

KINERJA INERT GAS GENERATOR UNTUK MENDAPATKAN OKSIGEN KONTEN 3% PADA GAS LEMBAM

Susmita Silva^{1*}, Abdi Seno², Andy Wahyu Hermanto³

^{1,2,3} Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

* Email: silvamita86@gmail.com

Email: abdi_seno@yahoo.com

Email: andy@pip-semarang.ac.id

ABSTRACT

Inert Gas System is a machine that functions as a security system to prevent explosions on tankers. Explosion prevention is carried out by introducing inert gas into the cargo tank with the aim of reducing oxygen levels in the cargo tank atmosphere so as to prevent the formation of a flammable gas mixture. Inert gas contains very little oxygen, namely 1-2% by volume. The device that produces the inert gas is called the Inert Gas Generator (IGG). The purpose of this study was to determine the factors that cause high oxygen content contained in the inert gas and the efforts made related to the factors mentioned so that the inert gas generator can work optimally. The research method used by the author is descriptive qualitative with Fishbone data analysis techniques and SWOT analysis. The results of the study stated that the factors causing oxygen content of more than 3% were dirty fuel filter, too much combustion air supply, oxygen analyzer that was rarely calibrated, flow sampling was too large, fuel quality was not good, lack of crew knowledge. to PMS (Plan Maintenance System) IGG. Efforts have been made to clean the fuel pump filter, close the air capacity valve a little, calibrate the oxygen analyzer according to the PMS schedule, reduce the sampling valve flow into the oxygen analyzer, add fuel oil treatment (additives) to the fuel, pay attention to the IGG maintenance schedule according to PMS, restore the maintenance implementation system based on the PMS inert gas generator schedule.

Keywords : *Inert Gas System, Inert Gas, Oxygen Content*

ABSTRAK

Inert Gas System adalah permesinan yang berfungsi sebagai sistem keamanan pencegah ledakan di kapal tanker. Pencegahan ledakan dilakukan dengan cara memasukkan gas lembam ke dalam tangki muatan dengan tujuan mengurangi kadar oksigen di dalam atmosfer tangki muatan sehingga dapat mencegah pembentukan campuran gas yang mudah menyala. Gas lembam mengandung sangat sedikit oksigen yaitu 1-2% berdasarkan volume. Alat penghasil gas lembam disebut dengan *Inert Gas Generator* (IGG). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan tingginya oksigen konten yang dikandung gas lembam serta upaya yang dilakukan terkait dengan faktor penyebab yang disebutkan sehingga *Inert Gas Generator* dapat bekerja optimal. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah deskriptif kualitatif dengan teknik analisa data Fishbone dan Analisis SWOT. Hasil penelitian menyebutkan bahwa faktor-faktor penyebab oksigen konten lebih dari 3% yaitu filter bahan bakar yang kotor, suplai udara pembakaran terlalu banyak, oxygen analyzer yang jarang dikalibrasi, *flow sampling* yang terlalu besar, kualitas bahan bakar yang kurang bagus, kurangnya pengetahuan crew terhadap PMS (*Plan Maintenance System*) IGG. Upaya yang dilakukan adalah membersihkan filter pompa bahan bakar, menutup sedikit air capacity valve, mengkalibrasi oxygen analyzer sesuai jadwal PMS, memperkecil aliran valve sampling ke dalam oxygen analyzer, menambahkan *fuel oil treatment* (additives) pada bahan bakar, memperhatikan jadwal perawatan IGG sesuai PMS, mengembalikan sistem pelaksanaan perawatan berdasarkan jadwal PMS Inert Gas Generator.

Kata Kunci: Inert Gas System, Gas lembam, Oksigen konten

PENDAHULUAN

Penggunaan *Inert Gas System (IGS)* untuk muatan di kapal tanker bukan suatu hal yang baru. Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000 : 9) yang mengacu pada Konvensi *International Safety Of Life At Sea (SOLAS)* bahwa kapal tanker di atas 20.000 ton harus dilengkapi dengan *Inert gas system* yang merupakan salah satu sistem pencegahan terjadinya kebakaran dan ledakan di dalam tangki muatan dengan cara menurunkan kadar oksigen dalam tangki muatan. Kecelakaan berupa kebakaran dapat terjadi jika memenuhi persyaratan segitiga api (*source of ignition*). Penerapan dari IGG guna memutus salah satu unsur rangkaian segitiga api tersebut yaitu oksigen. Dalam kondisi *inerted* pada sebuah tangki, kadar oksigen dalam tangki dikurangi hingga menjadi kurang dari 3% dari atmosfer dengan cara memasukkan gas lembam.

Pada tanggal 16 Januari 2020 penulis mengikuti proses pengoperasian *Inert Gas System* di kapal VLGC Pertamina Gas 2 untuk persiapan loading di Qatar. Saat itu ditemukan kandungan oksigen pada *inert gas* yang dihasilkan oleh *Inert Gas Generator* lebih dari 3%. Sehingga gas lembam terus menerus terbuang ke atmosfer dan tidak disarankan untuk masuk ke dalam tangki muatan, kondisi tersebut berlangsung selama 1 hari dan akan menimbulkan pemborosan bahan bakar dan apabila tetap dilakukan *loading* sebelum tangki dalam kondisi lembam atau *inert condition* maka, dapat dikatakan proses *loading* dengan kondisi yang tidak aman atau *unsafe loading*.

Berdasarkan pada latar belakang masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor apa yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun, sehingga oksigen konten diatas 3% dan upaya apa yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun.

METODE

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam penelitian ini merupakan studi penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis pendekatan induktif. Penelitian dilakukan saat peneliti melaksanakan praktek laut sebagai kadet mesin selama 12 bulan 17 hari Di atas kapal VLGC Pertamina Gas 2. Kapal ini memiliki tipe fully refrigerated. Kapal milik perusahaan PT. Pertamina (Persero), Pertamina Shipping. Penelitian dilakukan dengan mengambil data-data pokok tentang *Inert Gas Generator* beserta dengan sistemnya. Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Primer ini berupa pengamatan yang dilakukan penulis terhadap pengoperasian *Inert Gas Generator* untuk persiapan sebelum kegiatan loading muatan yang meliputi kegiatan awal start *Inert Gas Generator*, ditemukannya masalah, perbaikan masalah hingga pengoperasian *Inert Gas Generator* setelah perbaikan. Serta melakukan wawancara kepada Bapak Agus Khumaidi selaku *Chief Engineer* dan Bapak M. Fadli Satria selaku *Gas Engineer* di Kapal VLGC Pertamina.
2. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh peneliti dari macam-macam buku literatur, arsip resmi, foto-foto, *planned maintenance system*, *piping diagram*, *engine maintenance report*, dan studi pustaka yang berkaitan dengan objek yang diteliti objek yang diteliti.

Teknik pengumpulan data yang digunakan penulis antara lain dengan metode observasi, wawancara, dokumentasi, studi pustaka. Setelah melakukan teknik pengumpulan data, peneliti juga menguji keabsahan data untuk mengetahui keabsahannya. Teknik triangulasi metode dimanfaatkan peneliti untuk menganalisa keabsahan data yang peneliti temukan dari hasil wawancara, observasi, studi pustaka untuk mengecek kebenarannya. Metode yang digunakan untuk menganalisis data pada penelitian ini dengan metode diagram *fishbone* untuk menganalisis permasalahan yang secara jelas dan mencatat semua faktor yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun. Selanjutnya Metode SWOT digunakan peneliti untuk menentukan strategi yang akan dilakukan guna mengoptimalkan kerja *Inert Gas Generator* dari berbagai faktor yang dapat sebelumnya dari teknik *fishbone diagram*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

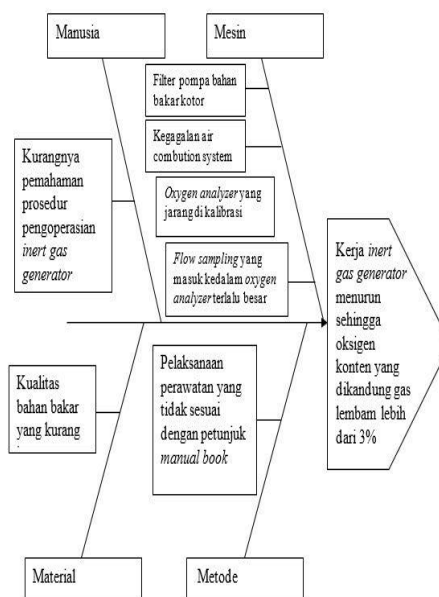
Berdasarkan pengalaman penulis pada saat praktek laut di atas kapal VLGC Pertamina Gas 2 ketika kapal melakukan perjalanan menuju ke Qatar untuk loading tepatnya pada tanggal 16 Januari 2020, *Gas engineer* mengoperasikan *inert generator* untuk *inerting* tangki muatan sebagai persiapan sebelum melakukan kegiatan loading muatan. Saat pengoperasian awal *Inert Gas Generator* berfungsi dengan normal lalu dilanjutkan hingga proses pengeringan di *dryer unit*. Gas lembam akan disarankan

masuk ke dalam tangki muatan apabila kadar oksigen dan *dew point* yang dikandung gas lembam sudah tercapai yaitu oksigen dibawah 3% dan *dew point* maksimal -40°C .

Tetapi saat itu oksigen yang terkandung dalam gas lembam memiliki konsentrasi yang tinggi, sehingga terjadi *alarm high oxygen content* pada panel *Inert Gas Generator*, tetapi *Inert Gas Generator* masih dapat dijalankan. kondisi tersebut berlangsung selama 24 jam tetapi konsentrasi oksigen tetap tinggi, kemudian *Gas engineer* melaporkan hal tersebut kepada *Chief engineer*. *Chief engineer* memerintahkan *Gas engineer* untuk menghentikan permesinan tersebut dan memeriksa apakah ada kesalahan yang terjadi pada permesinan tersebut. Oksigen konten yang tinggi dapat dilihat pada monitor *oxygen analyzer* yang menunjukkan konsentrasi oksigen konten saat itu adalah 4,37 % by volume.

Faktor internal (kelemahan) yang menyebabkan kerja *inert gas generator* menurun, sehingga oksigen konten diatas 3% :

1. *Machine* (Mesin) : Dari segi permesinan Penyebab yang pertama adalah tekanan bahan bakar yang menuju *nozzle* menurun. Turunnya bahan bakar ini disebabkan karena filter bahan bakar yang kotor. Faktor penyebab yang kedua adalah suplai udara yang terlalu banyak. Faktor penyebab yang ketiga adalah *oxygen analyzer* yang jarang dikalibrasi. Faktor penyebab yang keempat adalah karena *flow sampling* yang masuk *oxygen analyzer* terlalu besar.
2. *Material* (Bahan) : Dari segi material berdasarkan observasi yang dilaksanakan penulis diatas kapal faktor penyebab menurunnya kerja *inert gas generator* adalah bahan bakar yang digunakan memiliki kualitas yang kurang baik.
3. *Man* (Manusia) : Faktor penyebab dari segi manusia berdasarkan observasi yang dilaksanakan penulis di atas kapal adalah crew yang jarang melakukan kalibrasi *oxygen analyzer*. Hal ini disebabkan karena crew yang tidak memperhatikan jadwal PMS *Inert Gas Generator*. Pengetahuan crew yang kurang terhadap perawatan IGG dikarenakan crew yang baru saja diangkat menjadi *Gas Engineer* dari yang sebelumnya menjadi masinis 3.
4. *Method* (Metode) : Dari segi metode berdasarkan observasi yang dilaksanakan penulis diatas kapal faktor penyebabnya adalah pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan petunjuk *manual book*. Perawatan tidak dilakukan secara optimal sesuai dengan jadwal PMS (*Plan Maintenance System*) di atas kapal. Pada saat peneliti melaksanakan praktek laut di atas kapal, perawatan inert gas generator saat itu relatif dilakukan berdasarkan *accident*.



Gambar 1. Faktor Internal (kelemahan)

Analisis SWOT

Pembahasan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode analisis SWOT yang terdiri dari *Strenght* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Opportunities* (Peluang), *Threats* (Ancaman). Berikut adalah tabel identifikasi faktor internal dan eksternal yang dikelompokkan oleh peneliti:

Tabel 1. Faktor Kunci Keberhasilan SWOT

NO.	FAKTOR INTERNAL EKSTERNAL	BF%	ND	NBD	NRK	NBK	TNB	FKK	JML	TNB
FAKTOR INTERNAL										
1	Jumlah spare part yang memadai	1,49	3	0,04	2,95	0,04	0,09			
2	Kualitas spare part yang sesuai rekomendasi manual book	2,99	3	0,09	3,05	0,09	0,18			
3	Ketersediaan buku instruksi manual dan SOP sebagai	8,96	4	0,36	3,52	0,32	0,67	1		
4	Jumlah crew yang mencukupi	4,48	4	0,18	3,24	0,14	0,32			
5	Kondisi burner yang relatif baik	5,97	5	0,3	3,9	0,23	0,53	2	S:	1,8
6	Filter pompa bahan bakar yang kotor	11,94	1	0,12	3,95	0,47	0,59	2		
7	Suplai udara terlalu banyak	10,45	2	0,21	3,52	0,37	0,58			
8	Oxygen analyzer yang jarang di kalibrasi	11,94	1	0,12	3,29	0,39	0,51			
9	Flow samping yang masuk kedalam oxygen analyzer terlalu	7,46	2	0,15	2,9	0,22	0,37			
10	Kualitas bahan bakar yang kurang bagus	10,45	2	0,21	3,29	0,34	0,55		W:	3,81
11	Kurangnya pengetahuan crew tentang PMS inert gas	10,5	1	0,1	3,62	0,38	0,48			
12	Pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan jadwal	13,43	2	0,27	3,43	0,46	0,73	1		
FAKTOR EKSTERNAL										
13	Inert Gas Generator dapat bekerja dalam waktu yang lama	4,26	5	0,21	2,86	0,12	0,33			
14	Menghasilkan oksigen konten dibawah 3%	10,64	5	0,53	2,76	0,29	0,83	1		
15	Operasional kapal berjalan dengan lancar	8,51	4	0,34	2,9	0,25	0,59	2		
16	Saat bekerja engineer mendapat referensi dari pihak luar	4,26	3	0,13	3,14	0,13	0,26			
17	Banyak waktu jika sebelum bongkar sehingga dapat melakukan perawatan dan	4,26	3	0,13	3,24	0,14	0,27		O:	2,27
18	Kinerja IGG perlahan menurun	17,02	2	0,34	3,38	0,58	0,92	1		
19	Terganggunya operasional bongkar	12,77	1	0,13	3,67	0,47	0,6			
20	Terjadinya Polimerisasi pada muatan	12,77	2	0,26	3,24	0,41	0,67			
21	Terjadinya ledakan atau kebakaran.	10,64	1	0,11	3,33	0,35	0,46			
22	Meningkatnya biaya atau beban operasional kapal	14,89	2	0,3	3,71	0,55	0,85	2	T:	3,49

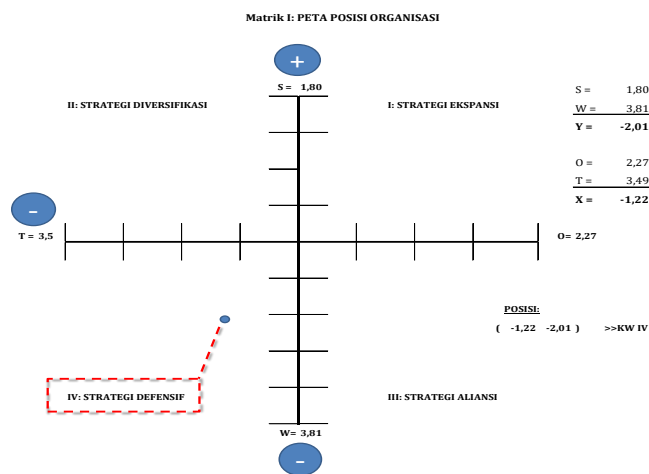
Setelah menentukan faktor-faktor internal dan eksternal langkah selanjutnya adalah memilih dan menentukan penyebab menurunnya kerja inert gas generator, sehingga menghasilkan gas lembam dengan oksigen konten diatas 3% melalui bobot faktor (BF), selanjutnya dilakukan penilaian terhadap faktor-faktor tersebut. Penilaian dilakukan melalui nilai faktor (NF) dan bobot faktor (BF) tiap faktor. Bobot faktor akan dihasilkan dalam bentuk persentase dari jumlah nilai urgensinya (NU). Setelah bobot faktor diketahui, berikutnya dilakukan penentuan Nilai Dukungan (ND). Faktor internal dan eksternal saling berkaitan dalam menentukan penyebab menurunnya kerja *inert gas generator*. Keterkaitan tersebut akan menentukan cara untuk mengatasi faktor kelemahan dan ancaman.

Selanjutnya faktor kunci keberhasilan yang didapat dari hasil perhitungan paling tinggi dimasukkan kedalam tabel 2.

Tabel 2. Faktor Kunci Keberhasilan SWOT

NO.	FAKTOR INTERNAL	
	STRENGTH (S)	WEAKNESS (W)
1	Ketersediaan buku instruksi manual dan SOP sebagai panduan pengopersian dan perawatan inert gas generator	1 Filter pompa bahan bakar yang kotor
2	Kondisi burner yang relatif baik	2 Pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan jadwal PMS manual book
NO.	FAKTOR EKSTERNAL	
	OPPORTUNITIES (O)	THREATS (T)
1	Menghasilkan oksigen konten dibawah 3%	1 Kinerja IGG perlahan menurun
2	Operasional kapal berjalan dengan lancar	2 Meningkatnya biaya atau beban operasional kapal

Berdasarkan rangkuman analisis faktor internal dan eksternal diatas dapat diuraikan dalam peta posisi faktor-faktor penyebab turunnya kerja *inert gas generator* sehingga menghasilkan gas lambat dengan oksigen konten diatas 3% sebagaimana pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Posisi

Dimana nilai jumlah kekuatan (S): 1,80 dan nilai jumlah kelemahannya (W): 3,81 maka selisihnya Y: -2,01. Sedangkan nilai jumlah peluang (O): 2,27 dan nilai jumlah ancamannya (T): 3,49 maka selisihnya X: -1,22 sehingga titik tersebut berada di (-2,01 ; -1,22) dan berada di kwadran IV. Dari hasil perhitungan diatas posisi yang diperoleh berada pada kwadran IV yaitu strategi defensif atau (WT) fokus strategi pada posisi ini adalah meminimalkan kelemahan internal untuk mencegah ancaman eksternal.

Meminimalkan kelemahan internal yang dimaksud disini adalah menanggulangi masalah-masalah yang menjadi faktor penyebab menurunnya kerja *Inert Gas Generator* sehingga menghasilkan gas lambat dengan oksigen konten diatas 3%. Kelemahan internal yang dimaksud adalah filter bahan bakar yang kotor dan pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan jadwal *PMS manual book*. Apabila masalah yang menjadi kelemahan internal sudah diatasi, hal tersebut dapat mencegah terjadinya ancaman eksternal. Ancaman eksternal yang dimaksud adalah kinerja IGG perlahan menurun dan meningkatnya biaya atau beban operasional kapal.

Tabel 3. Matriks Strategi SWOT

Internal	Kelemahan kunci
	- Filter bahan bakar yang kotor - Pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan jadwal <i>PMS manual book</i>
Eksternal	
Ancaman kunci	Strategi WT
- Kinerja IGG perlahan menurun - Meningkatnya biaya atau beban operasional kapal	- Meminimalkan kelemahan internal - Mencegah dan mengatasi ancaman eksternal

Upaya yang dilakukan untuk meminimalkan kelemahan internal dan upaya untuk mencegah terjadinya ancaman eksternal yaitu, membersihkan filter bahan bakar yang kotor, penyesuaian perawatan sesuai dengan jadwal PMS, menjaga kinerja *IGG*, Mencegah meningkatnya biaya atau beban operasional kapal dengan cara mencegah *Inert Gas Generator* mengalami masalah atau kerusakan adalah sebagai berikut: Seluruh sistem harus diperiksa secara visual sebelum dijalankan, khususnya *non return valve* yang menuju ke *deck* atau tangki muatan. Sistem perpipaan keluaran ke ventilasi harus dibuka untuk melepaskan tekanan apa pun dan mencegah aliran balik. Pasokan udara yang menuju ke *scrubber* harus dijalankan sebelum memulai pembakaran. Gas yang dihasilkan harus dibuang ke atmosfer sampai kualitasnya cukup baik untuk digunakan. Pasokan udara harus disesuaikan untuk menghasilkan gas lembam dengan kualitas terbaik: oksigen, karbon dioksida, kadar karbon monoksida dan jelaga harus dikontrol. Jika pasokan udara dikurangi untuk menurunkan konsentrasi oksigen gas yang dihasilkan mungkin akan sering mengandung jelaga yang banyak dan dapat menyumbat unit pengering, *non-return valve* dan lain lain. Kualitas gas harus selalu dipantau selama instalasi dioperasikan.

Beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan dari hasil pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Disarankan kepada *Engineer* yang bertanggung jawab atas *inert gas system* agar memperhatikan dan melakukan perawatan sesuai dengan *instruction manual book*. Perawatan yang sesuai dengan jadwal *PMS* dapat mencegah kejadian serupa terulang kembali dikemudian hari.
2. Agar dapat berjalan dengan baik dan normal sebaiknya *Engineer* yang bertanggung jawab atas *Inert Gas Generator* melakukan kalibrasi terhadap *oxygen analyzer* secara rutin dan aktual. Serta sebaiknya ada *oksigen analyzer* yang *portable* (mudah dibawa) untuk membandingkan dengan yang *fix oxygen analyzer*. Dari hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa semakin sedikit perbedaannya berarti semakin akurat oksigen konten yang terbaca.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan dan hasil penelitian yang dihasilkan dari gabungan metode *fishbone* dan SWOT yang telah diuraikan dalam pembahasan sebelumnya maka penulis dapat menyimpulkan :

1. Faktor utama penyebab menurunnya kerja *Inert Gas Generator* sehingga kadar oksigen konten dalam gas lembam tinggi adalah Filter pompa bahan bakar kotor sehingga tekanan bahan bakar yang menuju ruang pembakaran kurang. Kemudian suplai udara yang terlalu banyak menyebabkan kegagalan *air combustion system*. Sehingga gas lembam yang dihasilkan mengandung oksigen yang lebih banyak.

2. Upaya-upaya yang dilakukan terkait faktor yang menyebabkan menurunnya kerja *Inert Gas Generator* adalah masinis langsung mengecek apa yang menyebabkan oksigen konten lebih dari 3%, setelah ditemukan penyebabnya segera melakukan tindakan membersihkan filter pompa bahan bakar. Membersihkan filter pompa bahan bakar dapat berguna untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada filter bahan bakar. Kemudian menutup sedikit *air capacity valve* yang terletak pada *IGG instrument air inlet* sesuai dengan ketentuan pada *instruction manual book*. Setelah dilakukan upaya tersebut, *Inert gas generator* dapat menghasilkan gas lembam dengan oksigen konten dibawah 3%. Kegiatan loading berjalan dengan lancar dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi Rokhmah, Iken Nafikadini, E. I. 2009. Penelitian Kualitatif. *Journal Equilibrium*.
- Harmworthy Moss. 2012. *Inert Gas Generator System for Gas Carrier Instruction Manual Book*. Korea.
- Hyundai Heavy Industries Co. Ltd. 2013. *LPG Cargo Handling System Instruction Manual*. Korea.
- Institute of Maritime Studies. 2010. *Gas Tankers Familiarisation Level-01*. Glasglow. Scotland.
- International Maritime Organization, 1990, *Inert Gas System*, IMO Publication, London
- Mc. Guire and White. 2000. *Liquefied Gas Handling Principles 3rd Edition*. Witherby & Co. Ltd, London.
- Society of International Gas Tanker and Terminal Operators. 2016. *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals (LGHP4) Fourth Edition*. Witherby Publishing Group Ltd, Scotland.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta. Bandung.
- Susilowati. 2015. *Inert Gas System Kapal Motor Tanker Gandini*. E-jurnal Widya Eksakta. Jakarta.