



**“Optimasi Produksi Air Tawar Pada
Fresh Water Generator di MV. Maersk Noresund:
Sebuah Pendekatan Kuantitatif“**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

M. DICKY TARUNA
NIT. 572011237731 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

**"Optimasi Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di MV.
Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif"**

Disusun Oleh:

M. DICKY TARUNA
NIT. 572011227666 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

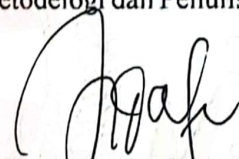
Semarang, 8 Januari 2025

Dosen Pembimbing I
Materi


Prof. Dr. AGUS TIAHJONO,
M.M., M.Mar.E

**Pembina Utama
Muda, (IV/c) NIP.
19710620 199903 1 001**

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan


Capt. INDAH SARASWATI, S.Pd.,
M.T., M.Mar

**Penata (III/c)
NIP. 19770115 200912 2 002**

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E

**Penata Tingkat I,
(III/d) NIP.19730331
2006041 001**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Optimasi Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif” karya,

Nama : Muhammad Dicky Taruna

NIT : 572011237731 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Rabu*, tanggal... *11 Januari 2025*

Semarang, *15 Januari 2025*

PENGUJI

Penguji I : Dr. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19741209 199808 1 001

Penguji II : Prof.Dr. A Agus Tjahjono, M.M.,
M.Mar.E. Pembina Utama Muda
(IV/c)
NIP. 19710620 199903 1 001

Penguji III : Irma Shinta Dewi
NIP. 1973013 1998003 2 003

Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. MAFRISAL.M.T.M.Mar.E

Pembina Tingkat IV (IV/a)
NIP. 19730205 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Dicky Taruna

NIT : 572011237731 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Optimasi Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif“

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang,

Yang menyatakan pernyataan,



M.DICKY TARUNA

NIT. 572011237731 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang" (Ir. Soekarno).
2. Itu bukan sesuatu yang mustahil, tapi itu hanya akan sulit ” (Dicky Taruna,2024)
3. Setiap roda kehidupan berputar, maka nikmati dan jalani ”(Dicky Taruna, 2024)
4. Doa orang tua tembus langit ketujuh ” (Dicky Taruna, 2024)

Persembahan :

1. Keluarga besar saya, terutama Bapak Dedi K.Syahputra S.E., M.M., M.Mar.E.,Ibu Nining Rizkiningsih. dan Adik D.Dillon Syahputra.
2. Kasta Batavia (Jakarta).
3. Almamater saya PIP Semarang.

PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Peneliti telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif“, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, Peneliti banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini Peneliti ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Mafrisal.M.T.,M.Mar.E Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul,M.T.,M.Mar selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Prof. Dr. A Agus Tjahjono M.M, M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Capt. Indah Saraswati, S.Pd., M.T., M.Mar sebagai Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan yang telah sabar dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Terima kasih Kepada Kasta Batavia (Jakarta).
7. Perusahaan PT. Jasindo Duta Segara yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses Penulisan skripsi ini.

8. Bapak Dedi.K.Syahputra.S.E., M.M., M.Mar.E. dan Ibu Nining Rizkiningsih selaku orang tua yang telah memberikan doa dan dukungannya.
9. Seluruh teman-teman angkatan LVII terutama teman-teman prodi Teknika yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.
10. Kepada pemilik NIM 160142007 Anna Habibah yang selalu memberikan support, terima kasih telah bersama dan membantu penulis dalam berbagai hal suka dan duka selama penulisan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati, Peneliti menyadari bahwa dalam Penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya prodi Teknika dan bagi seluruh pembaca skripsi ini.

Semarang,2025
Penulis

MUHAMMAD DICKY TARUNA
NIT. 572011237731 T

ABSTRAKSI

M. Dicky Taruna. 2025. “Optimasi Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. A Agus Tjahjono M.M, M.Mar.E., pembimbing II: Capt. Indah Saraswati, S.Pd., M.T., M.Mar.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh adanya penurunan produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* yang disebabkan oleh adanya endapan garam yang terdapat di *tube condenser* dan *separator sell*. Rumusan penelitian ini adalah apa faktor penyebab penurunan produksi air tawar pada FWG, apa dampak penurunan produksi air tawar pada FWG, bagaimana upaya pada FWG untuk optimasi produksi air tawar, bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja FWG terhadap operasional kapal.

Air tawar memainkan peran yang sangat penting dalam kinerja *fresh water generator*. Berdasarkan pengalaman penulis, pada kondisi ini mengurangi efisiensi FWG, membatasi ketersediaan air tawar untuk operasional kapal, dan meningkatkan biaya operasional karena kebutuhan pengadaan air tawar tambahan. Optimalisasi produksi FWG dapat dicapai melalui perawatan berkala, memastikan penggunaan suku cadang asli dan berkualitas tinggi, serta penerapan teknologi pemantauan keadaan mesin. Langkah ini membantu mendeteksi potensi kerusakan lebih awal dan menjaga kinerja mesin secara maksimal.

Penurunan produksi FWG disebabkan oleh beberapa faktor utama, termasuk kurangnya perawatan berkala pada mesin, lingkungan operasional kapal yang tidak stabil, dan penggunaan suku cadang yang tidak asli atau berkualitas rendah. Faktor-faktor ini berkontribusi pada penurunan kualitas dan ketahanan mesin FWG, meningkatkan risiko kerusakan serius. Penurunan produksi air tawar berdampak pada terganggunya fungsi evaporator dan kondensor akibat endapan garam (*scalling*). Berdasarkan temuan masalah yang telah terjadi serta hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti pada praktek laut di kapal MV. Maersk Noresund yang kemudian pengolahan datanya menggunakan *smart PLS*, Peneliti dapat memberikan saran. menyarankan untuk memastikan perawatan berkala pada FWG serta penggunaan suku cadang asli dan berkualitas tinggi, penerapan teknologi pemantauan kinerja mesin untuk mendeteksi potensi kerusakan sejak dini, peningkatan kerja sama dengan terkait peneliti dan juga menyarankan agar penelitian dan perawatan mesin FWG melibatkan lebih banyak pihak terkait.

Kata kunci: *fresh water generator, penurunan produksi air tawar, operasional kapal, SmartPLS.*

ABSTRACT

M. Dicky Taruna. 2025. "Optimization of Fresh Water Production in the Fresh Water Generator in MV. Maersk Noresund: A Quantitative Approach". Thesis. Diploma IV Program, Engineering Study Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Supervisor I: Dr. A Agus Tjahjono M.M, M.Mar.E., Supervisor II: Capt. Indah Saraswati, S.Pd., M.T., M.Mar.

This research is motivated by the decline in fresh water production in the Fresh Water Generator caused by the presence of salt deposits in the condenser tube and separator cell. The formulation of this research is what are the factors causing the decline in fresh water production in the FWG, what are the impacts of the decline in fresh water production in the FWG, how are the efforts in the FWG to optimize fresh water production, how does the independent variable mediated by the FWG performance affect ship operations.

Fresh water plays a very important role in the performance of fresh water generators. Based on the author's experience, this condition reduces the efficiency of FWG, limits the availability of fresh water for ship operations, and increases operational costs due to the need for additional fresh water procurement. Optimization of FWG production can be achieved through periodic maintenance, ensuring the use of original and high-quality parts, and the application of machine condition monitoring technology. This helps to detect potential breakdowns early and maintain maximum engine performance.

The decline in FWG production was caused by several key factors, including the lack of periodic maintenance of the engines, the unstable operational environment of the vessel, and the use of non-original or low-quality parts. These factors contribute to the deterioration in the quality and durability of FWG engines, increasing the risk of serious damage. The decrease in freshwater production has an impact on the disruption of the function of evaporators and condensers due to salt deposits (scaling). Based on the findings of the problems that have occurred and the results of research that has been carried out by researchers on sea practices on MV ships. Maersk Noresund which then processes the data using smart PLS, the researcher can give suggestions. suggested to ensure periodic maintenance of FWG as well as the use of original and high-quality spare parts, Application of Engine Performance Monitoring Technology to detect potential damage at an early stage, Increased Cooperation with Related Researchers and also suggested that FWG engine research and maintenance involve more related parties.

Keywords: *Decrease in freshwater production, fresh water generator, ship operations, SmartPLS.*

DAFTAR ISI

SKRIPSI	1
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAKSI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Fokus Penelitian	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Hasil Penelitian	6
BAB II	8
A. Deskripsi Teori	8
B. Definisi Operasional.....	13
C. Kerangka Pikir	26
D. Hipotesis	27
BAB III	29
A. Metode Penelitian.....	29
B. Populasi dan Sampel.....	29
C. Instrumen Penelitian.....	31
D. Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat.....	35
E. Teknik Pengolahan Data	36
F. Teknik Analisis Data.....	37
BAB IV	47

A. Gambaran Konteks	47
B. Deskripsi Hasil.....	50
C. Temuan	64
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	73
BAB V.....	84
A. Simpulan	84
B. Keterbatasan Penelitian	85
C. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN 1	94
lampiran 1 Ship Particulars MV. Maersk Noresund	94
LAMPIRAN 2.....	95
lampiran 2 Spesifikasi MV. Maersk Noresund	95
LAMPIRAN 3.....	96
lampiran 4 Speksifikasi FWG di MV. Maersk Noresund	96
LAMPIRAN 4.....	99
lampiran 11 Kuesioner SmartPLS	99
lampiran 12 Daftar Riwayat Hidup	100
LAMPIRAN 5.....	100
LAMPIRAN 6.....	101
lampiran 13 Rekapitulasi Kuesioner	101

DAFTAR TABEL

tabel 3. 1 kuisiomer	33
Tabel 4. 1 Gambaran umum kapal peneliti	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Model Fresh Water Generator.....	52
Tabel 4. 3 Uji Validitas Konvergen	55
Tabel 4. 4 Nilai Fornell-Larcker Criterion.....	56
Tabel 4. 5 Nilai loading silang (cross loading)	57
Tabel 4. 6 nilai Cronbach alpha dan Composite reliability.....	58

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian R Square	59
Tabel 4. 8 nilai Q square	61
Tabel 4. 9 Pengujian Hipotesis	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fresh Water Generator Tekanan Tinggi.....	10
Gambar 2. 2 Fresh Water generator tekanan rendah.....	11
Gambar 2. 3 Reverse Osmosis	12
Gambar 2. 4 Kerangka Pikiran.....	26
 Gambar 4. 1 MV. Maersk Noresund.....	 50
Gambar 4. 2 Fresh Gambar 4.2 Water Generator Model WM-SK 25.....	53
Gambar 4. 3 Model Struktural	59
Gambar 4. 4 Predictive Relevance	61
Gambar 4. 5 Pengujian Hipotesis.....	62
Gambar 4. 6 Log-Book Fresh Water Generator.....	64
Gambar 4. 7 Endapan garam di Tube Condensor	66
Gambar 4. 8 Pembersihan Tube Condesor.....	67
Gambar 4. 9 Pembersihan Separator Shell.....	67
Gambar 4. 10 Chemical Sulphamic Acid (Saf-Acid).....	68
Gambar 4. 11 Pergantian Zinc Anode.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1 Ship Particulars MV. Maersk Noresund	94
lampiran 2 Spesifikasi MV. Maersk Noresund	95
lampiran 3MV. Maersk Noresund	95
lampiran 4 Speksifikasi FWG di MV. Maersk Noresund	96
lampiran 5 Water Generator Model WM-SK 25.....	96

lampiran 6 endapan garam di Tube Condensor.....	96
lampiran 7 Pembersihan separator shell.....	97
lampiran 8 Pembersihan Tube Condensor	97
lampiran 9 Chemical Sulphamic Acid (Saf-Acid)	98
lampiran 10 Pergantian Zinc Anode	98
lampiran 11 Kuesioner SmartPLS.....	99
lampiran 12 Daftar Riwayat Hidup	100
lampiran 13 Rekapitulasi Kuesioner	101



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air tawar merupakan sumber daya penting untuk industri, pertanian, hewan dan keberadaan manusia sehari-hari. Di alam, di bawah radiasi sinar matahari, penguapan dan kondensasi air di sungai, danau, dan laut membentuk air hujan, yang merupakan cara penting untuk mencapai desalinasi air dan pemurnian limbah Li dkk. (2023).

Menurut Faitar dkk. (2021) produksi air tawar di kapal merupakan kegiatan yang diperlukan untuk kapal dengan area navigasi yang tidak terbatas dan melibatkan kualitasnya dalam hal penggunaan oleh berbagai konsumen. Untuk pengangkutan *volume* besar dan murah, kapal harus dilengkapi dengan pesawat penunjang untuk mendukung operasionalnya. Dalam hal ini, pesawat bantu *Fresh Water Generator* (FWG) adalah pesawat penunjang yang diangkat oleh penulis.

Menurut Chen dkk. (2021) energi dan air merupakan dua sumber daya yang sangat diperlukan untuk kelangsungan manusia, sedangkan pasokan energi primer dan air tawar tidak cukup untuk memenuhi permintaan global. Salah satu kebutuhan utama adalah air tawar, yang sangat penting selama berada di atas kapal. *Supply* air tawar dari darat dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari awak kapal dan untuk kelancaran operasional pesawat atau permesinan di atas kapal yang menggunakan media air tawar. Namun,

karena kapal berada di tengah laut, hal ini membutuhkan waktu yang lama dan mahal.

Kelangkaan air tawar merupakan tantangan utama dunia, selain itu, konsumsi air meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan penguapan akibat perubahan iklim global. Selain itu, desalinasi air laut sangat mahal, membutuhkan energi tambahan untuk mengekstraknya, dan berdampak negatif pada kualitas air Amin dkk. (2023). Kelangkaan air tawar di kapal yang berpengaruh dalam kehidupan di kapal dalam penggunaan air selama pelayaran. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produksi air tawar adalah endapan garam air laut di *tube condensor*. Endapan ini menyumbat pipa dan mengurangi jumlah air laut yang akan dipanaskan dan menjadi air tawar.

Penjadwalan produksi yang mengaitkan kegiatan pemeliharaan dan kendala sumber daya memainkan peran penting dalam lingkungan manufaktur dan layanan di zaman modern. Sementara penelitian tentang kombinasi penjadwalan produksi-pemeliharaan dan penjadwalan sumber daya produksi terus meningkat, penelitian terbatas tersedia tentang integrasi ketiga masalah penjadwalan yang disebutkan di atas Geurtsen dkk. (2023).

Menurut Prasetyo (2018:13) Perawatan kondisi yang di terapkan dimana kondisi kapal diperkirakan memiliki tingkat kerusakan yang meningkat dengan cepat, maka penentuan perawatan di buat sendiri. Sama seperti perawatan pesawat FWG secara teratur mampu mencegah kerusakan maupun komplikasi pada pemrosesan produksi air tawar dan dapat memperpanjang umur pesawat. Dalam waktu jangka panjang untuk

memperpanjang masa kerja dari FWG untuk di gunakan saat pelayaran jauh atau pelayaran laut. Untuk mempertahankan kondisi dan mencegah penurunan produksi pesawat FWG, perawatan harus dilakukan melalui manajemen yang tepat.

Mengingat fakta bahwa disaat kapal Maersk Noresund berlayar dari Cina ke Jepang selama empat hari, terjadi kekurangan air di atas kapal. Kekurangan air menyebabkan hubungan awak kapal tidak selaras, sejumlah kegiatan mandi dan mencuci pakaian yang dibatasi, dan jumlah air yang digunakan untuk pembersihan. Akibatnya, tingkat kenyamanan awak kapal menurun, yang berdampak pada produktivitas awak kapal. Sedangkan, beberapa peralatan mesin, seperti *boiler*, *generator*, dan mesin induk, menggunakan air untuk menjalankan fungsinya. Jika air tidak cukup di kapal, fungsi permesinan tersebut akan terhambat.

Menurut Prasetyo (2018:10) Setiap prosedur perawatan pencegahan merupakan suatu pemahaman yang harus benar-benar di pahami dan bertujuan untuk mengurangi kemerosotan serta mempertahankan kondisi. Sebagai contoh, pesawat FWG dapat menghasilkan 22 ton air tawar setiap hari dalam keadaan normal di kapal Maersk Noresund. Namun, karena banyak kerak garam, kotornya pipa *condensor*, endapan garam, dan kotornya *separator shell*, produksi air tawar turun menjadi hanya sekitar 20 ton, dari kondisi normal. Namun, *bunker* air tawar dari darat akan memakan waktu dan biaya.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis mengangkat isu ini sebagai topik dalam skripsi yang disusun dengan judul: “Optimasi Produksi Air Tawar pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund: Sebuah Pendekatan Kuantitatif”.

B. Fokus Penelitian

Menurut manajemen pengoperasian, perawatan yang diberikan pada FWG untuk mencukupi keperluan air tawar kapal ini sangat praktis. Kesalahan yang acap kali dalam proses produksi dapat berdampak signifikan, sehingga menyebabkan penurunan mutu dan kapasitas air tawar yang diproduksi. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kesalahan, sekecil apapun, memiliki potensi untuk mengganggu efisiensi sistem dan mengurangi hasil akhir yang diharapkan. Penting untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan tersebut agar produksi air tawar dapat berjalan dengan optimal.

Dengan mempertimbangkan semua masalah yang disebutkan di atas, berikut masalah tersebut dapat diidentifikasi:

1. Kotornya *Tube Condensor* dikarenakan endapan garam menyebabkan proses kondensasi tidak maksimal.
2. Dampak penurunan produksi air tawar terhadap dalam kehidupan di kapal.
3. Kotornya *Separator Shell* terhadap kerak-kerak garam yang menyebabkan kehilangan panas maksimal.

C. Rumusan Masalah

Dalam proses memenuhi kebutuhan air tawar kapal, pembuat air tawar, atau juga dikenal sebagai *Fresh Water Generator*, sering menghadapi tantangan dan masalah. Agar *Fresh Water Generator* dapat memproduksi air tawar secara optimal, tantangan dan masalah ini harus diatasi. Perwira mesin atau masinis kapal harus menghadapi kesulitan ini karena perawatan pesawat membutuhkan perhatian yang cukup.

Guna menjaga agar penulisan skripsi ini tetap lancar dan memudahkan penyelesaiannya, beberapa pokok masalah dapat diambil dari uraian di atas. Perumusan masalah yang akan dijelaskan oleh penulis ialah seperti berikut:

1. Apa faktor penyebab penurunan produksi air tawar pada FWG?
2. Apa dampak penurunan produksi air tawar pada FWG?
3. Bagaimana upaya pada FWG untuk optimasi produksi air tawar?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja FWG terhadap operasional kapal?

D. Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah diidentifikasi dalam rumusan masalah di atas, peneliti menetapkan tujuan-tujuan penelitian berikut yang ingin dicapai:

1. Guna memahami apa saja faktor penyebab penurunan produksi pada *Fresh Water Generator*
2. Guna memahami dampak yang ditimbulkan dari penurunan produksi *Fresh Water Generator*
3. Guna memahami upaya apa saja yang dilakukan untuk optimasi perawatan *Fresh Water Generator*
4. Guna memahami pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja *Fresh Water Generator* kepada operasional kapal.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Ada beberapa kelebihan atau manfaat yang dapat diperoleh dengan mempelajari masalah *Fresh Water Generator*, Antara lain:

1. Manfaat Praktis
 - a. Dapat mengetahui dan menganalisa data tentang penyebab kotornya *tube kondesor*, sehingga proses penguapan tidak maksimal.
 - b. Untuk mengetahui faktor apa sajakah yang menyebabkan kotornya *separator shell* sehingga berkurangnya proses kondensasi.
2. Bagi Crew Kapal

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan. Para masinis diharapkan dapat bisa menganalisa dan mencegah kotornya *tube*

condensor serta kotornya *separator shell* yang menurunkan hasil proses kondensasi.

3. Bagi Taruna Taruni Pelayaran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu para pelaut yang telah lulus memahami pentingnya mencegah penurunan produksi terhadap FWG dan dampak kotornya *tube condensor* dan *separator shell* terhadap penurunan produksi air tawar.

4. Bagi Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Diinginkan hasil penelitian ini akan meningkatkan pemahaman dan referensi tentang pentingnya pengoperasian dan perawatan FWG. Mereka juga akan memberi calon perwira pengetahuan untuk digunakan saat bekerja di atas kapal. Mereka juga akan menambah daftar karya ilmiah pada Perpustakaan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Teori didasarkan pada deskripsi teori, yang merupakan dasar penelitian. Deskripsi teori membentuk kerangka untuk memperjelas latar belakang munculnya masalah tersebut secara sistematis. Selain itu, peneliti juga mendapatkan bahan informasi dari jurnal penelitian untuk memperkuat informasi sebelumnya yang berkaitan dengan judul yang akan digunakan untuk membentuk gambaran teori ilmu. Untuk membuat skripsi ini lebih mudah dipahami, peneliti memberikan penjelasan tentang pengertian dan definisi. Teori yang berkaitan dengan judul tersebut dijelaskan di sini.

Fresh Water Generator (FWG)

Menurut Park dkk. (2024) air tawar (*FW*) sama pentingnya dengan bahan bakar minyak untuk mengoperasikan kapal. Secara khusus air tawar diperlukan untuk pendinginan mesin kapal dan juga serta kebutuhan hidup para awak kapal. FWG digunakan untuk system pendinginan mesin *diesel, boiler*, berbagai jenis penukar panas guna membantu dalam kerja permesinan bantu *auxiliary engine* terhadap *main engine* mesin utama, air tawar dipakai sebagai kepentingan domestik, misalnya minum, memasak, serta mencuci, untuk memenuhi kebutuhan tersebut. FWG memproduksi air tawar di kapal dan disimpan di dalam *Fresh Water Tank* Secara umum, teknologi generasi FWG

dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: distilasi termal dan desalinasi membran. Sebagian besar FWG menggunakan teknologi distilasi termal dan teknologi vakum contohnya yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi karena yang desainnya sederhana, biaya perawatan yang rendah, dan kualitas air tawar yang mencakup produksi yang cukup untuk kehidupan sehari-hari di kapal dan memiliki kualitas air yang baik, ukurannya yang ringkas, dan energi limbah panas. Seperti konsumsi energi input yang lebih tinggi, dan tingkat pemulihan produksi yang tidak menentu oleh karena itu, ini telah menarik banyak penelitian yang signifikan.

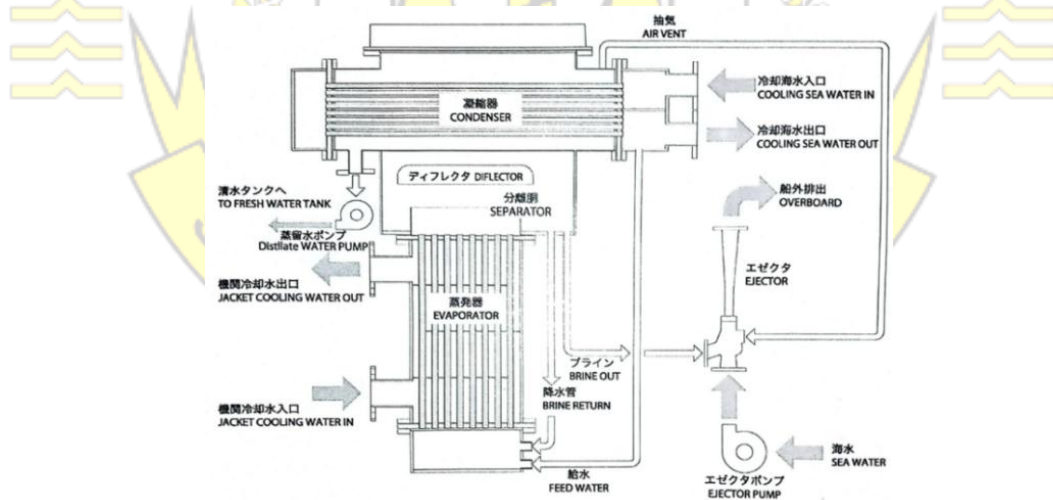
Menurut Liu dkk. (2021) teknologi desalinasi menghilangkan garam serta mineral di dalam air laut, sehingga memberikan solusi guna memproduksi air tawar di lingkungan laut yang mengalami kelangkaan air tawar. Teknologi desalinasi adalah metode pemisahan bahan kimia yang memanfaatkan perbedaan masa jenis atau titik didih dari unsur di dalam campuran. Proses ini mengimplikasikan penguapan dan kondensasi, dimana komponen dengan titik didih yang lebih rendah akan menguap lebih dulu pada saat dipanaskan.

Pada beberapa sumber ini memiliki beberapa jenis FWG, berikut merupakan macam-macam jenis *Fresh Water Generator* :

1. *Fresh Water Generator* tekanan tinggi

Pada sumber buku petunjuk *Miura co, Ltd, Model: WM-SK,DK Model: MW-25 SK*, dikatakan bahwa FWG ini

menggunakan *Jacket Cooling Water Main Engine* menjadi sumber panas untuk menguapkan air laut pada *evaporator* hingga mencapai *temperatur* penguapan yang lebih rendah daripada tekanan *atmosfer* akibat proses pemvakuman yang membuat air laut mulai mendidih dan menguap saat telah mencapai suhu penguapan yang optimal. Kemudian air laut diuapkan menggunakan suhu kurang lebih (70°C–80°C) serta (95°F–122°F), dikarenakan elemen dalam dari FWG divakumkan oleh *water ejector*. Hasil dari uap pada *heater exchanger* kemudian melalui *deflector* dan *mesh separator* menuju kondensor, dimana uap tersebut akan dikondensasikan oleh air laut pendingin, kemudian menjadi air tawar, dipompa oleh destilasi pompa dan menuju tanki air tawar.

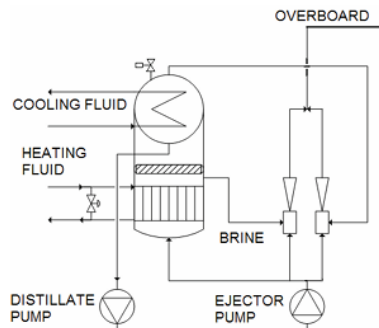


Gambar 2. 1 Fresh Water Generator Tekanan Tinggi

Sumber: *Manual Book Miura WM-DK*

2. *Fresh Water Generator* tekanan rendah

Menurut Kralj dkk. (2017) proses destilasi air tawar menggunakan upaya penyulingan air laut sangat lah penting untuk kebutuhan diatas kapal untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari diatas kapal, FWG tekanan rendah bekerja dengan prinsip distilasi menggunakan suhu rendah. Dalam sistem ini, tekanan di dalam *evaporator* dijaga tetap rendah (*vakum*) sehingga air laut dapat mendidih pada suhu yang lebih rendah dari suhu normal, biasanya antara 40°C-60°C. Ini sangat berbeda dari titik didih air pada tekanan *atmosfer* normal (100°C), sehingga menghemat energi dan memanfaatkan sumber panas yang lebih rendah. Sumber panas yang dibutuhkan untuk penguapan biasanya diperoleh dari sumber panas buangan seperti air pendingin jaket mesin utama atau uap. Energi panas ini ditransfer melalui penukar panas, seperti tabung terendam atau penukar panas tipe pelat ke air laut di *evaporator*.

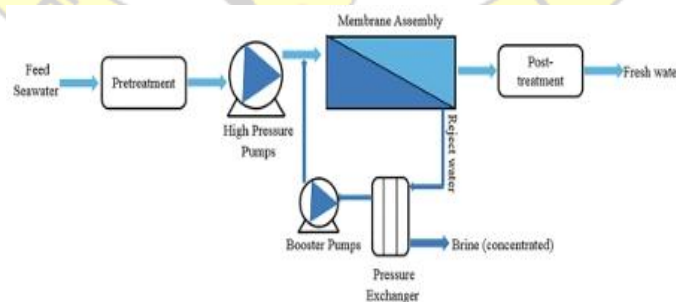


Gambar 2. 2 *Fresh Water generator* tekanan rendah

Sumber: *Analysis of Thermodynamic* (2022)

3. *Reverse Osmosis (RO)*

Menurut Shouman dkk. (2021) menggunakan teknologi RO untuk menghilangkan garam pada air payau dan air laut, pengotoran membran adalah penghalang yang signifikan. Air dialirkan dibawah tekanan melewati membran semi permeabel, dimana air terkonsentrasi dialiran tolak dan dibuang ke saluran pembuangan yang disebut air buangan. Membran *semi-permeabel* menolak ion garam dan membiarkan molekul air lewat. Membran RO menggunakan selulosa asetat, poliamida, dan polimer lainnya sebagai bahan. Membran terdiri dari serat berongga dan luka spiral yang digunakan untuk perawatan, tergantung pada komposisi air dan parameter sistem. RO adalah proses desalinasi berbasis membran. Sebagian besar orang menganggap membran desalinasi air laut dan penggunaan kembali air limbah sebagai solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan pasokan air.



Gambar 2. 3 Reverse Osmosis

Sumber: Jurnal *Desalination* (2021)

B. Definisi Operasional

Menurut Leijon & Bostrom, (2018) desalinasi adalah proses pembuatan air bersih yang dapat diminum dimana air yang digunakan bersumber dari air laut atau air payau. Ini dapat dilakukan dengan membran atau proses *Thermal*. Dengan menggunakan FWG sebagai mesin yang dapat menghasilkan air tawar yang dapat digunakan untuk minum, memasak, mencuci, dan bahkan menjalankan mesin penting lainnya yang menggunakan air tawar sebagai media pendingin, FWG merupakan salah satu pesawat bantu yang sangat penting di atas kapal laut.

1. Air FWG

Menurut Jalili dkk. (2022) kekurangan air tampaknya akan menjadi masalah besar dalam waktu dekat. Namun, penggabungan pabrik produksi air dan listrik, yang menghasilkan air tawar dari limbah panas, dapat mengurangi masalah ini. Sebuah pesawat bantu yang disebut FWG sangat diperlukan untuk memproduksi air tawar dalam jumlah besar dengan mengolah air laut menjadi air tawar melalui proses penyulingan dan dapat membantu semua kebutuhan crew kapal saat kapal berlayar. FWG membantu kebutuhan air bersih di kapal guna menghemat ketergantungan bunker air dari darat.

Menurut Aende dkk. (2020) menghasilkan air tawar dengan menghilangkan garam terlarut dan kotoran lainnya dari air laut

disebut desalinasi air laut. Kebutuhan energi yang tinggi dari proses desalinasi tradisional, seperti distilasi *flash multi-tahap*, mendorong inovasi menuju teknik hemat energi. Meskipun upaya ekstensif telah dikhususkan untuk mengeksplorasi teknologi baru, masih ada tantangan signifikan untuk mencapai keberlanjutan energi dan air tawar. Permintaan air selalu meningkat, dan untuk mengatasi masalah ini, beberapa teknologi untuk merubah air payau atau air laut sebagai air minum telah dipelajari selama bertahun-tahun. Ini adalah proses intensif energi, dan hanya layak jika sumber energinya praktis bebas, seperti sumber langit, sumber panas bumi, atau panas limbah industri Chung dkk. (2012).

Menurut Peeters dkk. (2020) pengelolaan air itu rumit karena semua pengguna bersaing untuk mendapatkan sumber daya air yang sama. Seperti di kapal pengelolaan air tawar sama penting untuk kebutuhan pendinginan untuk permesinan, akomodasi dan kebutuhan sehari, membutuhkan proses secara maksimal dan bisa membuat terjadi penurunan produksi secara tidak maksimal serta tidak tercapainya produksi sesuai dengan target dalam sehari.

Menurut Li dkk. (2024) produksi air tawar dari simulasi desalinasi yang dijalankan pada penelitian ini serta data yang disajikan dalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi desalinasi memiliki kapasitas untuk memprediksi laju aliran air tawar secara akurat. Temuan ini mengkonfirmasi kepercayaan dan

keakuratan simulasi desalinasi, sehingga memvalidasi kegunaannya sebagai alat yang berharga, guna mempertahankan kondisi dan mencegah penurunan produksi pesawat bantu FWG, karena kondisi apapun di dunia akan semakin menurun dengan bertambahnya usia.

Menurut Wang dkk. (2023) teknologi desalinasi dianggap sebagai teknologi komersial yang matang untuk menghasilkan air bersih dari air garam. Namun, mereka sering membutuhkan investasi modal awal yang tinggi, konsumsi energi, instalasi besar dan akses ke infrastruktur canggih, yang membuatnya tidak layak di daerah berkembang, komunitas kecil dan daerah terpencil. Di wilayah ini, karena skala ekonomi yang kecil dan pemanfaatan yang rendah, yang berlipat ganda meningkat secara signifikan. Ini berhubungan dengan biaya yang dikeluarkan merupakan tujuan utama yang dilakukan guna mempertahankan kondisi dan mempertahankan tingkat penurunan serendah mungkin.

Ini disupport oleh fakta bahwa mesin FWG memiliki beberapa komponen yang sangat memengaruhi hasil produksi air tawar karena kondisi dan kinerja mesin ditentukan oleh komponen-komponen tersebut.

2. Perawatan *Fresh Water Generator*

Menurut Wang (2024) dalam proses pemeliharaan peralatan kapal yang sebenarnya, serangkaian faktor risiko seperti biaya, jadwal, dan kualitas akan berdampak signifikan pada seluruh

proyek pemeliharaan kapal, bahkan mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan seluruh proyek.

Menurut Melnyk (2024) strategi pemeliharaan optimal untuk alat desalinasi dengan fokus khusus pada mengatasi masalah pasokan air. Analisis terperinci tentang menggunakan kimia, dengan mempertimbangkan aspek unik pengolahan air dalam proses desalinasi, dalam ini sangatlah diperlukan dalam mengenai perawatan dalam permesinan bantu terutama FWG dalam merawat dan perawatan yang sangat diperlukan dalam memenuhi serta memaksimalkan dalam nilai produksi FWG.

3. Sumber Daya Manusia

Menurut Faisal (2023) SDM berkelanjutan bisa melalui pendekatan baru terhadap manajemen sumber daya manusia yang mengintegrasikan fungsi SDM dengan keberlanjutan perusahaan dan mencapai tujuan organisasi. Keberlanjutan mendapatkan penerimaan di seluruh dunia, dan SDM juga dipengaruhi olehnya. Pencari secara global juga mengeksplorasi manajemen sumber daya manusia berkelanjutan yang menciptakan hubungan langsung antara SDM dan keberlanjutan. Hal ini dibahas dalam studi yang berfokus pada bagaimana departemen sumber daya manusia dapat mendukung tanggung jawab sosial perusahaan dan pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks FWG di kapal atau lingkungan maritim, sumber daya manusia mengacu pada tenaga kerja yang

memiliki keterampilan teknis dan pengetahuan operasional yang diperlukan untuk mengelola, mengoperasikan dan memelihara perangkat FWG. Peran sumber daya manusia dalam FWG mencakup pengawasan proses desalinasi, pemeliharaan preventif dan perbaikan, serta pengoptimalan sistem untuk efisiensi energi dan kualitas air tawar. Sumber daya manusia dengan manajemen yang baik tentu akan bermanfaat bagi organisasi. Pentingnya mengelola dan merencanakan sumber daya manusia juga dilandaskan pada sumber daya manusia yang saat ini sering disebut sebagai aset yang perlu diberikan pelatihan agar kemampuannya dapat terus.

Peningkatan kompetensi sumber daya alam, khususnya dalam teknologi FWG dan teknik penghematan energi, penting untuk mencapai kinerja optimal dan mengurangi biaya operasional Elu & Rahmawati (2024).

a. Keterampilan Teknikal

Operasional FWG membutuhkan pengetahuan teknis yang mendalam, baik dalam sistem *distilasi*, *reverse osmosis*, atau proses lain yang digunakan dalam desalinasi. SDM bertugas memastikan bahwa mesin dan sistem FWG beroperasi dengan efisien, serta mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang muncul secara teknis.

b. Pemeliharaan dan Perbaikan

SDM yang terlatih diperlukan untuk melakukan pemeliharaan rutin dan pemecahan masalah yang terjadi pada FWG. Pengelolaan siklus pemeliharaan yang baik sangat penting untuk menjaga agar sistem bekerja dengan baik, mengurangi waktu henti, dan memperpanjang umur perangkat FWG.

c. Pelatihan Berkelanjutan

Perkembangan teknologi dalam sistem desalinasi menuntut pelatihan berkelanjutan bagi SDM yang terlibat. Dengan pelatihan yang tepat, SDM akan mampu mengikuti inovasi terbaru dalam industri ini, seperti teknologi baru dalam *reverse osmosis* atau optimisasi penggunaan energi dalam proses desalinasi.

d. Manajemen Proses dan Kualitas

SDM juga berperan dalam manajemen kualitas air yang dihasilkan oleh FWG. Mereka harus memastikan bahwa air yang diproduksi memenuhi standar kualitas dan keamanan yang ditetapkan untuk penggunaan manusia.

e. Keselamatan dan Kepatuhan

Mengingat kompleksitas dan potensi risiko yang ada dalam operasi FWG, SDM juga perlu memiliki pemahaman tentang prosedur keselamatan dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku.

Menurut Masood (2024) studi ini lebih lanjut mengeksplorasi adaptasi strategi retensi dalam pengaturan budaya dan organisasi yang berbeda, memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti bagi organisasi yang bertujuan untuk mengoptimalkan upaya retensi mereka. Penelitian ini berpartisipasi terhadap wacana yang lebih luas mengenai manajemen sumber daya manusia, menawarkan perspektif bernuansa tentang optimalisasi, memikirkan kembali konsep SDM yang sudah ketinggalan zaman, seperti model kepemimpinan yang kaku, dan lebih berfokus pada pengembangan budaya kerja yang mudah beradaptasi dan inklusif. Ada juga penekanan yang semakin besar pada manajemen risiko dan beradaptasi dengan kekurangan tenaga kerja, yang menjadi tantangan signifikan bagi para profesional SDM. Sumber daya manusia dalam konteks FWG merujuk pada tenaga kerja yang terlibat dalam pengelolaan, pengoperasian, pemeliharaan, dan peningkatan sistem yang memproduksi air tawar, umumnya dari air laut atau air payau. Peran SDM sangat vital dalam memastikan efisiensi operasional dan keberlanjutan sistem FWG.

4. Kinerja *Fresh Water Generator*

Menurut PAL (2024) desain sistem FWG atau pembangkit air tawar yang paling efisien yang memanfaatkan limbah panas

dari mesin utama. Dalam proses desalinasi, FWG memiliki bentuk tipe *shell* dan *tube* atau tipe *plate*, digunakan, kapal dagang terutama menggunakan evaporator tipe *Plate* dan *Tube* yang terendam untuk menghasilkan air tawar. Penyesuaian untuk mengurangi inefisiensi ini telah terbukti meningkatkan *output* air tawar tanpa meningkatkan konsumsi energi, yang sangat penting bagi kapal yang bertujuan untuk menjaga konservasi energi dan efektivitas biaya operasional kinerja kapal merujuk pada efisiensi dan efektivitas sistem FWG dalam memenuhi kebutuhan air tawar secara optimal. Kinerja ini dinilai berdasarkan kemampuan FWG dalam menghasilkan air tawar berkualitas, pemakaian energi yang efisien dan ketahanan perangkat dalam menghadapi kondisi lingkungan laut yang keras.

Menurut Hartanto dkk. (2020) mengatakan salah satu kebutuhan dasar di kapal ialah air tawar. Saat kapal berlayar, sejumlah besar air tawar sangat diperlukan akan menjadi masalah di atas kapal karena tangki air secara otomatis akan mengurangi kapasitas air di kapal. Jadi, sebagai solusi FWG sebagai pembuat air. Namun, tangki air tawar yang sangat besar kinerja FWG mengeksplorasi berbagai inovasi dan optimasi untuk meningkatkan efisiensinya, terutama untuk aplikasi maritim dan aplikasi terpencil dimana air tawar langka. Salah satu penelitian mengidentifikasi komponen-komponen utama yang

mempengaruhi kinerja FWG, seperti pompa distilat dan pompa ejektor, yang memainkan peran penting dalam mengatur keluaran air dan mempertahankan tingkat salinitas yang optimal. Definisi operasional ini digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan performa FWG, baik melalui pemeliharaan yang teratur maupun melalui penerapan teknologi baru seperti desain berbasis energi matahari, yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memberikan alternatif yang lebih berkelanjutan di lingkungan laut atau daerah terpencil.

a. Efisiensi Produksi Air Tawar

Kinerja FWG sering diukur dari jumlah air tawar yang dihasilkan per jam, serta kualitas air tersebut. Sistem FWG yang optimal harus mampu menghasilkan air sesuai standar kualitas yang aman untuk konsumsi kru atau keperluan mesin.

b. Konsumsi Energi

Sistem FWG harus meminimalkan konsumsi energi untuk tetap efisien dalam penggunaan bahan bakar kapal. Efisiensi energi ini sangat penting mengingat batasan daya yang ada di kapal serta tujuan untuk mengurangi emisi karbon.

c. Keandalan Sistem

Kinerja FWG juga ditentukan oleh keandalan sistem dalam jangka panjang, termasuk ketahanan terhadap korosi dan kemampuan beroperasi dalam kondisi laut yang

bervariasi. Kapal yang memiliki FWG dengan tingkat ketahanan tinggi akan lebih jarang mengalami gangguan, sehingga menurunkan biaya perawatan dan meningkatkan waktu operasional.

d. Pemeliharaan dan Perawatan

Faktor pemeliharaan rutin pada sistem FWG juga berkontribusi pada kinerja kapal. Sistem yang membutuhkan pemeliharaan minimal dengan efisiensi tinggi dapat meningkatkan kinerja kapal secara keseluruhan dan mengurangi beban kerja kru.

e. Sistem Kontrol dan Monitoring

FWG di kapal sering dilengkapi dengan teknologi kontrol otomatis dan sistem monitoring untuk memastikan operasi yang aman dan efisien. Hal ini memungkinkan kru memantau kinerja dan melakukan penyesuaian yang diperlukan secara *real-time*.

5. Operasional Kapal *Fresh Water Generator*

Menurut Hamrang dkk. (2020) untuk sistem energi, keberlanjutan adalah perhatian utama yang harus dipertimbangkan dengan cermat saat dirancang dan ditetapkan. Analisis energi ini adalah teknik yang efektif untuk meneliti keberlanjutan sistem ini. Dalam ini operasional FWG mengacu pada sistem yang dipakai kapal guna mengubah air laut sebagai air tawar, yang kemudian

digunakan untuk kebutuhan operasional kapal, baik untuk konsumsi kru maupun keperluan teknis lainnya. FWG beroperasi dengan menggunakan teknologi distilasi atau *reverse osmosis*, yang memungkinkan kapal menghasilkan air bersih dalam kondisi laut yang berbeda-beda. Proses operasional FWG di kapal melibatkan beberapa tahap, seperti penyaringan awal air laut, distilasi atau filtrasi melalui membran, serta penyimpanan air tawar yang dihasilkan. Sistem ini bekerja secara terus-menerus selama kapal beroperasi, dengan parameter seperti suhu, tekanan, dan salinitas harus selalu dipantau untuk memastikan kualitas dan kuantitas air yang diproduksi tetap optimal.

Menurut Joshi dkk. (2017) salah satu metode pembangkitan air tawar adalah dengan memadatkan kelembaban dari *atmosfer*, yang dapat dibuat bermanfaat bagi orang-orang di daerah lembab dan pesisir dunia yang memiliki kelangkaan air. Solusi berkelanjutan untuk kondensasi kelembaban adalah dengan menggunakan teknologi pendinginan termoelektrik.

a. Output Produksi Air Tawar

Jumlah air tawar yang dihasilkan per satuan waktu menjadi salah satu indikator kinerja FWG. Semakin tinggi produksi dengan kualitas yang memenuhi standar, semakin baik kinerja FWG. Parameter ini sering digunakan untuk menentukan efisiensi generator dalam operasi sehari-hari di kapal.

b. Efisiensi Energi

Efisiensi energi merujuk pada rasio antara jumlah energi yang dipakai oleh FWG guna menghasilkan air tawar dan output air yang dihasilkan. Analisis energi dan eks-energi dapat membantu mengidentifikasi titik-titik kehilangan energi dalam proses, seperti di area pemanas dan penukar panas, yang memengaruhi output kinerja secara keseluruhan.

c. Performa Komponen Utama

Komponen-komponen seperti pompa *distilat* dan *ejector* harus berfungsi optimal untuk menjaga aliran dan tekanan yang sesuai selama proses distilasi. Kinerja pompa distilat dan ejector berkontribusi secara signifikan pada efisiensi FWG, dengan kontribusi gabungan hingga sekitar 60% dari total kinerja generator dalam beberapa studi.

d. Stabilitas Operasional dan ketahanan terhadap garam

Sistem FWG yang stabil ditandai dengan kemampuan menjaga efisiensi meski dalam kondisi operasi yang berbeda-beda. Akumulasi garam pada komponen seperti pelat evaporator dapat mengurangi efisiensi sistem dan membutuhkan perawatan rutin untuk menjaga performa FWG.

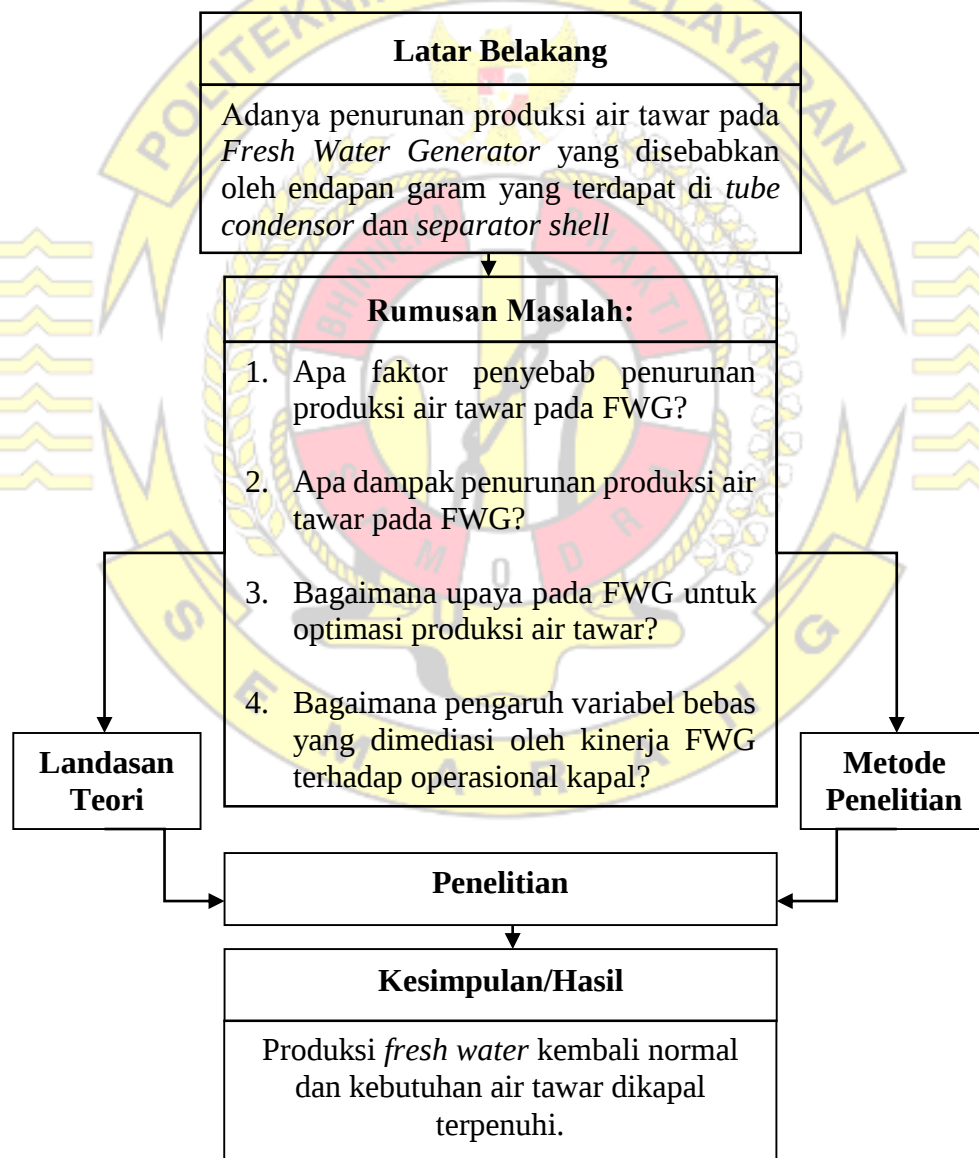
Proses operasional ini juga mencakup pengaturan parameter suhu dan tekanan air laut yang memasuki sistem untuk memastikan bahwa proses distilasi berjalan efisien. Selain

itu, pengelolaan energi yang digunakan oleh FWG juga penting untuk mengurangi biaya operasional kapal secara keseluruhan. Para operator kapal juga harus memastikan bahwa pemeliharaan rutin dilakukan untuk mencegah kerusakan dan menjaga kontinuitas produksi air tawar. Secara keseluruhan, definisi operasional dan operasional kapal dalam konteks FWG berfokus pada pengelolaan yang efisien dan teratur untuk operasional kapal.



C. Kerangka Pikir

Peneliti membuat kerangka pikir yang menggambarkan konsep dan teori yang akan digunakan sebagai landasan dan dasar untuk melakukan penelitian mereka. Kerangka pikir ini dibuat agar peneliti dapat lebih mudah memahami konsep penelitian. Kerangka pikir juga mencakup variabel dan masalah penelitian. Ini adalah kerangka berpikir yang digunakan peneliti:



Gambar 2. 4 Kerangka Pikir

D. Hipotesis

Hipotesis merupakan asumsi yang belum teruji dari analisis peneliti dan akan dibuktikan dalam penelitian. Uji hipotesis harus didasarkan pada teori dan landasan yang kuat, serta jawabannya. Ini adalah hipotesis penelitian :

1. X_1 (Air) dan Y_1 (Kinerja FWG)
 - a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Air tidak berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
 - b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_1
(Air berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
2. X_2 (Perawatan) dan Y_1 (Kinerja FWG)
 - a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan tidak berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
 - b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1
(Perawatan berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
3. X_3 (Sumber daya manusia) dan Y_1 (Kinerja FWG)
 - a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
 - b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1
(Sumber daya manusia berpengaruh terhadap Kinerja FWG)
4. Y_1 (Kinerja FWG) dan Y_2 (Operasional Kapal)
 - a. $H_0 \rightarrow Y_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(Kinerja FWG tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_1 \rightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja FWG berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

5. X_1 (Air) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Air tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Air berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

6. X_2 (Perawatan) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Perawatan tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Perawatan berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

7. X_3 (Sumber daya Manusia) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. $H_0 \rightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal)

b. $H_1 \rightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Sumber daya manusia berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, peneliti dapat menyimpulkan tentang strategi optimasi produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* di MV. Maersk Noresund:

1. Penurunan produksi FWG disebabkan oleh beberapa faktor utama, termasuk kurangnya perawatan berkala pada mesin, lingkungan operasional kapal yang tidak stabil, dan penggunaan suku cadang yang tidak asli atau berkualitas rendah. Faktor-faktor ini berkontribusi pada penurunan kualitas dan ketahanan mesin FWG, meningkatkan risiko kerusakan serius.
2. Penurunan produksi air tawar berdampak pada terganggunya fungsi evaporator dan kondensor akibat endapan garam (*scaling*). Kondisi ini mengurangi efisiensi FWG, membatasi ketersediaan air tawar untuk operasional kapal, dan meningkatkan biaya operasional karena kebutuhan pengadaan air tawar tambahan.
3. Optimalisasi produksi FWG dapat dicapai melalui perawatan berkala, memastikan penggunaan suku cadang asli dan berkualitas tinggi, serta penerapan teknologi pemantauan keadaan mesin. Langkah ini membantu mendeteksi potensi kerusakan lebih awal dan menjaga kinerja mesin secara maksimal.
4. Pengaruh Air Tawar terhadap Kinerja FWG dan Operasional Kapal:

Air tawar tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja FWG yang memiliki nilai 0.189 penurunan kualitas atau ketersediaan air tawar dapat berdampak langsung pada efisiensi operasional kapal, meskipun tidak mempengaruhi kinerja FWG secara langsung.

- a. Pengaruh Air Tawar Terhadap Kinerja FWG: Tidak berpengaruh (p-value > 0,05, t-statistik < 1,960).
- b. Pengaruh Air Tawar Terhadap Operasional Kapal: Berpengaruh positif dan signifikan (p-value < 0,05, t-statistik > 1,960).
- c. Pengaruh Perawatan Terhadap Kinerja FWG: Berpengaruh positif dan signifikan (p-value < 0,05, t-statistik > 1,960).
- d. Pengaruh Perawatan Terhadap Operasional Kapal: Berpengaruh positif dan signifikan (p-value < 0,05, t-statistik > 1,960).
- e. Pengaruh Sumber Daya Manusia Terhadap Kinerja FWG: Tidak berpengaruh (p-value > 0,05, t-statistik < 1,960).
- f. Pengaruh Sumber Daya Manusia Terhadap Operasional Kapal: Tidak berpengaruh (p-value > 0,05, t-statistik < 1,960).
- g. Pengaruh Kinerja FWG Terhadap Operasional Kapal: Berpengaruh positif dan signifikan (p-value < 0,05, t-statistik > 1,960).

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kendala yang memengaruhi dan mengurangi hasil penelitian ini secara optimal. Batasan-batasan ini dapat digunakan sebagai referensi, panduan, atau sumber informasi bagi penelitian masa depan.

Berikut adalah beberapa keterbatasan dalam penelitian:

1. Keterbatasan waktu selama praktik laut dalam penelitian mempengaruhi pencapaian hasil yang diinginkan oleh peneliti.
2. Keterbatasan pengetahuan peneliti dalam merumuskan dan menyusun laporan hasil penelitian dapat mempengaruhi kualitas dari hasil yang diperoleh, sehingga peneliti perlu untuk terus mengembangkan diri agar dapat mencapai hasil yang optimal di masa mendatang.
3. Keterbatasan peneliti dalam menemukan responden yang memiliki pemahaman yang mendalam tentang isi penelitian ini mengakibatkan proses yang memerlukan waktu yang cukup lama.
4. Pengumpulan data lapangan yang terbatas pada jumlah sampel dan lokasi tertentu dapat mempengaruhi generalisasi hasil penelitian. Peneliti tidak dapat mengakses semua kondisi operasional kapal atau faktor lain yang dapat mempengaruhi kinerja FWG dan operasional kapal secara menyeluruh. Hal ini mengurangi keberagaman data yang seharusnya dapat memperkaya hasil analisis.

C. Saran

Berdasarkan temuan masalah yang telah terjadi dan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti pada praktek laut di kapal MV. Maersk Noresund, Peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perawatan berkala dan penggunaan suku cadang berkualitas peneliti menyarankan untuk memastikan perawatan berkala pada FWG serta penggunaan suku cadang asli dan berkualitas tinggi. Hal ini penting

untuk menjaga kinerja dan ketahanan mesin FWG, sehingga dapat meminimalisir penurunan kualitas produksi air tawar dan mencegah kerusakan mesin yang dapat berdampak pada operasional kapal.

2. Penerapan teknologi pemantauan kinerja mesin untuk mendeteksi potensi kerusakan sejak dini, penerapan teknologi pemantauan kinerja mesin sangat disarankan. Dengan sistem monitoring yang canggih, kondisi mesin dapat dipantau secara *real-time*, dan langkah-langkah pencegahan dapat diambil sebelum kerusakan serius terjadi.
3. Peningkatan kualitas sumber daya manusia meskipun sumber daya manusia tidak memiliki pengaruh langsung signifikan dalam penelitian ini, penting untuk meningkatkan kualitas dan keterampilan tenaga kerja. Pelatihan berkala dan peningkatan pengetahuan teknis kru kapal dapat membantu dalam pemeliharaan mesin FWG yang lebih baik dan operasional kapal yang lebih efisien.
4. Peningkatan kerja sama dengan terkait peneliti dan juga menyarankan agar penelitian dan perawatan mesin FWG melibatkan lebih banyak pihak terkait, seperti pemasok suku cadang, ahli teknis, dan operator kapal. Kolaborasi ini akan memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai optimasi produksi air tawar dan operasional kapal secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aende, A., Gardy, J., & Hassanpour, A. (2020). *Seawater desalination: A review of forward osmosis technique, its challenges, and future prospects*. *Processes*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/PR8080901>
- Amos, A., Spss, D., Jumlah, U., Besar, S., Purwanto, A., Asbari, M., & Santoso, T. I. (2021). *Analisis Data Penelitian Marketing: Perbandingan Hasil Antara Amos, Smartpls, Warppls, Dan Spss Untuk Jumlah Sampel Besar*. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 2(4), 216–227
- Amin, S. A. S., Hassan, M., & Elaraby, H. (2023). *Develop a fresh water production method from atmosphere*.
- Amsal, M., Adinugroho, I., & Brehnaputrifajar Khaerudin, R. (2024). *Pelatihan Pengolahan Data Penelitian Menggunakan Aplikasi Smart PLS (Partial Least Square)*. *Communnity Development Journal*, 5(4), 7379–7383.
- Astuti, N. P., & Bakri, R. (2021). *Pelatihan Pengolahan Data Menggunakan Aplikasi Smart-PLS 3 Secara Online di Masa Pandemi Covid 19*. *Caradde: jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 614.
- Azizah, N., Ning Farida, S., Dimisyqiyani, E., & Timur, J. (2021). *Procuratio: Jurnal Ilmiah Manajemen Raising Brand Culture In Higher Education Organization From Corporate Branding Perspective*. 9(3), 310–318. <http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/ojs32/index.php/procuratio/index>
- Candra Susanto, P., Ulfah Arini, D., Yuntina, L., Panatap Soehaditama, J., & Nuraeni, N. (2024). *Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka)*. *Jurnal Ilmu Multidisplin*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.38035/jim.v3i1.504>
- Rodríguez, J. V., Merwe, J., Wahid, M. S., Cesna, P. G., & Prabowo, A. D. (2024). *Improving Natural Resource Management through AI: Quantitative Analysis using SmartPLS*. *International Transactions on Artificial Intelligence (Italic)*, 2(2), 135–142. <https://doi.org/10.33050/italic.v2i2.548>
- Chen, Q., Burhan, M., Akhtar, F. H., Ybyraiykul, D., Shahzad, M. W., Li, Y., & Ng, K. C. (2021). *A decentralized water/electricity cogeneration system integrating concentrated photovoltaic/thermal collectors and vacuum multi-effect membrane distillation*. *Energy*, 230, 120852. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120852>
- Chung, H., Wibowo, S., Fajar, B., Shin, Y., & Jeong, H. (2012). *Study on low pressure evaporation of fresh water generation system model*. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26(2), 421–426. <https://doi.org/10.1007/s12206-011-1102-8>
- Darwin, M., & Umam, K. (2020). *Analisis Indirect Effect pada Structural Equation Modeling*. *Nucleus*, 1(2), 50–57. <https://doi.org/10.37010/nuc.v1i2.160>
- Elu, D., & Rahmawati, I. (2024). *Pengelolaan dan Perencanaan Sumber Daya Manusia dalam Kemajuan Perusahaan*. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 4(1), 44–49. <https://doi.org/10.56145/ekonomibisnis.v4i1.135>
- Faisal, S. (2023). *Twenty-Years Journey of Sustainable Human Resource Management Research: A Bibliometric Analysis*. *Administrative Sciences*,

- 13(6). <https://doi.org/10.3390/admsci13060139>
- Farisi, S., Hulmansyah, H., & Huda, N. (2019). *Pengaruh Kualitas Layanan Terhadap Loyalitas Guru Dengan Kepuasan Kerja Sebagai Variabel Intervening Di Sekolah Islam Terpadu (Sit)*. *JEBA (Journal of Economics and Business Aseanomics)*, 3(2), 130–154. <https://doi.org/10.33476/jeba.v3i2.957>
- Furadantin, N. R. (2018). *Analisis Data Menggunakan Aplikasi SmartPLS v.3.2.7 2018. Academia (Accelerating the World's Research)*, 2. https://scholar.google.com/scholar?q=related:2uQwPffimx4J:scholar.google.com/&scioq=analisis+data+menggunakan+smartPLS&hl=id&as_sdt=0,5
- Gaussian, J. (2019) *Analisis Structural Equation Modeling Pendekatan Partial Least Square Dan Pengelompokan Dengan finite mixture PLS (FIMIX-PLS) (Studi Kasus: Kemiskinan Rumah Tangga di Indonesia 2017)* *Jurnal Gaussian*.
- Geurtsen, M., Didden, J. B. H. C., Adan, J., Atan, Z., & Adan, I. (2023). *Production, maintenance and resource scheduling: A review*. *European Journal of Operational Research*, 305 (2), 501–529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.03.045>
- Hamrang, F., Shokri, A., Seyed Mahmoudi, S. M., Ehghaghi, B., & Rosen, M. A. (2020). *Performance analysis of a new electricity and Fresh Water production system based on an integrated gasification combined cycle and multi-effect desalination*. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19), 1–29. <https://doi.org/10.3390/su12197996>
- Hasdiansa, I. W., Farhan, A., Aswar, N. F., Amalia, R., Ekonomi, F., Studi, P., Digital, B., & Megarezky, U. (2024). *Pelatihan Pengolahan Data Statistik dalam Penelitian Bisnis Menggunakan Aplikasi SmartPLS*. 02(02), 240–250.
- Hikmah, J. (2020). *Paradigm*. *Computer Graphics Forum*, 39(1), 672–673. <https://doi.org/10.1111/cgf.13898>
- Hartanto, H., Tjahjono, A., Wahyuni, O., & Wibowo, E. (2020). *Factors affecting the performance of fresh water generator in merchant vessel*. *TEM Journal*, 9(1), 19–24. <https://doi.org/10.18421/TEM9-03>
- Simon, M., & Ma'arif (2021). *Analisis Menurunnya Produksi Air Tawar Pada Fresh Water Generator Di Kapal MT*. *Bull Kalimantan Iswansyah* 1) Mahadir Sirman 2) Sultan Ma'arif 3). 09(September), 110–116.
- Insani I.C., & Ghifari, I. (2022). *Optimalisasi Peningkatan Produksi Fresh Water Generator (Studi Kasus Kapal Km Tanto Tangguh)*. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 13(2), 47–55. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v13i2.642>
- Irwan, & Adam, K. (2020). *Metode Partial Least Square (Pls) Dan Terapannya*. *Teknosains*, 9(1), 53–68.
- Jalili, M., Chitsaz, A., & Ghazanfari Holagh, S. (2022). *Sustainability improvement in combined electricity and Fresh Water generation systems via biomass: A comparative emergy analysis and multi-objective optimization*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(5), 2885–2899. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.245>
- Joshi, V. P., Joshi, V. S., Kothari, H. A., Mahajan, M. D., Chaudhari, M. B., & Sant, K. D. (2017). *Experimental Investigations on a Portable Fresh Water*

- Generator Using a Thermoelectric Cooler. Energy Procedia*, 109(November 2016), 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.085>
- Kralj, P., Martinović, D., & Tudor, M. (2017). *Analysis of thermodynamic and technological basics of the marine fresh water generator model. Desalination and Water Treatment*, 95, 180–185. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.21522>
- Leijon, J., & Boström, C. (2018). *Fresh Water production from the motion of ocean waves – A review. Desalination*, 435(June 2017), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.10.049>
- Li, S., Leng, Y., Chaturvedi, R., Dutta, A. K., Abdullaeva, B. S., & Fouad, Y. (2024). *Sustainable Fresh Water/energy supply through geothermal-centered layout tailored with humidification-dehumidification desalination unit; Optimized by regression machine learning techniques. Energy*, 303, 131919. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131919>
- Li, Z., Wang, M., Chen, L., Ji, H., & Yu, H. Y. (2023). *Highly efficient carbonization of nanocellulose to biocarbon aerogels with ultrahigh light absorption efficiency and evaporation rate as bifunctional solar/electric driven steam generator for water purification. Sustainable Materials and Technologies*, 36 (November 2022), e00649. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2023.e00649>
- Liu, M., Wu, D., Tsolakis, A., & Gao, W. (2021). *A waste cryogenic energy assisted Fresh Water generator for marine applications. Desalination*, 500 (December 2020), 114898. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114898>
- Leovita,A., Resti,S., & Martadona,I (2024). *Workshop Analisis dan Interpretasi Hasil Uji. 02(03)*, 161–169.
- Mokodompit, E. A., Kadeni,K., Yulianti, M., L., Sugianto,.S., & Yuliyani.,L., (2023). *Training in Data Processing using Smart PLS Software. Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 2(2), 187–197. <https://doi.org/10.55606/jpmi.v2i2.2100>
- Marliana, R. (2021). *Pelatihan Pls-Sem Menggunakan Smartpls 3.0 bagi Dosen Mata Kuliah Statistika Fisip Uin Sunan Gunung Djati Bandung. Jurnal Abdimas Sang Buana*, 02(02), 43–50.
- Masood, D. R. Z. (2024). *Strategies for employee retention in high turnover sectors: An empirical investigation. International Journal of Research in Human Resource Management*, 6 (1), 33–41. <https://doi.org/10.33545/26633213.2024.v6.i1a.167>
- Masri, M., Nur, N., & Daswan, L. (2024). *Pengelolaan Dan Analisis Data Menggunakan Aplikasi Smart-Pls 4 Bagi. 1(2)*, 6–10.
- Melnyk, O. (n.d.). *Optimization of maintenance and chemical cleaning methods for shipboard seawater desalination plants.*
- Nawawi, C. I., Nugroho, A. A., & Febrilianto, Y. (2022). *Optimalisasi Kinerja Fresh Water Generator untuk meningkatkan Produksi Air Tawar di atas Kapal. E-Journal Marine Inside*, 4(July), 45-54Nawawi, C. I., Nugroho, A. A., Febrilianto,. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v4i1.38>
- Narumawati.,U., (2020). *Ragam Analisis Dalam Metode Penelitian (untuk penulisan Skripsi, Tesis, dan Disertasi) ANDI*,Yogyakarta
- Purwanto, A., Asbari, M., & Santoso, T. I. (2021). *Analisis Data Penelitian Marketing: Perbandingan Hasil Antara Amos, Smartpls, Warppls, Dan Spss*

- Untuk Jumlah Sampel Besar. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 2(4), 216–227.
- Prasetyo, Dwi. (2018). *Sistem Perawatan & Perbaikan Permesinan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.
- Pal, J. S. (2024). Estimation and analysis of exergy loss and performance evaluation of marine Fresh Water generating system. *Journal of Thermal Engineering*, 10(5), 1266–1274. <https://doi.org/10.14744/thermal.0000857>
- Park, M. H., Park, J. S., & Lee, W. J. (2024). Toward optimized operation of Fresh Water generator using computer vision, and its economic and environmental benefits. *Desalination*, 573 (November 2023), 117214. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2023.117214>
- Peeters, R., Vanderschaeghe, H., Rongé, J., & Martens, J. A. (2020). Energy performance and climate dependency of technologies for fresh water production from atmospheric water vapour. *Environmental Science: Water Research and Technology*, 6(8), 2016–2034. <https://doi.org/10.1039/d0ew00128g>
- Permata, A. R. (2023). Analisis Data Penelitian Kesehatan: Perbandingan Hasil antara SmartPLS, R dan IBM SPSS Health Research Data Analysis: Comparison of Results between SmartPLS, R and IBM SPSS. *Jurnal Sains Natural*, 1(1), 17–22.
- Purnama, W. E., Sugiyanto, & Faturrahman, R. (2021). Mengoptimalkan Kinerja Fresh Water Generator Guna Meningkatkan Produksi Air Tawar Pada Kapal MV. CK. Angie. Meteor STIP Marunda, 14(2), 1–13. <https://doi.org/10.36101/msm.v14i2.188>
- Rahayu, S., & Sari, F. P. (2021). Peningkatan Kemampuan Analisa Data Tugas Akhir Mahasiswa Melalui Pelatihan Program Smartpls Statistik Yang Mampu memproses data statistik secara cepat dan akurat . program studi Manajemen Universitas Baturaja yang belum bisa menggunakan SmartPLS dalam men. 5(6), 5–12.
- Saftari, M., & Sinta, S. (2022). Analisis Faktor Peserta, Pelatih, Prasarana, serta Materi Pelatihan yang Mempengaruhi Efektifitas Pelatihan Menggunakan Smart-PLS. *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(2), 86–98. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v4i2.7677>
- Sitorus, R. R., & Tambun, S. (2023). Pelatihan Aplikasi Smart PLS untuk Riset Akuntansi bagi Ikatan Akuntan Indonesia (IAI) Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Pengabdian Undikma*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.33394/jpu.v4i1.6624>
- Subagiyo, R., & Syaichoni, A. (2023). Pelatihan Menggunakan SmartPLS 3.0 untuk Pengujian Hipotesis bagi Mahasiswa Ekonomi Syariah. *Ahmad Dahlan Mengabdi*, 2(1), 24–31. <https://doi.org/10.58906/abadi.v2i1.92>
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Menentukan Populasi dan Sampel : Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. 9, 2721–2731.
- Sudiksa, I. ., Sutrisni, K. ., & Sunarta, N. (2024). Analisis Data Penelitian Teknologi Pembelajaran: Perbandingan Hasil Antara Warppls, Smartpls, Amos, Dan Spss Dengan Jumlah Sampel Sedang. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 14 (1), 93–102. https://ejournal2.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_tp/article/download/3424/1

- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (kedua ed). Alfabet.,Bandung
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan Rd*. Alfabet, Bandung
- Sulistiawan, A., Sari, E. Y. D., & Situmorang, N. Z. (2021). *Validitas dan Reliabilitas Konstruk Komitmen Organisasi dengan Pendekatan Confirmatory Factor Analysis (CFA)*. *Psikostudia : Jurnal Psikologi*, 10(1), 61. <https://doi.org/10.30872/psikostudia.v10i1.5478>
- Shouman, L. A., Afify, R. M., Fadel, D. A., & Esawy, M. H. (2024). *Fouling effecton Reverse Osmosis (RO) membranes performance in desalination plant*. *Desalination and Water Treatment*, 319(February), 100502. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100502>
- Susanto, C. P., Ulfah Arini, D., Yuntina, L., Panatap Soehaditama, J., & Nuraeni, N. (2024). *Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka)*. *Jurnal Ilmu Multidisplin*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.38035/jim.v3i1.504>
- Santoso, T. I. & Indrajaya, D. (2023). *Penggunaan SEM – PLS dan Aplikasi SmartPLS Untuk Dosen dan Mahasiswa*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Akademisi*, 2(2), 97–104. <https://doi.org/10.54099/jpma.v2i2.630>
- Sujarweni. V., W., (2016). *The Master Book of SPSS.*, Starup, Yogyakarta
- Tambun, S., Heryanto, H., Mulyadi, M., Sitorus, R. R., & Putra, R. R. (2022). *Pelatihan Aplikasi Olah Data SmartPLS untuk Meningkatkan Skill Penelitian bagi Dosen Sekolah Tinggi Theologia Batam*. *Jurnal Pengabdian Undikma*, 3(2), 233. <https://doi.org/10.33394/jpu.v3i2.5519>
- Vinsensius. (2023). *Panduan Analisis Data Menggunakan Program Spss, Smart Pls dan Eviews.*, Guepedia, Malang
- Wang, J., Zhao, Z., Yang, C., Sun, M., Chen, J., Zhou, Y., & Xu, H. (2023). *Marine biomass metal-organic framework hybrid evaporators for efficient solar water purification*. *Desalination*, 556 (March), 116577. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2023.116577>
- Wang, K., Dong, P., Chen, W., Ma, R., & Cui, L. (2024). *Research on risk management of ship maintenance projects based on multi agent swarm model simulation method*. *Heliyon*, 10 (19), e38785. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38785>
- Wani, T. A., Garg, P., & Bera, A. (2021). *An environmental pollutant to an efficient solar vapor generator: An eco-friendly method for Fresh Water production*. *Materials Advances*, 2(12), 3856–3861. <https://doi.org/10.1039/d1ma00361e>
- Wibisono, A., Destryana, R. A., & Ghufrony, A. (2021). *Pelatihan Partial Least Square (PLS) Bagi Mahasiswa*. *Jurnal Abdiraja*, 4(2), 24–30. <https://doi.org/10.24929/adr.v4i2.1542>
- Wulandari, R. R. S., Prayogo, D., & Fauzi, M. F. (2019). *Optimalisasi Perawatan Fresh Water Generator guna Mempertahankan Produksi Air Tawar di Kapal Pgn Fsrus Lampung*. *Optimization of Fresh Water Generator to Maintain Production Fresh Water in Pgn Fsrus Lampung Ship*. 2.
- Yuliawan, K. (2021). *Pelatihan SmartPLS 3.0 Untuk Pengujian Hipotesis Penelitian Kuantitatif*. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 43–50.

Yuswono, I., Rahmadhani, S., Sari, J., Sinta,), Pratiwi, R., Tinggi, S., & Totalwin, I. E. (2022). *Pelatihan Pengolahan Data Menggunakan Smart Pls Sebagai Alternatif Menyajikan Hasil Penelitian. Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat Pakem*, 4(September), 84–93.

Zainuddin, I. (2023) *Metode Penelitian*, Eureka , Purbalingga.



LAMPIRAN 1

lampiran 1 Ship Particulars MV. Maersk Noresund

SHIP'S PARTICULARS

PARTICULARS																
Ship's Name	MV MAERSK NORESUND			Call Sign	3 F C Y 9		Flag	PANAMA								
Port of Registry	PANAMA			Official Number	53833-TJ		IMO Number	9894686								
Vessel Type	CONTAINER			Trading Routes	OCEAN GOING											
Classification	NIPPON KAIJI KYOKAI															
Shipbuilder	IMABARI SHIPBUILDING CO., LTD															
Keel Laid	06 NOVEMBER 2020		Launched	28 APRIL 2021		Delivery	21 JULY 2021, IMABARI, JAPAN									
COMMUNICATIONS																
E - Mail Address (Inmarsat Fleet Broadband)	maersknoresund@nssm.dualog.net			Phone	773 944 874		Fax	783 294 537								
Inmarsat - C No.	437400424			MMSI	352254000		Accounting Radio Co.	BE02								
COMPANY'S PARTICULARS																
Registered Owner	CATALINA SHIPPING S.A.			53 rd E Street, Urbanizacion Marbella, MMG Tower 16 th Floor, Panama city, Republic of Panama			Telephone : (+852) 2836 5900 Fax : (+852) 2836 5510 E-mail : common@nssshipmgt.com									
Charterer / vessel's Operator	SEALAND MAERSK ASIA PTE, LTD.			1 Paya Lebar Link, #13-01 Paya Lebar Quarter, Singapore 408533			Telephone : 6221 2800 Fax : 6221 6066 E-mail : ASIMARPPR@sealandmaersk.com									
Ship Management Company	NORTHSTAR SHIP MANAGEMENT LTD			20/F Chinawest Centre, 414-424 Jaffe Road, Hongkong			Telephone : (+852) 2836 5900 Fax : (+852) 2836 5510 E-mail : common@nssshipmgt.com									
PRINCIPAL DIMENSIONS																
LOA	171.93 M		LBP	165.00 M		Registered Length	165.00 M		Gross Tonnage							
Breadth Moulded	32.20 M		Reg. Breadth	32.20 M		Depth Moulded	16.80 M		Net Tonnage							
LOAD LINES ("B" type Freeboard)																
LOAD LINE	Freeboard	Drafts	DWT	Displ.	LOADLINE	Freeboard	Drafts	DWT	Displ.							
Tropical Fresh	6.415	10.426	29.688	40.352	Timber TF	-	-	-	-							
Fresh	6.623	10.218	28.695	39.359	Timber F	-	-	-	-							
Tropical	6.617	10.224	29.709	40.373	Timber T	-	-	-	-							
Summer	6.825	10.016	28.697	39.361	Timber S	-	-	-	-							
Winter	7.033	9.808	27.690	38.354	Timber Winter	-	-	-	-							
WNA	7.033	9.808	27.690	38.354	Timber WNA	-	-	-	-							
CAPACITY TABLES																
BALLAST TANKS Capacity (m³)																
On Hatch/Deck	20'MAX	40'MAX	40'MAX	FPT (C)	440.48	No.3 WBT (P)	359.28	FWT (S)	225.24							
92	86	34	78	No.1 FWBT (P)	254.99	No.3 WBT (S)	359.28	DWT (P)	225.24							
90	132	38	104	No.1 FWBT (S)	254.99	No.3 WBT (C)	370.81									
88	146	42	115	No.1 FSBT (P) -	793.43	No.3 SBT (P)	822.15									
						(HEALING T.)										
86	146	42	115	No.1 FSBT (S)	793.43	No.3 SBT (S)	822.15									
						(HEALING T.)										
84	146	42	115	No.1 AWBT (P)	372.61	No.4 WBT (P)	569.34									
82	146	42	115	No.1 AWBT (S)	372.61	No.4 WBT (S)	569.34									
80	-	11	11	No.1 ASBT (P)	376.23	No.4 LSBT (P)	398.90									
On Hatch/Deck	804	251	653	No.1 ASBT (S)	376.23	No.4 LSBT (S)	398.90									
Total																
In Hold	634	73	390	No.2 WBT (P)	185.73	No.4 USBT (P)	225.24									
Total	1438	324	1043	No.2 WBT (S)	185.29	No.4 USBT (S)	225.24									
				No.2 SBT (P)	520.60	APT (C)	775.05									
				No.2 SBT (S)	520.60											
GRAND TOTAL	2086 TEU	2086 TEU	TOTAL	11342.90 m³				TOTAL	450.48 m³							
FUEL OIL TANKS																
No.1 FOT (P)	280.60 M³		No.1 DOT (P)	170.73 M³		DISTANCES / AIRDRAFTS										
No.1 FOT (S)	280.60 M³		No.1 DOT (S)	170.73 M³		Bridge to Forecastle	128.69 M									
No.1 FOT (C)	299.21 M³					Bridge to Aft	43.24 M									
No.2 FOT (S)	416.49 M³					Keel to INM-C Antenna	52.33 M									
LSFOT (P)	442.69 M³					Keel to Upper Deck	16.80 M									
TOTAL	1719.59 m³		TOTAL	341.46 m³		Upper Deck to INM-C	35.53 M									
MAIN ENGINE																
MITSUBISHI-B&W 6S60ME-C10.5				Maximum rating : 13,500 kW x 102 min ⁻¹			Normal rating : 12,150 kW x 98.5 min ⁻¹ (90% MCR)									
EGRBP																
PROPELLER	No. of Blades	5		Diameter	6,600 mm		Pitch (0.7R)	6,010.5 mm								
SERVICE SPEED @	Ballast	14.50 kts		F.O. cons.	At sea		Top of Propeller blade Draft	5.20 M								
Charter Party	Laden	13.80 kts			In port (rest)		At sea	0.1 mt								
BOW THRUSTER	935 KW / 1250 HP				In port (working)		D.O. Cons	In port (rest)								
								In port (working)								
Total number of crew including Master				21	Nationality		All Indonesian	Officers	8 Ratings 13							
MASTER'S NAME	CAPT. SAHRULLAH MANSUR				Date Joined		08 JULY 2021	IMABARI, JAPAN								

Sumber: (Ship Particulars MV. Maersk Noresund)

LAMPIRAN 2

lampiran 2 Spesifikasi MV. Maersk Noresund

Name Of Vessel	MV. Maersk Noresund
Call Sign	3FCY9
Nationality	Panama
Port of Registry	Panama
Type Of Vessel	Container
Main Engine	MITSUI-MAN B&W 6S60ME-C10.5 EGRBP
Groos Tonnage	25,805
ME Output	13.500 KW x 120 min ⁻¹
LOA	171.93 M
DEPT	16.80 M
IMO	92 81 449
LBP	165.0 M
Year Build	Keel Laid 06/11/2020 Delivered 21/06/2021
Owner	CATALINA SHIPPING S.A
Operator	SEALAND MAERSK ASIA.PTE.LTD

lampiran 3MV. Maersk Noresund



Sumber : Dokumentasi penelitian

LAMPIRAN 3

lampiran 4 Speksifikasi FWG di MV. Maersk Noresund

MIURA WM SK-DK	
Model	MIURA WM SK-25
Production	25 Ton
Salinity	15 PPM

lampiran 5 Water Generator Model WM-SK 25



Sumber: Dokumentasi penelitian

lampiran 6 endapan garam di Tube Condensor



lampiran 8 Pembersihan Tube Condensor



lampiran 7 Pembersihan separator shell



lampiran 9 Chemical Sulphamic Acid (Saf-Acid)



lampiran 10 Pergantian Zinc Anode



LAMPIRAN 4

lampiran 11 Kuesioner SmartPLS

KUISSIONER PENELITIAN DENGAN METODE SMART PLS

JUDUL KUISSIONER OPTIMASI Produksi Air Tawar pada Freshwater Generator DI MV. Maersk Noresund : SEBUAH PENDEKATAN DENGAN METODE KUANTITATIF
Nama: Muhammad Dicky Taruna
Nit: 572011237731
kelas T8A

Sebagai Penelitian Tugas Akhir (Skripsi)

Terima kasih

dtaruna74@gmail.com [Ganti akun](#)

Tidak dibagikan

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

NAMA TARUNA *

Jawaban Anda

PENELITIAN FWG

Pertanyaan Jawaban Setelan

PETUNJUK PENGGUNAAN KUISSIONER

1= Sangat Tidak Setuju (STS)
2= Tidak Setuju (TS)
3= Netral (N)
4= Setuju (S)
5=Sangat Setuju (SS)

Air Tawar (X1)

Variable Indikator Freshwater Generator Smart8 PLS

1. Air yang dihasilkan Fwg tidak gatal *

Sangat Tidak Setuju

1 ☐

Sumber: Dokumentasi penelitian

LAMPIRAN 5

lampiran 12 Daftar Riwayat



1. Nama : Muhammad Dicky Taruna
2. NIT : 572011237731 T
3. Tempat/Tanggal lahir : Bandar Lampung, 30 Juni 2001
4. Jenis kelamin : Laki-laki
5. Agama : Islam
6. Alamat : Perumahan Titian Asri Blok B2
No 19 Kel.Harapan Mulya
Kec.Medan Satria Bekasi Barat,
Kota Bekasi, Jawa Barat.
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Dedi Kurniawan Syahputra
 - b. Ibu : Nining Riskiningsih
8. Riwayat pendidikan:
 - a. SDN 04 Pulogebang : 2007 - 2014
 - b. SMP AI AL-Azhar 22 : 2014 - 2017
 - c. SMK 1 KB Jakarta : 2017 - 2020
 - d. PIP Semarang : 2020 – sekarang
9. Pengalaman Prala
 - a. Perusahaan : PT. Jasindo Duta Segara
 - b. Nama Kapal : MV. Maersk Noresund
 - c. Jenis Kapal : *container*

LAMPIRAN 6

lampiran 13 Rekapitulasi Kuesioner

NO	NAMA	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
1	Kevin Demetrius Marcelino	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Marcelino Rohy	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4
3	Firmansyah Umar Arrasyid Suroso	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
4	Farhan Hardiyansyah	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
5	Daffa Kusuma	3	3	3	3	2	2	2	4	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3
6	Muhammad Khilman Aqil	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	Aziz Ismuwali	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Topik Tri Yanto	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	Rizki Dwi Cahyo Wicaksono	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	Arya Surya Pratama	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	Adam Ramadhani	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
12	Steven Fredyawan	3	1	3	3	2	3	4	3	4	4	4	1	3	4	3	3	4	4	4	3
13	Naufal Bawono	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	Olfat	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	Dwi Kartini	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	Yogi Yudistya Kurniawan	3	5	4	3	4	4	3	3	4	5	5	5	3	4	3	3	3	3	2	3
17	Muhammad Khilman Aqil	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	Leonardus Lanang M A	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	Muhammad Rafi	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3
20	Alfonda Eriko Istanto	3	4	5	4	4	3	4	5	5	5	4	5	1	4	5	4	4	4	4	4
21	Aditya Syafii	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	Rukmana Pandu Saputra	3	4	3	4	3	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	3	2	3	3

23	Dhimas Naufal Aryasena	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	Rakha Maulana T	3	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4
25	Naufalbawono	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
26	Nafis Apririzky	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
27	Na'il Javier	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4
28	Arya Surya Pratama	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4
29	Rigel Junesamudra R	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4
30	Delvino Dillon Syahputra	3	3	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	3	4
31	Ompu Muhammad Reza	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
32	Muhammad Dicky Taruna	3	1	3	2	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
33	Rizky Aditya Pratama	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4
34	Steven Fredyawan	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	5	2	5	4	2	4	3	4	3
35	Rizky Ramadhan Dinta Tari Natsir	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	5	4
36	Andi Atthoriq Samudera	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	5	4
37	Farhan Hardiyansyah	3	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4
38	Yogi Yudistya Kurniawan	3	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	3	4	4	3	4	3	2	4
39	Lintang Samudra	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
40	Adam Ramadhani	3	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5
41	Moh. Ikbal Jumaidi	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4
42	Muhammad Cahya Gumilang	3	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
43	Arya Zibro	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
44	Wijanarko Cahyo K	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
45	Lutfi Ibnu Dwi Aridity	3	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
46	Shevandra	3	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5
47	Afza	3	5	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4	3	4	3	4	4	5	3

48	Favian Rifqi Ariyanto	3	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
49	Andrian Catur Priambodo	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
50	Saadat Kholid Himalaya Sandy	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
51	Nufa Afif	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5
52	Kevin Demetrius	3	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
53	Thirafi	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2
54	Muhammad Mahendra Lokatara	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
55	Pandu Eka	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
56	Naufal Bawono	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
57	Garda	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
58	Pandu Eka	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
59	Nadhiifa Aarhana Vighna	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
60	Rizky Ahmad Fauzi	3	2	3	4	4	3	2	4	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4	3
61	Jubela Wana Bernanda Nainggolan	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
62	Surya Sanjaya Tio	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
63	Fajar Riyanto Kandiawan	3	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
64	Muhammad Reza	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
65	Mohammad Haiqal Majid	3	3	4	4	4	3	4	5	4	3	5	4	4	3	5	4	3	4	5
66	Aziz Ismu	3	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	4	5	4	3	5	4	3	5
67	Muhammad Dimas	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
68	Fahrudin Mochtar	3	4	3	4	4	3	5	5	4	4	3	5	4	4	4	3	4	4	4
69	Abid Fatoni Alaudin	3	4	3	5	3	5	4	3	4	3	5	4	5	4	4	4	5	4	3
70	Satriyo Kinayung	3	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	3	3	4	3
71	Dhuta Tantra Yustitio Hariyono	3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	3	5	4	4	3
72	Rico Arief Mutaqin	3	5	5	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4

73	Andi Naufal Adrian	3	5	4	5	4	4	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4
74	Alfiana Cahya Syahrani	3	5	3	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4
75	Zalta Ibrahimovic	3	4	4	4	5	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
76	Zayen Asmara	3	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4
77	Tri Septa Aditya	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
78	Theodore Alpha Lahutung	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4
79	Muhammad Faqih	3	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
80	Satrio Adjie Purnomo	3	4	3	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4
81	Yoza Irfan Ramdhani	3	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4
82	Joseph Koritelu	3	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4
JUMLAH		240	321	313	329	328	322	335	333	343	343	351	339	323	332	331	332	331	335	331	333
RATA-RATA		3	4,0125	3,9125	4,1125	4,1	4,025	4,1875	4,1625	4,2875	4,2875	4,3875	4,2375	4,0375	4,15	4,1375	4,15	4,1375	4,1875	4,1375	4,1625

