,404	VALID
Q3	0,439	0,404	VALID
Q4	0,690	0,404	VALID
Q5	0,519	0,404	VALID
Q6	0,706	0,404	VALID
Q7	0,512	0,404	VALID
Q8	0,455	0,404	VALID

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Kuesioner tiga variabel memiliki 24 item yang diungkapkan kepada 24 partisipan penelitian, menurut hasil uji validitas yang ditunjukkan pada tabel diatas. Membandingkan nilai r yang dihitung dengan tabel r merupakan salah satu metode untuk menilai validitas kuesioner. Dengan menggunakan rumus $df = N - 2$ dan N adalah jumlah responden (24), tabel r dihasilkan, maka $df = 24 - 2 = 22$. Df menunjukkan bahwa 0,404 adalah nilai tabel r yang tepat pada tingkat signifikansi 0,05.

Validitas yang dinyatakan dalam tabel adalah r hitung untuk setiap item lebih besar daripada r tabel, sesuai dengan hasil perhitungan. Karena r hitung lebih besar daripada r tabel, maka dapat dikatakan bahwa semua survei dianggap valid.

Uji Reliabilitas

Untuk memastikan kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini konsisten dalam menilai hubungan antara variabel X1 dan X2 terhadap variabel Y, dilakukan pengujian reliabilitas. Langkah pertama dalam prosedur pengujian reliabilitas adalah mencari nilai tabel r. Dengan menggunakan rumus $df = N - 2$ dan N adalah jumlah responden (24), maka dilakukan perhitungan tabel r. Dengan demikian, diperoleh tabel r sebesar 0,404 dengan ambang batas signifikansi 0.05 dan $df = 24 - 2 = 22$.

Jika nilai *Cronbach's Alpha* suatu variabel lebih tinggi dari nilai r tabel (0,404), maka variabel tersebut akan dianggap dependen. Sebaliknya, variabel tersebut dianggap tidak reliabel jika nilai *Cronbach's Alpha* lebih rendah dari nilai r tabel. Hasil uji reliabilitas untuk variabel-variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Hasil Uji Reliabilitas *Venting* (X1)

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.839	8

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Nilai *Cronbach's Alpha* lebih tinggi dari nilai r tabel, yaitu 0,839, yang artinya lebih dari 0,404, berdasarkan hasil uji reliabilitas variabel *venting* (X1). Berdasarkan hasil tersebut, setiap pernyataan dalam kuesiaoner *venting* (X1) dapat dipercaya atau diandalkan.

Hasil Uji Reliabilitas Temperatur (X2)

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.682	8

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Nilai *Cronbach's Alpha* lebih tinggi dari nilai *r* tabel, yaitu 0,682, yang artinya lebih dari 0,404, berdasarkan hasil uji reliabilitas variabel temperatur (X2). Berdasarkan hasil tersebut, setiap pernyataan dalam kuesioner temperatur (X2) dapat dipercaya atau diandalkan.

Hasil Uji Reliabilitas Bongkar Muat LPG

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.680	8

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Nilai *Cronbach's Alpha* lebih tinggi dari nilai *r* tabel, yaitu 0,680, yang artinya lebih dari 0,404, berdasarkan hasil uji reliabilitas variabel bongkar muat LPG (Y). Berdasarkan hasil tersebut, setiap pernyataan dalam kuesioner bongkar muat LPG (Y) dapat dipercaya atau diandalkan.

Uji Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk menilai hipotesis penelitian. Tabel menampilkan hasil berbagai perhitungan regresi linier yang telah dijelaskan untuk disediakan.

Hasil Uji Regresi Linier Berganda

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.240	4.425		.958	.349
	Venting	.362	.206	.448	1.754	.094
	Temperatur	.524	.294	.456	1.782	.089

a. Dependent Variable: Bongkar Muat LPG

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Berdasarkan tabel diatas, persamaan regresi dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$Y = 4,240 + 0,362 X_1 + 0,524 X_2 + e$$

Berdasarkan hasil persamaan uji tersebut peneliti dapat menyimpulkan bahwa :

1. Mengingat koefisien regresi variabel *venting* (X1) adalah 0,362 dan menunjukkan nilai positif terhadap variabel dependen bongkar muat LPG (Y), dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan 1 unit *venting* (X1) akan meningkatkan pengaruh pada variabel bongkar muat LPG (Y) sebesar 0,362/36,2% unit, dengan asumsi X2 tetap.
2. Mengingat koefisien regresi variabel temperatur (X2) sebesar 0,524 yang menunjukkan tanda positif, artinya setiap kenaikan 1 unit variabel temperatur (X2) akan meningkatkan pengaruh pada variabel bongkar muat LPG (Y) sebesar 0,524/52,4%.

Uji Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi sebagai alat ukur seberapa baik kemampuan model dalam menjelaskan variasi yang terjadi pada variabel independen. Nilai determinasi ditentukan oleh nilai *adjusted R square* seperti yang ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.885 ^a	.784	.763	1.630

a. Predictors: (Constant), Temperatur, Venting

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Berdasarkan tabel hasil analisis diperoleh nilai *adjusted R square* sebesar 0,784 yang berarti variabel *venting* dan temperatur mampu menjelaskan pengaruh pada kegiatan bongkar muat LPG (Y) sebesar 78,4%, sedangkan faktor lain dalam penelitian ini yang memberikan kontribusi terhadap kegiatan bongkar muat LPG sebesar 100% - 78,4% = 21,6%.

Uji t

Untuk mengetahui apakah variabel bebas secara signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5%. Nilai t estimasi dan nilai t tabel dibandingkan dengan ambang batas signifikansi 5% untuk menguji keputusan dalam uji statistik. Rumus $df = n - k$, dimana n adalah jumlah sampel (24) dan k adalah jumlah variabel bebas (2), dapat digunakan untuk menentukan nilai t tabel. Jadi, $df = 24 - 2 = 22$. Nilai t tabel yang diperoleh dengan $df = 22$ dan tingkat signifikansi 0,05 adalah 2,074.

Jika t yang diestimasi lebih tinggi dari t tabel (2,074), pengujian dianggap memiliki dampak signifikan terhadap variabel dependen. Variabel independen tidak memiliki dampak yang jelas terhadap variabel dependen jika yang dihitung lebih kecil dari t tabel. Lebih jauh, nilai kemungkinan menunjukkan pengaruhnya dengan jelas. Variabel independen memiliki pengaruh yang substansial terhadap variabel dependen jika nilai probabilitasnya kurang dari 0,05 (pada ambang signifikansi 5%). Variabel independen tidak memiliki pengaruh yang jelas terhadap variabel dependen jika nilai probabilitasnya lebih tinggi 0,05.

Hasil Uji t *Venting*

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10.446	2.862	3.649	.001
	Venting	.699	.086	.867	<.001

a. Dependent Variable: Bongkar Muat LPG

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dijelaskan dengan tingkat signifikansi kurang dari 0,001 atau kurang dari 0,05, nilai t yang diperoleh setelah menguji variabel *venting* adalah 8,144, lebih besar dari nilai t tabel sebesar 2,074. Berdasarkan persyaratan pengujian, H_0 diterima dan H_a ditolak karena nilai t lebih besar dari nilai t tabel dan nilai probabilitas kurang dari 0,05.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa bongkar muat LPG dipengaruhi secara signifikan oleh *venting*.

Hasil Uji t Temperatur

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.522	4.063		.129
	Temperatur	.998	.122	.867	<.001

a. Dependent Variable: Bongkar Muat LPG

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Variabel temperatur diuji dan nilai t-nya sebesar 8,166, lebih tinggi dari nilai t-tabel sebesar 2,074. Temuan ini mendukung penerimaan H_0 dan penolakan H_a . Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa variabel gaya kepemimpinan nahkoda berpengaruh signifikan terhadap kegiatan bongkar muat LPG.

Uji f

Uji f mengevaluasi pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersamaan atau secara bersamaan. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui apakah pengaruh kolektif dari variabel bebas terhadap variabel terikat adalah signifikan. Nilai statistik yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antar variabel dalam penelitian ini adalah nilai-nilai tersebut. Hasil uji f, yang melibatkan perhitungan statistik dengan program SPSS, disajikan dalam tabel berikut : Hasil Uji f

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	202.044	2	101.022	38.027	<.001 ^b
	Residual	55.789	21	2.657		
	Total	257.833	23			

a. Dependent Variable: Bongkar Muat LPG

b. Predictors: (Constant), Temperatur, Venting

(Sumber : Data diolah pada 2025)

Tabel uji f menunjukkan bahwa *venting* (X1) dan temperatur (X2) secara simultan berpengaruh pada kegiatan bongkar muat LPG (Y). Nilai probabilitas pada uji f tersebut lebih kecil dari 0,05, maka H_3 diterima dan model regresi yang digunakan dalam penelitian ini dinilai layak atau sesuai. Artinya model regresi yang menghubungkan kedua variabel bebas (*venting* dan temperatur) dengan variabel terikat (bongkar muat LPG) relevan dan dapat diterima untuk digunakan dalam analisis tambahan.

Seluruh data dalam penelitian ini diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh 24 crew kapal LPG/C Prima Lautan II melalui Google Form pada 8 Maret 2025. Variabel yang diteliti meliputi *venting* (X1), temperatur (X2), dan bongkar muat LPG (Y), masing-masing diukur menggunakan 8 butir pernyataan dengan skala Likert. Deskripsi data dilakukan untuk mengetahui karakteristik respons responden terhadap setiap variabel penelitian.

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama penulis menjalani praktik berlayar pada periode 10 Juni 2023 hingga 23 Juli 2024. Kondisi operasional kapal, karakteristik muatan LPG, serta keterlibatan langsung peneliti dalam kegiatan bongkar muat memberikan konteks empiris yang kuat dalam interpretasi data.

Deskripsi dan pembahasan variabel venting

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa variabel venting memiliki nilai rata-rata sebesar 33,0833 dengan simpangan baku 4,1485. Distribusi frekuensi menunjukkan bahwa 54,16% crew menilai venting berada pada kategori tinggi, sedangkan hanya 4,17% yang berada pada kategori sangat rendah dan sangat tinggi.

Dominasi kategori tinggi mengindikasikan bahwa aktivitas venting relatif sering terjadi selama kegiatan bongkar muat LPG. Kondisi ini menunjukkan adanya tekanan tangki yang cenderung meningkat sehingga pelepasan gas melalui vent mast menjadi mekanisme pengendalian tekanan.

Temuan ini sejalan dengan pendapat Daewo dalam Murdiyanto et al. (2021) yang menyatakan bahwa venting merupakan konsekuensi dari peningkatan tekanan muatan gas hingga mencapai ambang batas tertentu. Dalam konteks kapal fully refrigerated, venting yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kehilangan muatan serta menurunkan efisiensi operasional. Oleh karena itu, tingginya tingkat venting yang ditemukan dalam penelitian ini menjadi indikator penting perlunya pengendalian tekanan yang lebih ketat.

Deskripsi dan pembahasan variabel temperatur

Variabel temperatur menunjukkan nilai rata-rata sebesar 33,1250 dengan simpangan baku 2,9089. Sebanyak 58,33% responden menilai temperatur berada pada kategori tinggi, sementara 33,33% berada pada kategori rendah.

Dominannya kategori tinggi mengindikasikan bahwa temperatur muatan LPG selama proses bongkar muat cenderung meningkat. Temperatur yang tinggi berpotensi meningkatkan tekanan uap LPG, yang pada akhirnya memicu terjadinya venting. Kondisi ini memperlihatkan adanya keterkaitan erat antara pengaturan temperatur dan kestabilan tekanan muatan.

Secara teoritis, pengendalian temperatur merupakan faktor krusial dalam menjaga keamanan dan kualitas LPG. Temperatur yang tidak terkontrol dapat mempercepat penguapan, meningkatkan risiko kebocoran, serta membahayakan keselamatan awak kapal. Oleh karena itu, temuan ini menegaskan pentingnya sistem pendingin dan monitoring temperatur yang optimal selama proses bongkar muat.

Deskripsi dan pembahasan variabel bongkar muat LPG

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa variabel bongkar muat LPG memiliki nilai rata-rata sebesar 33,5833 dengan simpangan baku 3,3481. Sebanyak 58,33% responden menilai kegiatan bongkar muat berada pada kategori tinggi, sementara 29,17% berada pada kategori rendah.

Tingginya penilaian terhadap kegiatan bongkar muat menunjukkan bahwa secara umum proses bongkar muat LPG di kapal LPG/C Prima Lautan II berjalan dengan baik. Namun demikian, masih terdapat sejumlah responden yang menilai proses tersebut berada pada kategori rendah hingga sangat rendah, yang mengindikasikan adanya kendala operasional tertentu.

Kendala tersebut diduga berkaitan dengan faktor teknis seperti venting yang berlebihan dan pengaturan temperatur yang kurang optimal, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil analisis variabel sebelumnya.

Uji kualitas data dan implikasinya terhadap temuan

Hasil uji validitas menunjukkan bahwa seluruh item kuesioner pada variabel venting, temperatur, dan bongkar muat LPG memiliki nilai r hitung $> r$ tabel (0,404), sehingga seluruh item dinyatakan valid. Hal ini menegaskan bahwa instrumen yang digunakan mampu mengukur konstruk yang diteliti secara tepat.

Uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,839 untuk venting, 0,682 untuk temperatur, dan 0,680 untuk bongkar muat LPG. Seluruh nilai tersebut lebih besar dari r tabel, sehingga instrumen penelitian dinyatakan reliabel. Dengan demikian, data yang digunakan dalam analisis regresi dapat dipercaya dan konsisten.

Pengaruh venting terhadap kegiatan bongkar muat LPG

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa venting memiliki koefisien regresi sebesar 0,362 dengan arah positif. Uji t menghasilkan nilai t hitung = 8,144, lebih besar dari t tabel = 2,074, serta nilai signifikansi $< 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa venting berpengaruh signifikan terhadap kegiatan bongkar muat LPG.

Secara operasional, semakin sering terjadi venting, maka semakin besar pengaruhnya terhadap kelancaran bongkar muat LPG. Venting yang berlebihan dapat menyebabkan kehilangan muatan, menurunkan efisiensi, serta meningkatkan risiko keselamatan. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa venting harus dikendalikan melalui pemantauan tekanan tangki dan pemeliharaan sistem pipa secara rutin.

Pengaruh temperatur terhadap kegiatan bongkar muat LPG

Variabel temperatur memiliki koefisien regresi sebesar 0,524, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan venting. Hasil uji t menunjukkan t hitung = 8,166, lebih besar dari t tabel, dengan signifikansi $< 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh signifikan dan dominan terhadap kegiatan bongkar muat LPG.

Temuan ini mengindikasikan bahwa pengaturan temperatur yang tepat sangat menentukan keberhasilan bongkar muat LPG. Temperatur yang tidak terkontrol dapat meningkatkan tekanan uap, memicu venting, serta memperbesar risiko kecelakaan. Oleh karena itu, sistem pendingin, isolasi termal, dan monitoring temperatur harus menjadi prioritas utama dalam operasi kapal LPG.

Pengaruh venting dan temperatur secara simultan

Hasil uji F menunjukkan nilai F hitung = 38,027 dengan signifikansi $< 0,05$, yang berarti venting dan temperatur secara simultan berpengaruh signifikan terhadap kegiatan bongkar muat LPG. Nilai Adjusted R Square sebesar 0,784 menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut mampu menjelaskan 78,4% variasi kegiatan bongkar muat LPG, sedangkan 21,6% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

Temuan ini menegaskan bahwa venting dan temperatur merupakan faktor kunci yang saling berkaitan dalam operasi bongkar muat LPG. Ketika temperatur meningkat, tekanan tangki meningkat, sehingga venting menjadi tidak terhindarkan. Kondisi ini apabila tidak dikendalikan akan menurunkan efisiensi dan keselamatan operasional.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh venting dan temperatur terhadap kegiatan bongkar muat LPG di kapal fully refrigerated LPG/C Prima Lautan II, dapat disimpulkan bahwa venting dan temperatur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelancaran operasional. Hasil analisis regresi dan uji t menunjukkan bahwa venting berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien regresi sebesar 0,362, di mana peningkatan

intensitas venting dapat memengaruhi efisiensi bongkar muat, namun venting yang tidak terkendali berpotensi menyebabkan kehilangan muatan, ketidakefisienan, serta risiko keselamatan. Sementara itu, temperatur merupakan variabel yang paling dominan dengan koefisien regresi sebesar 0,524 dan hasil uji t yang signifikan, sehingga pengaturan temperatur yang tepat sangat menentukan keberhasilan proses bongkar muat karena ketidakstabilan temperatur dapat meningkatkan tekanan uap, memicu venting, serta meningkatkan risiko kecelakaan dan kerusakan peralatan. Secara simultan, hasil uji F menunjukkan bahwa venting dan temperatur bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap kegiatan bongkar muat LPG, dengan nilai Adjusted R Square sebesar 0,784 yang berarti kedua variabel mampu menjelaskan 78,4% variasi kegiatan bongkar muat, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain di luar penelitian. Oleh karena itu, secara operasional diperlukan pengendalian tekanan dan temperatur melalui pemantauan tekanan tangki, pemeliharaan sistem muatan, serta pengaturan sistem pendingin dan monitoring berkelanjutan guna meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan efektivitas kegiatan bongkar muat LPG di kapal fully refrigerated.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. M. (2022,). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian. . *Education Journal.*, 2(2), 1–6.
- Ayu, A. (2020). Upaya Peningkatan Pemahaman Awak Kapal Terhadap Venting Pada Vent Mast Di Kapal Gas Ambalat. <http://repository.pip Semarang.ac.id/id/eprint>.
- BL Hentri Widodo, E. T. (2023). Manajemen Pemuatan Barang Berbahaya untuk Keselamatan Kapal Muatan dan ABK: Indonesia. *Jurnal Maritim Polimarini*, 36-44.
- Murdiyanto, E. A. (2021). Mencegah Terjadinya Venting Dengan Menjaga Tekanan Cargo Tank Di Kapal LNG/C SS. Tangguh Batur., . *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 3(1), 8–16. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v3i1.35>.
- Syukur, H. (2016). Potensi Gas Alam di Indonesia. *Majalah Ilmiah PPSDM Migas*.
- Utami, Y. ((2023).). Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrument Penilaian Kinerja Dosen. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(2), 21–24. <https://doi.org/10.55338/saintek.v4i2.730>.
- White, M. G. (2000). *ed Gas Handling Principles on ship and interinals 3rd Edition*. London: Witherby & Co. Ltd.