

**ANALISIS PENGARUH TIMBULNYA SCALE PADA FEED  
WATER SIDE EVAPORATOR TERHADAP KERJA FLASH  
TYPE FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL LNG/C  
SS. TANGGUH BATUR**



**SKRIPSI**

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Pelayaran**

**Disusun Oleh :**

**ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA**  
**NIT. 51145430 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG**

**2019**

**ANALISIS PENGARUH TIMBULNYA SCALE PADA FEED  
WATER SIDE EVAPORATOR TERHADAP KERJA FLASH  
TYPE FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL LNG/C  
SS. TANGGUH BATUR**



**SKRIPSI**

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Pelayaran**

**Disusun Oleh :**

**ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA**  
**NIT. 51145430 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG**

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENGARUH TIMBULNYA SCALE PADA FEED WATER SIDE  
EVAPORATOR TERHADAP KERJA FLASH TYPE FRESH WATER  
GENERATOR DI KAPAL LNG/C  
SS. TANGGUH BATUR**

DISUSUN OLEH :

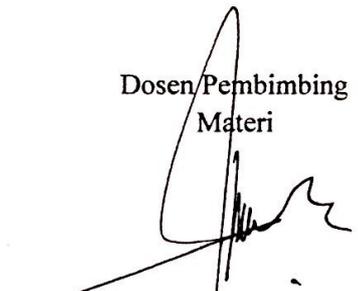
**ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA**  
**NIT. 51145430 T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Pada tanggal, ....14 - 02 - .....2019

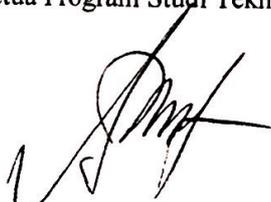
Dosen/Pembimbing  
Materi

  
**ABDI SENO, M.Si, M.Mar.E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19710421 199903 1 002

Dosen Pembimbing  
Metodologi dan Penulisan

  
**DARYANTO, SH, MM**  
Pembina, (IV/a)  
NIP. 19580324 198403 1 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika

  
**H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E**  
Pembina, (IV/a)  
NIP. 19641212 199808 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS PENGARUH TIMBULNYA SCALE PADA FEED WATER SIDE  
EVAPORATOR TERHADAP KERJA FLASH TYPE FRESH WATER  
GENERATOR DI KAPAL LNG/C  
SS. TANGGUH BATUR**

DISUSUN OLEH :

**ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA**  
NIT. 51145430 T

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji  
serta dinyatakan Lulus dengan nilai.....

Pada tanggal, .....2019

Penguji I



**NASRI, M.T., M.Mar.E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19711124 199903 1 003

Penguji II



**ABDI SENO, M.Si., M.Mar.E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19710421 199903 1 002

Penguji III



**Ir. FITRI KENSIWI, M.Pd**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19660721 199203 2 001

Dikukuhkan oleh:

**DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**

**Dr. Capt MASHUDI ROFIK, M.Sc., M.Mar**  
Pembina, (IV/a)  
NIP. 19670605 199808 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA

NIT : 51145430 T

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "Analisis pengaruh timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* terhadap kerja *flash type fresh water generator* di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur" adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab terhadap judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 31 Januari 2019

Yang menyatakan,

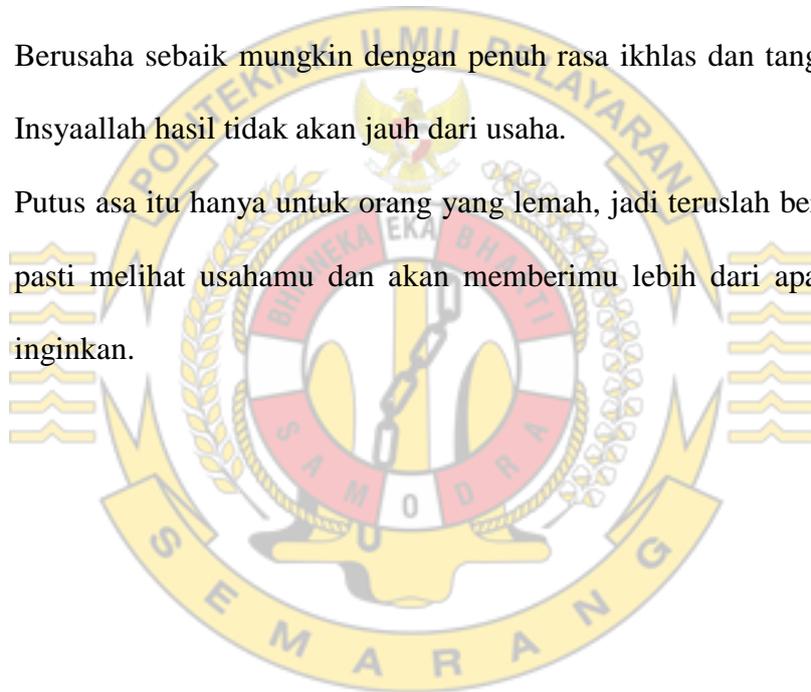


**ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA**

**NIT. 51145430 T**

## HALAMAN MOTTO

1. Janganlah lepas dari restu orang tua, karena restu orang tua adalah kunci dari kesuksesan.
2. Berangkat dengan penuh keyakinan, Berjalan dengan penuh keikhlasan, Istiqomah dalam menghadapi cobaan.
3. Perbanyak bersyukur dan kurangi mengeluh.
4. Berusaha sebaik mungkin dengan penuh rasa ikhlas dan tanggung jawab, Insyaallah hasil tidak akan jauh dari usaha.
5. Putus asa itu hanya untuk orang yang lemah, jadi teruslah berjuang, Allah pasti melihat usahamu dan akan memberimu lebih dari apa yang kamu inginkan.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Selain itu dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi yang telah penulis susun ini kepada:

1. Orang tuaku tercinta, Bapak Muh Baidi dan Ibu Eny Marfuatun yang selalu memberikan cinta, kasih sayang dan doa restu yang tiada henti untuk mencapai keberhasilan dan cita-cita.
2. Kakak dan adik tercinta, Hondiana Elsa Praditha dan Yuricko Candra Kurniawan yang selalu memberikan semangat, harapan dan dukungan.
3. Orang yang saya sayangi dan sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
4. Seluruh teman-teman kasta Solo Raya, rekan-rekan Angkatan 51, senior dan adik tingkat yang selalu memberikan semangat.
5. Seluruh staff dan pegawai PT. Cipta Wira Tirta dan NYK *Shipmanagement*, yang telah menerima penulis untuk melaksanakan praktek laut.
6. Seluruh *engineer*, *officer* dan *crew* SS. Tangguh Batur yang telah membimbing penulis saat melaksanakan praktek laut serta membantu penulis dalam pengumpulan data-data sehingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia yang diberikan, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Analisis pengaruh timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* terhadap kerja *flash type fresh water generator* dikapal LNG/C SS. Tangguh Batur”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program D.IV tahun ajaran 2018-2019 Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, juga merupakan salah satu kewajiban bagi taruna yang akan lulus dengan memperoleh gelar Profesional Sarjana Terapan Pelayaran.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yth:

1. Dr. Capt Mashudi Rofik, M.Sc, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. H. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Abdi Seno, M.Si, M.Mar.E. selaku dosen pembimbing teori.
4. Daryanto, SH, MM selaku dosen pembimbing penulisan.
5. Seluruh staff dan pegawai PT. Cipta Wira Tirta dan NYK *Shipmanagement*, yang telah menerima penulis untuk melaksanakan praktek laut.
6. Seluruh perwira dan crew SS. Tangguh Batur yang telah membimbing penulis saat praktek laut serta membantu penulis dalam pengumpulan data-data hingga terselesaikannya skripsi ini.

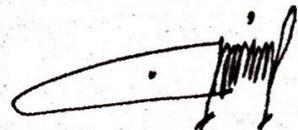
7. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan.
8. Yang penulis banggakan rekan-rekan angkatan 51 Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang serta kasta Solo Raya.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran ataupun koreksi dari para pembaca semua yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan apabila dalam skripsi ini ada hal-hal yang tidak berkenan khususnya bagi PT. Cipta Wira Tirta, NYK *Shipmanagement* serta SS. Tangguh Batur sebagai tempat penulis melakukan penelitian untuk skripsi ini atau pihak-pihak lain yang merasa dirugikan, penulis minta maaf.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Aamiin.

Semarang, 31 Januari 2019

Penulis



ARFIENDHO GAGAH PRAYOGA  
NIT. 51145430 T

## DAFTAR ISI

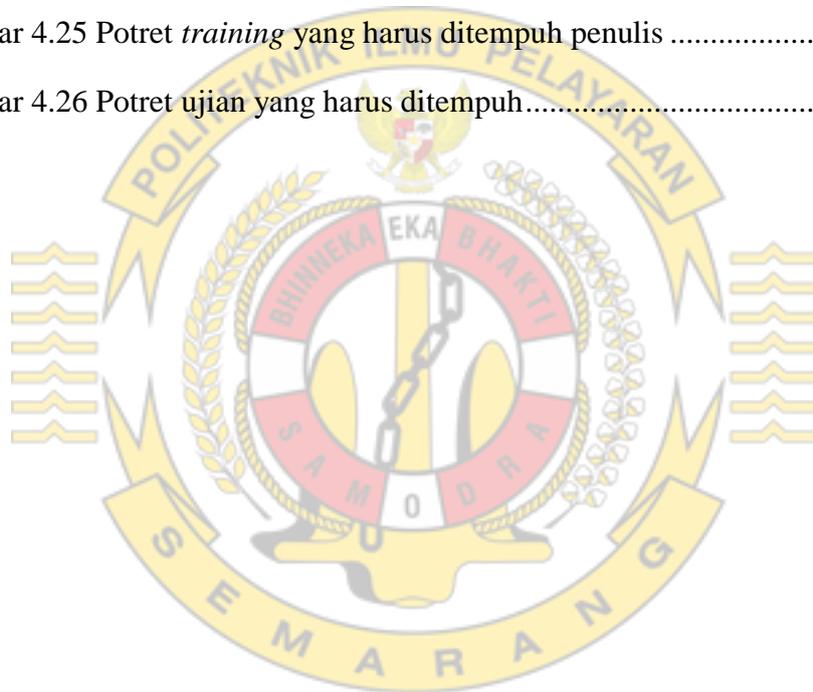
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
ABSTRAKSI .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Pembatasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pikir Penelitian .....	27

	C. Definisi Operasional.....	28
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
	A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
	B. Jenis Data .....	31
	C. Metode Pengumpulan Data.....	33
	D. Teknik Analisis Data .....	35
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
	A. Gambaran Umum.....	42
	B. Analisis Masalah.....	48
	C. Pembahasan Masalah.....	75
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	
	A. Simpulan.....	86
	B. Saran.....	87
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flash type fresh water generator</i> di kapal SS. Tangguh Batur.....	14
Gambar 2.2 Komponen <i>flash type fresh water generator</i> .....	17
Gambar 2.3 Skema <i>flash type fresh water generator</i> menurut Sunarto.....	18
Gambar 2.4 <i>Pipelines flash type fresh water generator</i> .....	21
Gambar 2.5 <i>Scale</i> pada <i>feed water side evaporator</i> .....	26
Gambar 2.6 Kerangka piker.....	27
Gambar 4.1 <i>Noon report</i> .....	46
Gambar 4.2 Kondisi <i>feed water side evaporator</i> .....	47
Gambar 4.3 Hal yang harus diperhatikan saat <i>start stop FWG</i> .....	49
Gambar 4.4 Perawatan <i>descaling</i> .....	50
Gambar 4.5 Pengaturan <i>setting</i> pada <i>digital salinity indicator</i> .....	51
Gambar 4.6 Adanya keterlambatan <i>requisition spare part</i> .....	51
Gambar 4.7 Keausan pada <i>mechanical seal</i> .....	52
Gambar 4.8 <i>Overhauled brine pump</i> .....	52
Gambar 4.9 Kondisi <i>zinc anode</i> yang telah rusak.....	53
Gambar 4.10 <i>Salinity sensor cell</i> .....	54
Gambar 4.11 <i>Chemical dosing pump</i> .....	54
Gambar 4.12 <i>Rubber packing</i> pada <i>evaporator</i> .....	55
Gambar 4.13 Kondisi air laut dari <i>low sea chest</i> .....	56
Gambar 4.14 Timbulnya endapan garam pada <i>evaporator</i> .....	57
Gambar 4.15 <i>Pressure gauge steam ejector</i> .....	58
Gambar 4.16 Potret pengoperasian di ECR.....	59
Gambar 4.17 Adanya penundaan <i>daily job order</i> .....	59

Gambar 4.18 <i>Toolbox meeting</i> .....	61
Gambar 4.19 Pembersihan <i>scale</i> pada <i>evaporator</i> .....	79
Gambar 4.20 Pembersihan <i>demister</i> .....	80
Gambar 4.21 Pembersihan <i>feed water heater</i> .....	80
Gambar 4.22 <i>Chemical dosing pump</i> .....	82
Gambar 4.23 Perhitungan perbandingan <i>chemical dosing</i> .....	83
Gambar 4.24 <i>Vaptret</i> sebagai <i>bahan chemical dosing</i> .....	83
Gambar 4.25 Potret <i>training</i> yang harus ditempuh penulis .....	84
Gambar 4.26 Potret ujian yang harus ditempuh.....	85



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skala prioritas .....	40
Tabel 3.2 Penilaian prioritas masalah kategori <i>software</i> .....	40
Tabel 3.3 Penilaian prioritas masalah kategori <i>hardware</i> .....	41
Tabel 3.4 Penilaian prioritas masalah kategori <i>environment</i> .....	41
Tabel 3.5 Penilaian prioritas masalah kategori <i>lifeware</i> .....	41
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>flash type fresh water generator</i> .....	43
Tabel 4.2 Perawatan berkala <i>flash type fresh water generator</i> .....	44
Tabel 4.3 Studi pustaka kejadian <i>software</i> dari <i>engine log book</i> .....	63
Tabel 4.4 Studi pustaka kejadian <i>hardware</i> dari <i>engine log book</i> .....	63
Tabel 4.5 Studi pustaka kejadian <i>environment</i> dari <i>engine log book</i> .....	64
Tabel 4.6 Studi pustaka kejadian <i>lifeware</i> dari <i>engine log book</i> .....	64
Tabel 4.7 Penilaian prioritas masalah kategori <i>software</i> .....	76
Tabel 4.8 Penilaian prioritas masalah kategori <i>hardware</i> .....	76
Tabel 4.9 Penilaian prioritas masalah kategori <i>environment</i> .....	77
Tabel 4.10 Penilaian prioritas masalah kategori <i>lifeware</i> .....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Transkrip wawancara dengan *chief engineer*
- Lampiran 2. Transkrip wawancara dengan *third engineer*
- Lampiran 3. *Noon report* tanggal 27 Desember 2016
- Lampiran 4. *Noon report* tanggal 13 Januari 2017
- Lampiran 5. *Noon report* tanggal 02 Februari 2017
- Lampiran 6. *Noon report* tanggal 08 Februari 2017
- Lampiran 7. *Maintenance report* tanggal 09 Februari 2017
- Lampiran 8. Prosedur pengoperasian *flash type fresh water generator*
- Lampiran 9. Gambar *piping diagram flash type fresh water generator*
- Lampiran 10. *Ship's Particular*
- Lampiran 11. IMO *crewlist* SS. Tangguh Batur
- Lampiran 12. Potret SS. Tangguh Batur dan *flash type fresh water generator*

## ABSTRAKSI

**Arfiendho Gagah Prayoga**, 2019, NIT: 51145430T, “*Analisis Pengaruh Timbulnya Scale Pada Feed Water Side Evaporator Terhadap Kerja Flash Type Fresh Water Generator Di Kapal LNG/C SS. Tangguh Batur*”, skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Abdi Seno, M.Si, M.Mar.E, Pembimbing II: Daryanto, SH, MM.

*Flash type fresh water generator* di atas kapal LNG/C digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tawar untuk akomodasi dan operasional permesinan yang membutuhkan. Salah satu bagian penting dari *flash type fresh water generator* adalah *feed water side evaporator* yang berfungsi untuk menguapkan air laut dengan menggunakan media pemanas *steam*, yang tentunya tidak boleh timbul kerak atau *scale* pada bagian tersebut karena akan mempengaruhi kerja dari *fresh water generator* itu sendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*, dampak dari faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*, dan upaya untuk mengatasi faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Dalam skripsi ini penulis menggunakan teknik analisa data SHELL dan USG. SHELL digunakan untuk menentukan kemungkinan faktor masalah berdasarkan *software, hardware, environment, lifeware*, dan kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis data USG (*urgency, seriousness, growth*) untuk menentukan faktor masalah yang menjadi prioritas utama. Teknik pengumpulan data berupa pendekatan terhadap obyek melalui observasi, wawancara serta studi pustaka.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis, dapat disimpulkan bahwa timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* disebabkan oleh perawatan yang dilakukan tidak sesuai *maintenance plan*, adanya *trouble* pada *chemical dosing pump*, kadar garam air laut yang sangat tinggi, dan kurangnya pengetahuan dan pengalaman *engineer* tentang *flash type fresh water generator*. Hal tersebut berdampak pada timbulnya *scale* dan penurunan produksi air tawar. Untuk mengatasi faktor-faktor tersebut dapat dilakukan dengan melakukan *descaling* sesuai dengan jadwal *maintenance plan*, melakukan *daily inspection* dan perawatan pada *chemical dosing pump*, melakukan penginjeksian *chemical dosing* sesuai buku manual, memberikan *training* dan ujian serta familiarisasi kepada *engineer* tentang *flash type fresh water generator* diatas kapal.

**Kata kunci:** *flash type fresh water generator, scale, SHELL dan USG.*

## ABSTRACT

**Arfiendho Gagah Prayoga**, 2019, NIT: 51145430T, “*Analysis the Effect of Scale on Feed Water Side Evaporator to Flash Type Fresh Water Generator’s Work on LNG/C Vessel SS. Tangguh Batur*”, Minithesis of Engine Department, Diploma IV Program, Merchant Marine Polytechnic of Semarang, Supervisor I: Abdi Seno, M.Si, M.Mar.E and Supervisor II: Daryanto, SH, MM.

Flash type fresh water generator on LNG/C vessel is used to fulfill fresh water consumption on accommodation and operation of machineries. One of important part on flash type fresh water generator is feed water side evaporator which is used to boil sea water with heating steam. It is not good if there is a lot of scale inside because it will affect fresh water generator’s work. The purpose of this mini thesis are to know the factors which cause scale inside of feed water side evaporator, the impact of the factors which cause scale inside of feed water side evaporator and the efforts of the factors which cause scale inside of feed water side evaporator.

The methods in this mini thesis are qualitative, then it is analyzed by SHEL and USG. SHEL method is used to find the possibility of any factors by software, hardware, environment, lifeware, and then analyzed by USG method (urgency, seriousness, growth) to determine the main priority of factors. In this case, technique of collecting data is in the form of an approach to objects by observations, interviews and literature studies using documents and data related to flash type fresh water generator.

As a result of this mini thesis, author concludes that scale inside of feed water side evaporator are caused by maintenance carried out is not in accordance with maintenance plan, there is any trouble in the chemical dosing pump, content of salt water is very high, and a lack of knowledge and experience of engineer about flash type fresh water generator. The impact of that factors are scale inside evaporator and it will decrease in water production. So, the efforts to resolve that factors are doing descaling as per maintenance plan schedule, doing daily inspection and maintenance of chemical dosing pump, doing injection of chemical dosing as per manual book, give some training, examination and familiarization to engineers about flash type fresh water generator on board.

**Keywords:** *flash type fresh water generator, scale, SHEL and USG.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Penggunaan air tawar di atas kapal sangat besar manfaatnya untuk memenuhi kebutuhan bagi awak kapal serta sebagai penunjang kelancaran operasional kapal, misalnya digunakan sebagai pengisian air untuk *main boiler*, pendingin mesin bantu, air pengoperasian *purifier*, penghasil air minum dan untuk pencuci *deck* serta kegiatan lain di atas kapal.

Kebutuhan air tawar di atas kapal dapat dipenuhi dengan *supply* air tawar dari darat dengan menggunakan truk tangki air tawar, kapal *bunker* air tawar maupun *supply* langsung dari pelabuhan, tetapi hal itu memerlukan biaya yang besar, waktu yang cukup lama untuk *bunker* air tawar dan kapasitas tangki air tawar yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan di atas kapal selama perjalanan jauh. Resiko sangat besar apabila air tawar habis pada saat kapal beroperasi, terutama untuk kapal-kapal LNG/C yang menggunakan *main boiler*. Hal ini dikarenakan *main boiler* memerlukan ketersediaan air yang cukup untuk menghasilkan *steam* sebagai media penggerak mesin induk. Untuk menghindari hal tersebut, maka dari itu kapal-kapal LNG/C pada umumnya dilengkapi dengan suatu pesawat untuk memenuhi kebutuhan air tawar diatas kapal, pesawat ini membuat air tawar melalui proses destilasi dari air laut yaitu *fresh water generator*. Di mana pesawat ini mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses penguapan dan proses kondensasi. Dengan adanya *fresh water generator* diatas kapal maka kebutuhan air tawar dapat terpenuhi.

Tersedianya air tawar di atas kapal merupakan hal yang mutlak bagi kebutuhan akomodasi dan kelancaran operasional permesinan yang membutuhkan, misalnya untuk memenuhi keperluan mandi, kebutuhan air minum, kebutuhan bersih-bersih, kebutuhan air untuk *main boiler*, kebutuhan air tawar sebagai media pendingin permesinan dan lain-lain. Kegiatan pelayaran dapat terganggu jika produksi air tawar yang dihasilkan oleh *fresh water generator* mengalami masalah, karena pengaruh peralatan dan kerja dari komponen *fresh water generator* yang kurang baik atau sebab yang lain yang menyebabkan *fresh water generator* mengalami gangguan.

Dalam kenyataannya, *flash type fresh water generator* yang ada dikapal LNG/C SS. Tangguh Batur mengalami penurunan produksi air tawar pada saat melakukan pelayaran dari pelabuhan muat Tangguh, Papua menuju pelabuhan bongkar Tanjung Priuk, Jakarta terhitung dari tanggal 02 Februari 2017. Penurunan produksi air tawar ini terjadi sampai kapal melakukan *anchorage* setelah melakukan *bongkar cargo* yaitu pada tanggal 08 Februari 2017. Produksi air tawar yang dihasilkan oleh *flash type fresh water generator* mengalami penurunan dari kondisi normal yaitu dari  $\pm 60$  ton/hari menjadi  $\pm 34$  ton/hari. Hal ini menyebabkan persediaan air tawar menipis sehingga diberlakukan pembatasan pemakaian air tawar untuk akomodasi, tidak difungsikannya *sterilizer* sebagai penghasil air minum dan perlunya pengamatan lebih terhadap kebutuhan air tawar di *main boiler* sebagai penghasil *steam*.

Dilatarbelakangi oleh perbedaan antara pernyataan secara teori yang berbeda dengan kenyataan yang terjadi, maka penulis tertarik untuk

melakukan penelitian dengan mengambil judul skripsi “**analisis pengaruh timbulnya scale pada feed water side evaporator terhadap kerja flash type fresh water generator di kapal LNG/C SS. Tangguh Batur**”.

## **B. Perumusan Masalah**

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang sudah ada, penulis merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor–faktor apakah yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*?
2. Apa dampak dari faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*?
3. Upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*?

## **C. Pembatasan Masalah**

Dikarenakan permasalahan yang ada sangat luas serta untuk mempermudah dalam melaksanakan penelitian dan pembahasannya, maka penulis membatasi penelitian ini hanya pada pengoperasian dan perawatan *flash type fresh water generator* yang ada di kapal penulis melaksanakan praktek laut, yaitu di LNG/C SS. Tangguh Batur yang dilengkapi dengan *sasakura flash type fresh water generator type F-65S*.

Penelitian dilakukan selama sembilan bulan dua belas hari ketika masa praktek laut berlangsung, yaitu tehitung dari *sign on* pada tanggal 04 Februari 2017 di Tanjung Priuk, Jakarta sampai dengan *sign off* pada tanggal 16 November 2017 di Tanjung Priuk, Jakarta.

#### D. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui faktor–faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*.
2. Untuk mengetahui dampak dari faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*.

#### E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya tentang pengoperasian dan perawatan *flash type fresh water generator*.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi Masinis

Bagi para masinis yang bekerja diatas kapal diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai pedoman dan acuan mengenai pengoperasian dan perawatan yang konsisten dan berkala terhadap *flash type fresh water generator*. Penelitian ini juga bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi masinis baru atau yang belum pernah menemui *flash type fresh water generator* di kapal. Penelitian ini juga bermanfaat untuk masinis yang sedang berlayar.

b. Bagi Taruna Taruni Pelayaran Jurusan Teknika

Bagi taruna taruni pelayaran khususnya jurusan teknik, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai materi belajar tentang pengoperasian dan perawatan *flash type fresh water generator*.

c. Bagi Perusahaan Pelayaran.

Bagi perusahaan pelayaran hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar bagi perusahaan pelayaran untuk menentukan kebijakan baru tentang manajemen perawatan yang akan dilakukan.

d. Bagi PIP Semarang.

Bagi PIP Semarang, penulisan skripsi ini dapat menjadi perhatian agar pemahaman teori terhadap *flash type fresh water generator* semakin baik dan dapat dijadikan bekal ilmu pengetahuan tambahan bagi calon perwira yang akan bekerja di atas kapal, serta menambah perbendaharaan karya ilmiah di Perpustakaan PIP Semarang.

## F. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis membagi kedalam 5 bab secara kesinambungan. Dimana bab yang satu dengan yang lainnya saling terkait, sehingga tersusun sistematikanya sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan. Latar belakang berisi tentang alasan pemilihan judul skripsi dan pentingnya judul

skripsi. Perumusan masalah adalah uraian masalah yang diteliti dalam penulisan skripsi. Batasan masalah berisi batasan dari pembahasan masalah yang akan diteliti sehingga pembahasan masalah tidak menyebar secara luas. Tujuan penelitian berisi tujuan kegiatan penelitian. Manfaat penelitian adalah manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian. Sistematika penelitian berisi tentang susunan tata bagian dari skripsi dalam satu runtutan pikir.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini menjelaskan landasan teori yang berisikan tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian dan definisi operasional. Tinjauan pustaka berisi tentang teori atau pemikiran serta konsep yang melandasi judul penelitian. Kerangka pikir penelitian merupakan pemaparan penelitian kerangka berfikir atau pentahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan berdasarkan pemahaman teori dan konsep. Definisi operasional adalah definisi praktis atau operasional dalam penelitian yang dipandang penting.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini menjelaskan mengenai tempat dan waktu penelitian, jenis data, metode pengumpulan dan data teknik analisa data. Waktu dan tempat penelitian menerangkan lokasi dan waktu dimana serta kapan penelitian dilakukan. Metode

pengumpulan data merupakan cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data. Teknis analisa data berisi alat dan cara analisis data yang dilakukan.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN MASALAH**

Dalam bab ini terdiri dari gambaran umum obyek penelitian, analisa hasil penelitian dan pembahasan masalah. Gambaran umum objek penelitian adalah gambaran umum mengenai suatu obyek yang diteliti. Analisis hasil penelitian merupakan bagian inti dari skripsi dan berisi pembahasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh.

#### **BAB V PENUTUP**

Sebagai bagian akhir dari penulisan skripsi ini, maka akan ditarik kesimpulan dari analisa dan pembahasan masalah. Dalam bab ini penulis juga akan menyumbangkan saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait sesuai dengan fungsi penelitian.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul “analisis pengaruh timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* terhadap kerja *flash type fresh water generator* di kapal SS. Tangguh Batur”. Dalam penelitian ini penulis akan menjelaskan terlebih dahulu tentang pengertian dan definisi-definisi agar ada korelasi pemahaman yang lebih jelas.

##### 1. Analisis

Analisa atau *analysis* adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk dikaji lebih lanjut. Analisa berasal dari Bahasa kuno yaitu analisis yang artinya melepaskan. Analisis terbentuk dari dua suku kata, yaitu “ana” yang berarti kembali, dan “luein” yang artinya melepas kembali atau menguraikan. Kata analisis ini diserap ke dalam Bahasa Inggris menjadi *analysis* yang kemudian diserap juga kedalam Bahasa Indonesia menjadi analisa, (Ibrahim, 2013).

##### 2. Pengaruh

“Pengaruh adalah daya yang ada atau timbul dalam suatu perbuatan seseorang yang ikut membentuk watak, kepercayaan atau perbuatan seseorang” (KBBI, 2008:664). Pengertian pengaruh ini dijadikan acuan untuk merumuskan definisi operasional dalam melakukan penelitian ini,

penelitian yang dimaksud dalam hal ini adalah pengaruh timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* terhadap kerja *flash type fresh water generator*.

### 3. *Fresh Water Generator*

#### a. Pengertian *fresh water generator*

Menurut Sunarto (2013:5), *fresh water generator* adalah suatu pesawat bantu pembangkit air tawar dengan menguapkan air laut kemudian diembunkan. Untuk menguapkan air laut tersebut dengan cara di *vacuum* terlebih dahulu dan dipanaskan mempergunakan air tawar pendingin mesin induk.

Berdasarkan pernyataan Sunarto (2013:26), bahwa air tawar yang dihasilkan oleh *fresh water generator* umumnya menggunakan metode evaporasi. Air tawar tersebut dihasilkan oleh penguapan air laut dengan menggunakan panas dari salah satu sumber panas. Umumnya sumber panas yang tersedia diambil dari jaket mesin induk yang digunakan untuk mendinginkan komponen mesin utama, seperti kepala silinder, liner dll. Suhu yang dihasilkan dari *jacket water* yaitu sekitar  $70^{\circ}\text{C}$ , tetapi pada suhu ini penguapan air tidak maksimal karena penguapan maksimal pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dibawah tekanan atmosfer. Jadi dalam rangka untuk menghasilkan air bersih di  $70^{\circ}\text{C}$  perlu mengurangi tekanan atmosfer, yang dilakukan dengan menciptakan *vacuum* dalam ruang dimana penguapan berlangsung. Sebagai akibat dari *vacuum* pendinginan dari air laut menguap pada

suhu yang lebih rendah. Air akan didinginkan dan dikumpulkan kemudian dipindahkan ke tangki.

b. Prinsip kerja *fresh water generator*

Sunarto (2013:27) menjelaskan bahwa prinsip kerja *fresh water generator* secara umum adalah sebagai berikut:

1) Pemindahan panas

Panas akan mengalir dari bagian cairan yang bersuhu tinggi ke cairan yang bersuhu rendah, besarnya pemindahan panas tergantung dari:

- a) Perbedaan suhu antara bahan yang memberi dan bahan yang menerima panas.
- b) Luas permukaan dimana panas mengalir.
- c) Koefisien penghantar panas dari bahan-bahan yang dilalui panas.

2) Penguapan dan pengembunan

Bila panas diberikan pada cairan dan terus ditambahkan maka suhu cairan akan naik hingga suatu titik yang disebut titik didih dan bila sudah mencapai titik tersebut masih diberikan panas maka cairan akan mendidih dan menguap. Apabila kemudian uap tersebut dikumpulkan dan diberi pendingin akan terjadi penyerapan panas dari uap ke bahan pendingin dalam suatu proses pengembunan sehingga uap akan kembali menjadi wujud cair.

### 3) Pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih

Pada tekanan udara 1 atmosfer air akan mendidih pada suhu 100° C, bila tekanan naik maka suhu titik didihnya juga naik, demikian juga sebaliknya. Air pendingin motor induk yang masih tinggi suhunya dimanfaatkan sebagai pemanas pada *evaporator*, karena pada ruangan ini tekanan dikurangi dengan suhu 55°C -65°C air akan mendidih maka terjadilah pembentukan uap dan mengalir ke kondensor. Pada saat terjadinya penguapan akan mengakibatkan kenaikan kadar garam pada sisa air laut yang tidak sempat menguap dalam *evaporator* yang disebut gas brein dan untuk menjaga terjaminnya batas-batas keadaan kadar garam *evaporator* dilengkapi dengan *ejector brein* untuk membuang kenaikan brein tersebut sedangkan kondensat yang terjadi dalam kondensor oleh pompa kondensat dialirkan ke tangki air tawar.

#### c. Jenis-jenis *fresh water generator*

Dibawah ini merupakan jenis-jenis *fresh water generator* berdasarkan tekanan dan konstruksinya.

##### 1) Berdasarkan tekanan

Menurut Yhuto (2013), Jenis-jenis *fresh water generator* berdasarkan tekanannya adalah sebagai berikut:

##### a) *Fresh water generator* tekanan tinggi

*Fresh water generator* tekanan tinggi ini akan bekerja dengan cara menguapkan air laut pada tekanan diatas 1

bar, sehingga sesuai dengan sifat-sifat air, penguapan terjadi pada suhu diatas 100°C.

b) *Fresh water generator* tekanan rendah

*Fresh water generator* tekanan rendah ini akan bekerja dengan cara menguapkan air laut pada tekanan dibawah 1 bar, dengan demikian suhu yang diperlukan tidak perlu tinggi, misalnya dengan vakum 99% hanya dibutuhkan untuk suhu penguapan sekitar 70°C, sehingga tidak memerlukan media penguap yang bersuhu tinggi. *Fresh water generator* inilah yang sering digunakan diatas kapal karena lebih cepat dan efisien dalam menghasilkan air tawar.

2) Berdasarkan konstruksinya

Menurut buku NYK *engine cadet course handouts*, ada beberapa jenis *fresh water generator* yang sering digunakan diatas kapal. Berikut ini adalah beberapa *fresh water generator* yang sering digunakan di atas kapal :

a) *Plate type fresh water generator*

*Plate type fresh water generator* adalah *fresh water generator* yang menggunakan *plate type heat exchanger* untuk menghasilkan air tawar. *Fresh water generator* ini biasanya menggunakan *jacket cooling* dari *main engine* sebagai sumber panas. *Fresh water generator* ini biasanya digunakan di kapal diesel.

b) *Low pressure submerge tube type fresh water generator*

*Low pressure submerge tube type fresh water* adalah *fresh water generator* yang menggunakan tekanan rendah untuk menghasilkan air tawar. *Fresh water generator* ini dapat menggunakan *jacket cooling* dari *main engine* atau *steam* dari *main boiler* sebagai sumber panas.

c) *Flash type distilling plants (for LNG vessel)*

*Flash type fresh water generator* adalah *fresh water generator* yang menggunakan *flashing chamber* sebagai tempat *evaporator* untuk menghasilkan air tawar dan biasanya hanya digunakan dikapal *LNG vessel*. *Flash type fresh water generator* ini merupakan *fresh water generator* yang akan dibahas dalam skripsi ini.

4. *Flash Type Fresh Water Generator*

a. *Pengertian flash type fresh water generator*

Menurut H.D. McGeorge (2002:101), *flash type fresh water generator* adalah *fresh water generator* yang menggunakan dua *chamber flash evaporators* dimana air laut yang dipanaskan di *flash chamber* akan divacumkan untuk menghasilkan *vapor* yang selanjutnya akan dikondensasikan menjadi air tawar.

Sedangkan menurut sumber buku *instruction manual book of sasakura engineering co.ltd*, *flash type fresh water generator* ini adalah *fresh water generator* yang menggunakan *flashing effect* di

*evaporator* untuk menghasilkan air tawar. *Fresh water generator* ini menggunakan termasuk *fresh water generator* tekanan rendah dengan media pemanas dari *IP bleed main turbine*.

Gambar *flash type fresh water generator* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 *flash type fresh water generator*  
Sumber: Dokumen pribadi (2017)

b. Komponen *flash type fresh water generator*

1) *Air ejector*

*Air ejector* adalah suatu pipa pancar yang berfungsi untuk mengambil udara dan gas yang tidak dapat dikonsentrasikan di dalam *evaporator*. *Ejector* ini bekerja berdasarkan tenaga potensial yang diubah menjadi tenaga kinetik. Dalam hal ini tekanan yang dibawa oleh *steam* akan diubah menjadi tenaga kecepatan, sehingga udara yang berada dalam ruang

*evaporator* akan terhisap oleh *steam* berdasarkan perbedaan tekanan yang terjadi pada *ejector* tersebut. Dengan adanya ini maka akan terjadi kevakuman di dalam *evaporator*.

2) *Chemical dosing pump*

Dalam pemanfaatan *chemical dosing pump* pada *flash type fresh water generator* adalah untuk menginjeksikan *feed water treatment* ke dalam *evaporator* untuk mengurangi timbulnya *scale* atau endapan didalamnya.

3) *Condenser*

*Condenser* di dalam *flash type fresh water generator* ini terdapat 2 bagian yaitu *1<sup>st</sup> stage condenser* dan *2<sup>nd</sup> stage condenser*. Masing masing *condenser* menggunakan media pendingin air laut yang mengalir.

4) *Demister*

*Demister* di dalam *flash type fresh water generator* ini terdapat di masing-masing *evaporator*. Setiap *evaporator chamber* terdapat 3 sekat *demister* yang terpasang di bagian atas yang berfungsi untuk menyaring *vapor* atau butir-butir air yang halus dari hasil penguapan pada *evaporator*.

5) *Distilled cooler*

*Distilled cooler* di dalam *flash type fresh water generator* ini hanya terdapat satu *distilled cooler* yang berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang dihasilkan *flash type fresh water generator* dengan menggunakan air laut.

6) *Distilled pump*

*Distilled pump* di dalam *flash type fresh water generator* ini hanya terdapat satu pompa yang berfungsi untuk memindahkan hasil air tawar ke tangki penyimpanan.

7) *Ejector condenser*

*Ejector condenser* yang terdapat pada *flash type fresh water generator* digunakan untuk mengkondensasikan *steam* yang digunakan oleh *2<sup>nd</sup> stage air ejector*.

8) *Feed water heater*

*Feed water heater* yang terdapat pada *flash type fresh water generator* menggunakan sumber panas yang digunakan adalah *steam bleeding* dari *main turbine* dan *exhaust steam* dari *auxiliary turbine*.

9) *Flash chamber evaporator*

*Flash chamber evaporator* pada *flash type fresh water generator* ini terdapat dua *chamber* yaitu *1<sup>st</sup> stage chamber evaporator* dan *2<sup>nd</sup> stage chamber evaporator*. Di dalam *flash chamber* ini terdapat *flash orifice* yang memberikan *flashing effect* di dalam *evaporator*.

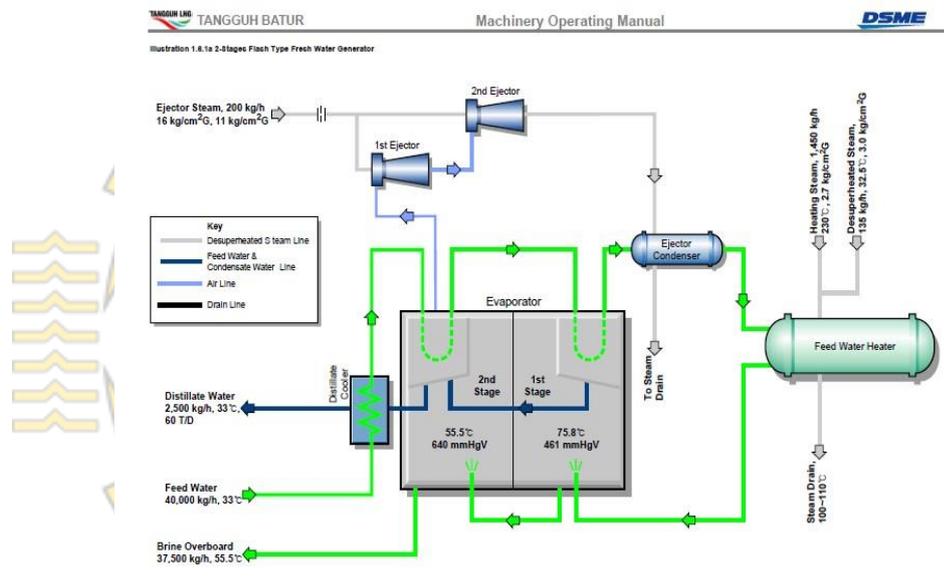
10) *Fresh water generator sea water pump*

*Fresh water generator sea water pump* pada *flash type fresh water generator* ini hanya terdapat satu pompa yang digunakan untuk mengalirkan air laut dari *sea chest* menuju *flash type fresh water generator*.

### 11) Salinity indicator

*Salinity indicator* pada *flash type fresh water generator* ini terdapat 3 *salinity indicator* yaitu *salinity indicator* untuk *heater drain*, *ejector drain* dan *distillate water*.

Komponen-komponen dari *flash type fresh water generator* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini



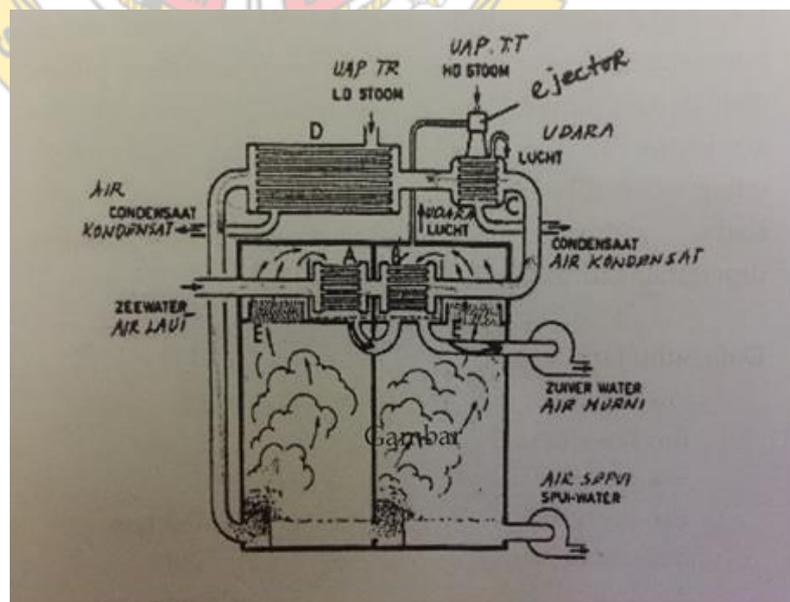
Gambar 2.2 komponen *flash type fresh water generator*  
 Sumber: *Instruction manual book* di kapal SS. Tangguh Batur

#### c. Cara kerja *flash type fresh water generator*

Menurut Sunarto (2013:23), cara kerja *flash type fresh water generator* adalah air laut dimasukkan dalam *evaporator* dengan tekanan 1.05 atm, mula-mula melalui pipa-pipa pendingin dari distiller alat kondensor A dan B. Suhu air lautnya naik karena menerima panas dari air laut yang telah menjadi uap. Selanjutnya air laut mengalir ke kondensor *ejector* C, suhu air laut naik lagi karena

menerima panas dari *ejector*. Air laut dipanaskan lagi di pipa-pipa pemanas awal/ pendahuluan D, sehingga suhunya menjadi lebih tinggi dan masuk ke *evaporator* tingkat I. Di dalam ruangan I dengan tekanan udara yang sangat rendah, maka air laut akan menguap, juga di dalam ruangan *evaporator* tingkat II air laut juga menguap. Uap dan butir-butir air dipisahkan oleh pemisah E sehingga menjadi uap air distiller dan didinginkan menjadi embun (air condensate). Air yang sudah terkumpul dihisap oleh pompa distillate dan dimasukkan ke dalam tangki penampungan air. Untuk menjaga agar kadar garam tidak terlalu tinggi, sebagian air dibuang keluar dengan bantuan pompa spui.

Sistem pipa *flash type fresh water generator* yang dijelaskan dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 *flash type fresh water generator*  
Sumber: Sunarto (2013:23)

Sedangkan menurut buku *instruction manual book flash type fresh water generator* Sasakura Type F-65S di kapal SS. Tangguh Batur, cara kerja *flash type fresh water generator* tersebut adalah sebagai berikut:

Dalam menghasilkan *vapor*, *flash type fresh water generator* ini menggunakan "*flashing effect*". Air laut dihisap oleh pompa *fresh water generator sea water pump* dan dialirkan ke *distillate cooler*, *2<sup>nd</sup> stage condenser*, *1<sup>st</sup> stage condenser*, dan *air ejector steam condenser*. Hal ini bertujuan untuk menyerap panas dan menaikkan suhu air laut. Selanjutnya, air laut dipanaskan oleh *feed water heater*. Suhu akan naik ke *saturate level* selama air laut mengalir di dalam *heating tube feed water*. Setelah itu air laut akan melewati *feed water regulating valve* dan mengalir ke *1<sup>st</sup> stage flash chamber* untuk menghasilkan *flashing effect*.

Tekanan pada *1<sup>st</sup> stage chamber* lebih rendah dari *saturate pressure* dan seimbang dengan suhu air laut di dalam *flash chamber* yang sudah divacumkan sehingga air laut akan evaporasi dan menghasilkan *vapor*. Tekanan pada *2<sup>nd</sup> stage chamber* lebih rendah dari *1<sup>st</sup> stage chamber* atau dalam hal ini *2<sup>nd</sup> stage chamber* lebih *vacuum* dibandingkan dengan *1<sup>st</sup> stage chamber*. Air laut masuk ke dalam *2<sup>nd</sup> stage chamber* melalui *brine loop seal pipe*. Kemudian, air laut disemprotkan oleh *flash orifice* ke dalam *1<sup>st</sup> stage chamber* dan menghasilkan *vapor*. Sisa air laut atau sering disebut dengan *brine* akan dibuang ke *overboard* dengan menggunakan *brine pump*.

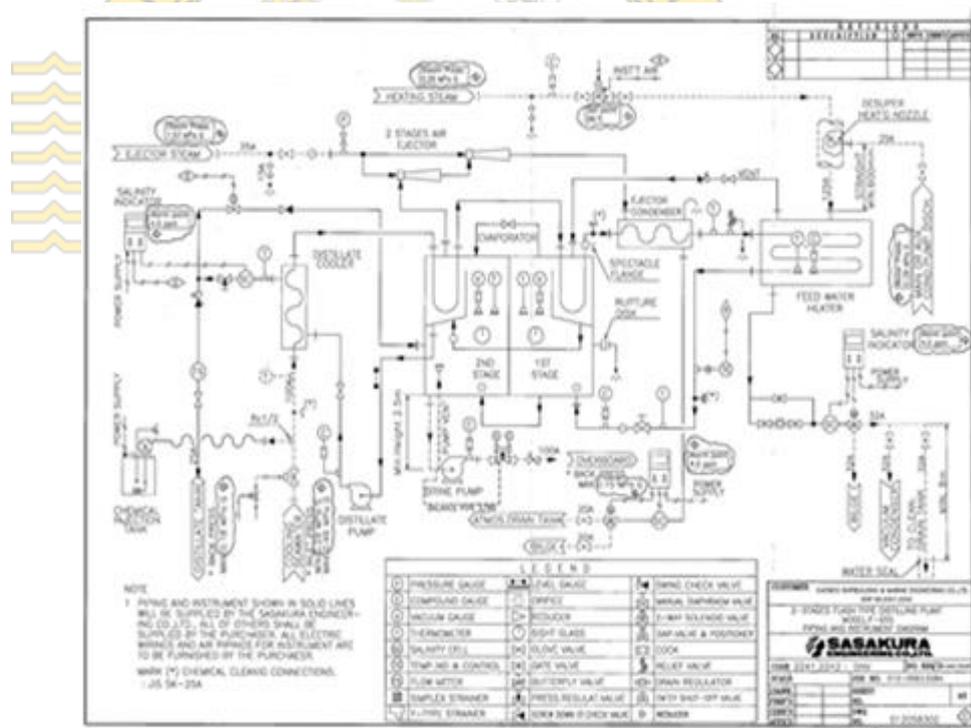
*Steam bleeding* dari *IP bleed* mesin penggerak utama *main turbine* maupun steam dari *main boiler* digunakan sebagai sumber pemanas yang dialirkan ke *feed water heater*. *Steam* tersebut akan melewati *automatic feed water temperature control valve*. Jika yang keluar adalah *superheated steam* maka *desuperheated water valve* akan membuka untuk menurunkan suhu ke *saturate level*.

*Steam* pemanas ini akan memanaskan air laut di *feed water heater* dan kondensasi dari *steam* tersebut akan dicerat menuju *vacum condenser*. *Vapor* yang dihasilkan di dalam *1<sup>st</sup> stage chamber* akan naik melewati *vapor separator* atau *demister* dan selanjutnya akan masuk ke dalam *1<sup>st</sup> stage condenser*. Di dalam *condenser* ini, media pendingin atau *feed water* itu sendiri akan menyerap panas yang dibawa oleh *vapor*. Kemudian hasil dari proses kondensasi *vapor* tersebut akan mengalir menuju *2<sup>nd</sup> stage condenser*.

*Vapor* yang dihasilkan *2<sup>nd</sup> stage chamber* akan naik melewati *vapor separator* atau *demister* dan selanjutnya akan dikondensasikan di dalam *2<sup>nd</sup> stage condenser* oleh media pendingin air laut. Hasil proses kondensasi *vapor* di dalam *2<sup>nd</sup> stage condenser* ini akan bercampur dengan hasil kondensasi dari *1<sup>st</sup> stage condenser*. Kedua hasil ini dapat disebut dengan *distilled water* atau air tawar hasil kondensasi. Selanjutnya air tawar ini akan dihisap oleh *distilled pump* menuju *salinity indicator* untuk dilihat kemurniannya.

Udara di dalam system akan menuju ke *1<sup>st</sup> stage* dan *2<sup>nd</sup> stage chamber*. Kemudian udara-udara tersebut akan dihisap oleh *two stage air ejector* untuk menjadikan *vacuum* di dalam ruang *evaporator*. *Two stage air ejector* ini menggunakan *steam* sebesar 1.6 MPa dari *main boiler*. Proses ini dilakukan untuk menurunkan titik didih air di dalam *evaporator* sehingga akan mempercepat proses evaporasi di dalamnya.

Sistem pipa pada *flash type fresh water generator* ini dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 *flash type fresh water generator*

Sumber : *Instruction manual book* di kapal SS. Tangguh Batur

## 5. Scale

Ada beberapa sumber tentang definisi *scale* menurut buku yang berkaitan dengan *scale*. *Scale* yang dimaksud disini adalah suatu kerak.

*Scale* didefinisikan sebagai suatu deposit dari senyawa-senyawa anorganik yang terendapkan dan membentuk timbunan kristal pada permukaan suatu zat, (Kemmer, 1979).

*Scale* terbentuk karena tercapainya keadaan larutan lewat jenuh. Dalam keadaan larutan lewat jenuh beberapa molekul akan bergabung membentuk inti kristal. Inti kristal ini akan terlarut kembali jika ukurannya lebih kecil dari ukuran partikel kristal. Sementara itu, kristal akan berkembang bila ukurannya lebih besar dari inti kristal, maka akan mulailah pertumbuhan kristal, dari kristal kecil membentuk kristal dengan ukuran yang lebih besar (penebalan lapisan kerak). Kristal yang terbentuk mempunyai muatan ion lebih rendah dan cenderung untuk menggumpal sehingga terbentuklah kumpulan *scale* atau kerak, (Lestari, 2008).

Menurut Sunarto (2013:25) proses timbulnya *scale* atau kerak disebabkan oleh air laut mengandung bahan-bahan yang dapat menimbulkan kerak pada pipa-pipa *heater* sehingga menurunkan nilai koefisien perambatan panas pada pipa pemanas.

a. Bahan-bahan yang merugikan dan menimbulkan kerak antara lain :

- 1) *Calcium hidrocarbonat* ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ )
- 2) *Calcium carbonat* ( $\text{CaCO}_3$ )
- 3) *Calcium phosphate* ( $\text{CaSO}_4$ )
- 4) *Magnesium sulphat* ( $\text{MgSO}_4$ )
- 5) *Magnesium chlorida* ( $\text{MgCl}_2$ )

6) *Natrium chlorida (NaCl)*

b. Berikut adalah unsur-unsur yang terkandung pada air laut :

1) Unsur-unsur garam pada air laut :

a) *Natrium chloride (NaCl)*

*Natrium chloride* adalah kandungan yang sangat besar pada air laut. Konsentrasinya sangat berat dapat menyebabkan busa dibawah kondisi pemanasan. Berat jenis *natrium chloride* terpisah dari larutan dengan cepat ketika terjadi peningkatan tekanan dan temperature.

b) *Magnesium cholride (MgCl<sub>2</sub>)*

*Magnesium cholride* dapat larut dibawah kondisi pemanasan normal, tetapi hanya beberapa jumlah yang dapat terpecah membentuk *hydrochloric acid* dan *hydroxide*, endapan bersifat lunak. *Hydrochloric acid* dapat bereaksi menyebabkan karat pada *evaporator* pada kondisi pH yang rendah dari air pemanas.

c) *Magnesium sulphate (MgSO<sub>4</sub>)*

*Magnesium sulphate* dapat larut dibawah kondisi pemanasan normal, tetapi jika berat jenisnya terlalu besar dapat membentuk endapan keras.

d) *Calsium sulphate (CaSO<sub>4</sub>)*

*Calsium sulphate* merupakan bentuk endapan keras yang sangat merusak dalam air laut, endapannya tipis dan keras

pada temperatur diatas  $140^{\circ}\text{C}$ , yang sangat besar terhadap proses perpindahan panas dan dapat menyebabkan kelebihan panas dan kerusakan permukaan *evaporator*.

e) *Calcium bicarbonate* ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ )

*Calcium bicarbonate* sebagian kecil dapat larut dalam pendingin, tetapi ketika dipanaskan diatas  $65^{\circ}\text{C}$  akan mulai terurai dan melepaskan *carbon dioxide* yang sisanya adalah *calcium bicarbonate* yang dapat larut dalam air pendingin, tetapi ketika dipanaskan diatas temperature  $90^{\circ}\text{C}$  akan terurai. *Carbon dioxide* akan terpisah sehingga menghasilkan *magnesium hydroxide* sehingga endapan-endapannya bersifat sementara dan lunak.

2) Endapan garam

Endapan garam dapat terjadi ketika air laut akan terurai menjadi beberapa bagian. Endapan keras yang paling banyak terdapat pada air laut yang terbentuk pada *evaporator* adalah sebagai berikut:

a) *Calcium carbonate* ( $\text{CaCO}_3$ )

b) *Magnesium hydroxide* ( $\text{Mg}[\text{OH}_2]$ )

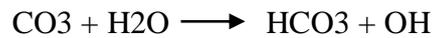
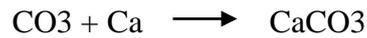
c) *Calcium sulphate* ( $\text{CaSO}_4$ )

Susunan endapan keras *Calcium carbonate* dan *Magnesium hydroxide* tergantung pada pemberian atau pengaturan temperatur aliran air laut yang dipanaskan ke *evaporator*.

Adapun reaksi kimia yang terjadi ketika air laut dipanaskan:



Jika dipanaskan pada temperatur  $\pm 80^\circ\text{C}$



Jika dipanaskan pada temperatur lebih dari  $80^\circ\text{C}$

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa jika air laut dalam *evaporator* yang dipanaskan dibawah suhu  $80^\circ\text{C}$  akan terbebas dari endapan. Endapan tersebut hanya bersifat sementara yang dapat dengan mudah dihilangkan. Tetapi jika temperatur pemanasan lebih dari  $80^\circ\text{C}$  maka akan terbentuk endapan keras, seperti *calcium carbonate* dan *magnesium hydroxide*. Untuk menjaga hal tersebut harus dilakukan pengawasan terhadap pengaturan temperatur aliran air pemanas supaya tidak melebihi  $80^\circ\text{C}$ , yaitu dengan cara mengatur katup aliran air pemanas yang masuk dan yang keluar. Sehingga susunan endapan keras yang sifatnya hanya sementara dapat dengan mudah dihilangkan tanpa perawatan yang intensif dan dalam hal pengaturan aliran air panas yang kadang berubah-ubah serta adanya pemanasan tetap akan menimbulkan penumpukan endapan keras yang melekat pada

*evaporator*, sehingga disini untuk menghindari terjadinya kerusakan akibat adanya endapan keras pada *evaporator* dilakukan dengan cara pemberian *treatment* bahan kimia atau *chemical dosing* pada air pengisian dengan menggunakan metode injeksi dengan pompa *dosing*.

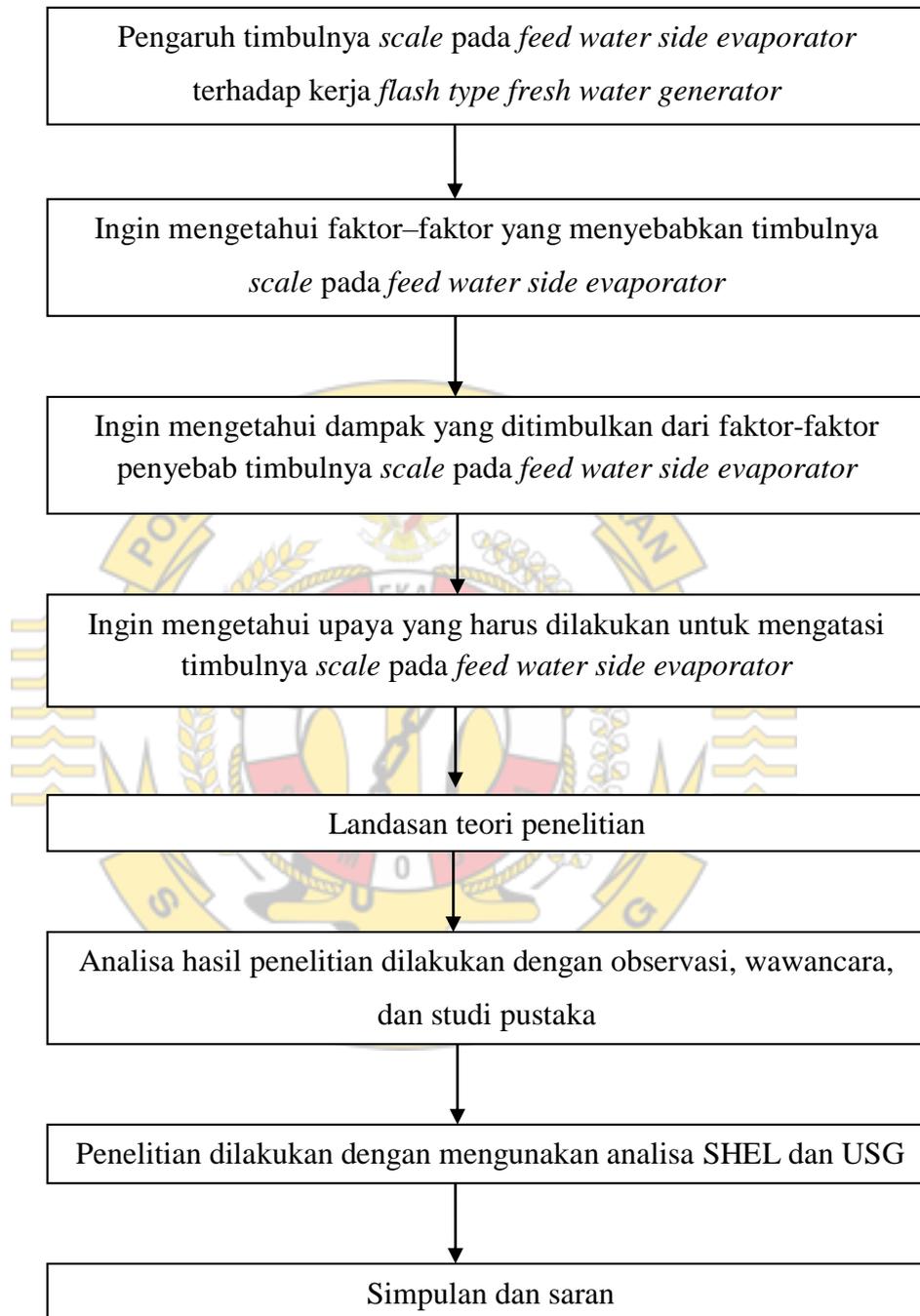
Timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator flash type fresh water generator* dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 *scale* pada *feed water side evaporator*  
Sumber: Dokumen pribadi(2017)

Gambar diatas dapat dilihat bahwa terdapat endapan-endapan garam dan kerak atau *scale* yang menempel pada *feed water side evaporator*. Endapan-endapan kerak tersebut dapat dicegah dengan menggunakan *chemical dosing* dan dibersihkan dengan melakukan perawatan setiap 8000 jam kerja.

## B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.6 kerangka pikir  
Sumber: Data pribadi (2018)

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*, yang mana dari

topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab, dampak dari faktor penyebab, dan upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada.

Untuk mengetahui faktor penyebab, dampak dari faktor penyebab, dan upaya yang dilakukan diperlukan adanya landasan teori dari topik permasalahan dan dilakukan analisa hasil penelitian melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka oleh peneliti. Selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan metode SHELL (*software, hardware, environment, dan lifeware*) untuk mengidentifikasi masalah dan USG (*urgency seriousness, dan growth*) untuk menghasilkan prioritas penyelesaian. Setelah itu, peneliti dapat memberikan simpulan dan saran untuk dapat mengatasi timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator*.

### C. Definisi operasional

Terdapat beberapa komponen pendukung dalam kelancaran proses distilasi pada pesawat *flash type fresh water generator*, agar dalam memproduksi air tawar sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan, Beberapa komponen dijelaskan dibawah ini:

#### 1. *Air Ejector*

*Air ejector* adalah suatu pipa pancar yang berfungsi untuk mengambil udara dan gas yang tidak dapat dikonsentrasikan di dalam *evaporator*.

#### 2. *Chemical dosing pump*

*Chemical dosing pump* adalah pompa yang berfungsi untuk menginjeksikan *chemical* ke air laut secara terukur, akurat dan *continue*.

### 3. *Condenser*

*Condenser* adalah bagian dari *flash type fresh water generator* yang berfungsi mengubah bentuk gas atau uap menjadi bentuk cairan atau air dengan proses kondensasi.

### 4. *Demister*

*Demister* adalah suatu bagian dari *flash type fresh water generator* yang berfungsi untuk menyaring *vapor* atau butir-butir air yang halus dari hasil penguapan pada *evaporator* dan kemudian dikondensasikan atau didinginkan pada *condenser* menjadi air tawar.

### 5. *Distilled cooler*

*Distilled cooler* adalah suatu *cooler* yang terdapat pada *flash type fresh water generator* yang digunakan untuk mendinginkan hasil air tawar dengan menggunakan pendingin air laut.

### 6. *Distilled pump*

*Distilled pump* adalah pompa yang berfungsi untuk memompa air tawar yang telah dihasilkan *flash type fresh water generator* menuju tangki penyimpanan air tawar.

### 7. *Ejector condenser*

*Ejector condenser* adalah suatu *condenser* yang terdapat pada *flash type fresh water generator* yang digunakan untuk mengkondensasikan *steam* yang digunakan oleh *2<sup>nd</sup> stage air ejector*.

### 8. *Feed water heater*

*Feed water heater* adalah suatu *heat exchanger* yang digunakan untuk memanaskan air laut sebelum ke *evaporator*.

9. *Flash chamber evaporator*

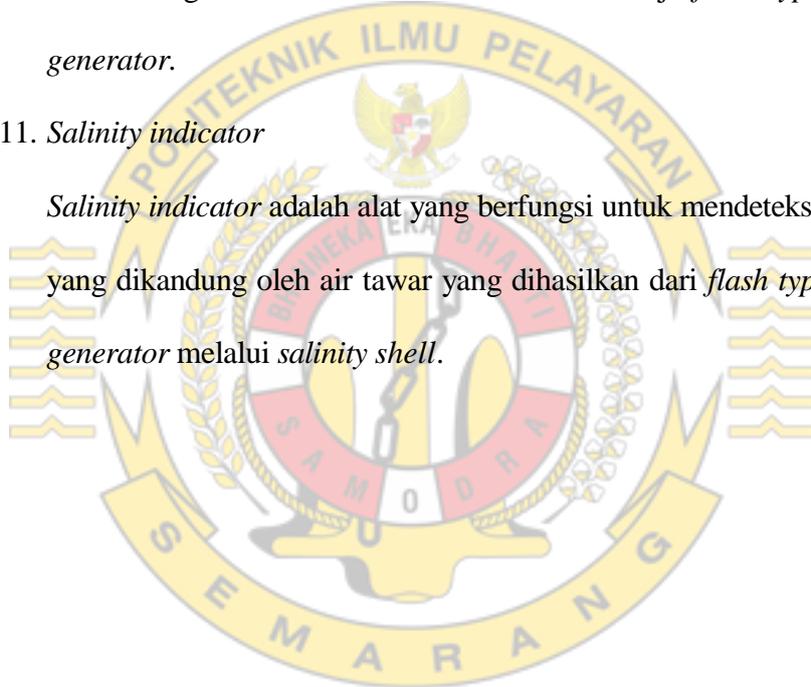
*Flash chamber evaporator* adalah bagian dari *flash type fresh water generator* yang berfungsi sebagai tempat untuk proses evaporasi yaitu mengubah air laut menjadi *vapor*.

10. *Fresh water generator sea water pump*

*Fresh water generator sea water pump* adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan air laut dari *sea chest* menuju *flash type fresh water generator*.

11. *Salinity indicator*

*Salinity indicator* adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi kadar garam yang dikandung oleh air tawar yang dihasilkan dari *flash type fresh water generator* melalui *salinity shell*.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah didapatkan melalui suatu penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan mengenai faktor penyebab timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* pada *flash type fresh water generator* adalah sebagai berikut :

1. Faktor penyebab timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* adalah sebagai berikut :
  - a. Kategori *software* adalah perawatan yang dilakukan tidak sesuai *maintenance plan*.
  - b. Kategori *hardware* adalah adanya *trouble* pada *chemical dosing pump*.
  - c. Kategori *environment* adalah kadar garam air laut sangat tinggi.
  - d. Kategori *lifeware* adalah kurangnya pengetahuan dan pengalaman tentang *flash type fresh water generator*.
2. Dampak yang diakibatkan oleh faktor yang menyebabkan timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* adalah sebagai berikut :
  - a. Perawatan yang dilakukan tidak sesuai *maintenance plan* akan menyebabkan penurunan produksi air tawar dan tingginya *salinity*.
  - b. Adanya *trouble* pada *chemical dosing pump* akan menyebabkan penginjeksian *chemical dosing* terhambat.
  - c. Kadar garam air laut sangat tinggi akan menyebabkan banyaknya endapan garam yang menempel pada dinding *evaporator*.

- d. Kurangnya pengetahuan dan pengalaman tentang *flash type fresh water generator* akan berdampak pada pengoperasian dan perawatan yang salah.
3. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor penyebab timbulnya *scale* pada *feed water side evaporator* adalah sebagai berikut :
    - a. Melakukan *descaling* sesuai dengan jadwal *maintenance plan* yaitu selama 8000 jam kerja.
    - b. Melakukan *daily inspection* dan perawatan pada *chemical dosing pump*.
    - c. Melakukan penginjeksian *chemical dosing* sesuai buku manual.
    - d. Memberikan *training* dan ujian sebelum naik kapal serta familiarisasi permesinan diatas kapal.

## B. Saran

Sesuai permasalahan yang telah dibahas dalam skripsi ini, penulis ingin memberikan saran yang mungkin dapat bermanfaat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun saran yang ingin penulis berikan yaitu:

1. Sebaiknya dilakukan penelitian oleh orang lain dengan topik dan metode yang sama atau dilakukan penelitian oleh orang lain dengan topik yang sama tetapi dengan metode yang berbeda untuk mendapatkan perbandingan dan kemajuan penelitian ini.
2. Sebaiknya masinis yang bertanggung jawab terhadap *flash type fresh water generator* agar selalu mengoperasikan *flash type fresh water generator* sesuai dengan prosedur dan buku manual yang benar serta menjalankan *chemical dosing* dan *maintenance plan* agar dapat mencegah timbulnya *scale* dan penurunan produksi pada *flash type fresh water generator*.

3. Alangkah baiknya perusahaan agar selalu meningkatkan hubungan komunikasi dengan masinis yang ada dikawal perihal tentang kondisi, kandungan *salinity*, jumlah air yang dihasilkan dan *spare part* yang dibutuhkan terhadap *flash type fresh water generator*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pendidikan Nasional, 2008, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka.
- Hawkins, F.H, 1987, *Human factors in flight (2nd Ed.)*,UK: Ashgate Aldershot.
- Ibrahim, Adzikra, 2013, *Pengertian Analisa Menurut Ahli*, Diambil dari: <https://pengertiandefinisi.com/pengertian-analisa-menurut-ahli/>, Diakses pada 02 September 2018.
- Kemmer, F.N, 1979, *The Nalco Water Hand Book*, New York: Mc Graw Hill Book CO.
- Lestari, D.E, 2008. *Kimia Air*, Serpong: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Batan.
- McGeorge, H.D, 2002, *Marine Auxiliary Machinery, 7<sup>th</sup> Edition*, England: MPG Book Ltd.
- Narbuko, Chalid dan Abu Achmadi, 2015, *Metode Penelitian*, Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Sasakura Engineering. Co., Ltd., 2008, *Instruction Manual Of Two Stage Flash Type Distilling Plant*, Korea: Daewoo shipbuilding & Marine engineering. Co., Ltd.
- Setiawan, Agus, 2016, *Pengertian Studi Kepustakaan*, Diambil dari: <http://www.transiskom.com/2016/03/pengertian-studi-kepustakaan.html>, Diakses pada 02 September 2018.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: CV Alfabeta.
- Sunarto, 2013, *Permesinan Bantu Kapal Laut*, Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Suryana, 2010, *Metode Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, Bandung: UPI.
- Yannawari, 2013, *Teknik Analisa Data USG*, Diambil dari: <https://yannawari.wordpress.com/2013/05/16/metode-usg-urgency-seriousness-growth-usg-adalah/>, Diakses pada 28 Desember 2019.

Yhuto, 2013, *Fresh Water Generator*, Diambil dari:  
<http://yhutowputra.blogspot.com/2013/06/fresh-water-generator-a.html>,  
Diakses pada 23 Desember 2018.

\_\_\_\_\_, 2008, *NYK Engine Cadet Course Handout\_Fresh Water Generator*, NYK  
*Maritime College*.

\_\_\_\_\_, 2008, *Tangguh Batur Machinery Operating Manual*, DSME.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Nama** : Arfiendho Gagah Prayoga  
**NIT** : 51145430 T  
**Tempat/Tanggal lahir** : Klaten, 26 Januari 1997  
**Jenis kelamin** : Laki-laki  
**Agama** : Islam  
**Alamat** : Dk. Putat, Rt/Rw 002/006, Ds. Pondok, Kec.  
Karanganom, Kab. Klaten

### Nama Orang Tua

**Nama Ayah** : Muh Baidi  
**Nama Ibu** : Eny Marfuatun  
**Alamat** : Dk. Putat, Rt/Rw 002/006, Ds. Pondok, Kec.  
Karanganom, Kab. Klaten

### Riwayat Pendidikan

1. SD N PONDOK : Lulus tahun 2008
2. SMP N 2 KARANGANOM : Lulus tahun 2011
3. SMA N 1 KARANGANOM : Lulus tahun 2014
4. PIP Semarang : Masuk tahun 2014

### Pengalaman Praktek Laut

1. NYK SHIPMANAGEMENT PTE., LTD., di kapal:
  - a. MV. NYK THESEUS : 28 September 2016 - 07 Januari 2017
  - b. SS. TANGGUH BATUR : 04 Februari 2017 – 16 November 2017