

Peran Scrubber Pada Bahan Bakar Rendah Sulfur Dalam Mengatasi Polusi Udara Maritim

Solafide Hutajulu¹, Rabena Aprilla¹, Hilfi Pardi^{1*}

¹ Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Kepulauan Riau.

*Email: hilfipardi@umrah.ac.id

Abstrak

Mesin perangkat yang bernama Scrubber ini merupakan solusi dalam mengatasi polusi udara yang dihasilkan dari kinerja bahan bakar kapal. Proses berlangsungnya mesin ini membutuhkan media indikator berupa air laut dan air tawar dimana indikator ini hanya digunakan pada situasi dan kondisi tertentu saja. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan mengidentifikasi peran scrubber pada bahan bakar rendah sulfur dalam mengatasi polusi udara di kawasan maritim. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode literature review. Alhasil, penggunaan scrubber ini memberikan hasil yang efisien dengan mengubah bahan bakar yang mengandung SO₂ menjadi bahan bakar ramah lingkungan akibat adanya peran indikator yang diolah secara bersamaan di dalam scrubber. Namun terdapat kelebihan dan kekurangan dari mesin tersebut yang menjadi perhatian bagi para pengguna scrubber. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan serta keahlian pemahaman terhadap penerapan scrubber supaya dapat memberikan hasil yang baik dan efisien.

Kata Kunci: Scrubber, Bahan Bakar, Polusi, Maritim

Abstract

This device, called a Scrubber, is a solution to overcome air pollution resulting from the performance of ship fuel. This machine's process requires indicator media in the form of seawater and fresh water, where this indicator is only used in certain situations and conditions. This research aims to find out and identify the role of scrubbers on low sulfur fuel in dealing with air pollution in maritime areas. This research uses a qualitative approach with a literature review method. As a result, this scrubber provides efficient results by converting fuel containing SO₂ into environmentally friendly fuel due to the role of indicators, which are processed simultaneously in the scrubber. However, this machine has advantages and disadvantages that are of concern to scrubber users. Therefore, supervision and skills in understanding the application of scrubbers are needed so that they can provide excellent and efficient results.

Keywords: Scrubber, Fuel, Pollution, Maritime

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara terbesar se Asia Tenggara. Indonesia sendiri termasuk negara dengan kepulauan maritim terbesar di dunia berdasarkan wilayah. Garis pantai sepanjang 81.000 km. Total wilayah Indonesia sekitar 70%, atau 5,8 juta km², terdiri dari 17.000 pulau dan wilayah maritim. Luas wilayah laut Indonesia terdiri dari 2,7 juta km² wilayah Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) dan 3,1 juta km² wilayah laut kedaulatan. Berdasarkan statistik yang ada, dapat ditentukan bahwa 64,97% seluruh wilayah Indonesia merupakan perairan (Ali dkk,2020).

Pada saat perbaikan kualitas warna air, peningkatan kekeruhan hingga ke polusi hal ini merupakan titik indikator permasalahan di keberadaan laut. Tidak itu saja, berbagai ikan mati yang mengapung di permukaan serta sampah yang berserakan juga disebabkan oleh polusi yang berasal dari domestik maupun non-domestik. Hal ini merupakan dampak yang sangat berpengaruh kepada kualitas laut (Basuki dkk, 2018). Meskipun kapal merupakan alat transportasi paling canggih dan efektif, kapal tetap mengeluarkan emisi dalam jarak jauh. (European Federation for Transport and environmental AISBL, 2016). Emisi

yang terkait dengan kapal meningkat sementara emisi di darat semakin menurun. Pelayaran akan menjadi penghasil emisi terbesar pada tahun 2020 jika tren yang ada saat ini terus berlanjut, bahkan melebihi emisi yang dihasilkan oleh transportasi darat. Salah satu organisasi global, *International Maritime Organization* (IMO), menangani masalah pencemaran dalam MARPOL Annex VI yang menetapkan peraturan seragam untuk setiap jenis kapal.

Kajian mengenai dampak peraturan lingkungan hidup nasional dan internasional terhadap politik dilakukan oleh *New Environmental Politics of Urban Concept Development (NEPUD)* pertumbuhan perkotaan. Studi ini berfokus pada peraturan perubahan iklim untuk menarik “pekerjaan ramah lingkungan” dan dilakukan di Hull, Inggris, dan Bremerhaven, Jerman, yang secara struktural merupakan dua kota pelabuhan di Eropa Utara yang kurang beruntung. (Jonas dkk, 2017). Dalam Chang dan Danao (2017) *The Circular Seas European Project* mendukung Ekonomi Hijau untuk mengembangkan suku cadang, produk, dan komponen industri maritim yang ramah lingkungan sebagai bagian dari tujuan ekonomi sirkular Uni Eropa. Pada tahun 2020, Garrido dkk. Lembaga asosiasi menetapkan insentif bagi perusahaan pelayaran untuk menerapkan *Green Shipping*. Tuntutan konsumen terhadap kelestarian lingkungan mendorong bisnis untuk menumbuhkan reputasi positif. Selain itu, tampaknya metode *Green Shipping* dapat ditingkatkan. Mengadopsi teknologi dan prosedur operasional baru yang mematuhi peraturan internasional merupakan tantangan bagi industri kelautan dan inisiatif nasional yang lebih ketat untuk menurunkan emisi gas buang kapal. Kesehatan manusia dan lingkungan mungkin terkena dampak negatif dari emisi gas buang dari mesin pembakaran internal dan gas buang *boiler*. Mengurangi dampak terhadap kualitas udara global merupakan tujuan dari peraturan emisi gas buang yang

telah diberlakukan oleh sejumlah organisasi, antara lain Badan Perlindungan Lingkungan (EPA), Amerika Serikat (AS), Organisasi Maritim Internasional (IMO), dan Uni Eropa (UE).

Menurut Garrido dkk, 2020 ada Langkah-langkah untuk menurunkan emisi sulfur oksida (SO_x) adalah yang paling signifikan dari peraturan-peraturan tersebut. Hadir dalam bahan bakar tradisional dan Jalur ini dimiliki oleh perancang, pemilik, dan operator kapal. Ada beberapa cara untuk memenuhi peraturan emisi belerang, antara lain: (1) Menggunakan mesin kapal dengan bahan bakar laut yang rendah sulfur, (2) Memasang mesin baru yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif, atau jika mesin yang sudah ada dapat diubah, biarkan saja di tempatnya mengandung sedikit belerang, seperti LNG (gas alam cair), dan (3) Memasang sistem pembersihan gas buang sebagai tindakan preventif yang disebut juga dengan sistem pembersihan gas buang (EGCS).

Peraturan yang pertama kali diterbitkan pada tahun 2013 ini merangkum persyaratan peraturan yang berlaku untuk SO_x EGCS, yang juga dikenal sebagai *scrubber*. Dengan mengizinkan penggunaan bahan bakar bersulfur tinggi, yang lebih murah dalam hal bahan bakar, biaya modal, dan biaya pengoperasian dibandingkan bahan bakar bersulfur rendah seperti LNG, *scrubber* dapat mengurangi biaya pengoperasian. Peraturan polusi udara laut mengamankan penggunaan bahan bakar rendah sulfur untuk meminimalkan emisi oksida sulfur. Tapi menggunakan teknologi Dalam hal memenuhi persyaratan peraturan, EGCS biasanya diterima sebagai pengganti bahan bakar sulfur 0,1% dan 0,5% yang efisien. Pembangunan kapal setelah 1 Januari 2016, jika dioperasikan di Amerika Utara dan Laut Karibia, atau kapal yang dibangun setelah 1 Januari 2021, jika dioperasikan di Laut Utara dan Laut Baltik, harus mematuhi aturan ini selain persyaratan emisi SO₂.

Oleh karena itu penggunaan *Scrubber* pada mesin kapal ini akan membawa dampak positif terhadap dunia maritim, Pembuatan artikel ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *Scrubber* pada mesin kapal untuk menurunkan gas emisi yang dihasilkan oleh bahan bakar kapal sehingga tidak akan mencemari lingkungan maritim.

4	Suganjar (2022)	✓
5	Tien Anh Tran (2017)	✓
6	Anggi Anggara,dkk (2021)	✓

METODE PENELITIAN

Tujuan artikel ini adalah untuk menyelidiki potensi *Scrubber* untuk mengurangi polusi di industri maritim secara lebih rinci. Tinjauan literatur menyeluruh adalah pendekatan yang diambil untuk mengklasifikasikan dan mengidentifikasi berbagai hasil *Scrubber*. Artikel ini menggunakan metodologi tinjauan literatur dengan tujuan mengevaluasi, merangkum, dan menyebarkan temuan dari beberapa pengguna *Scrubber* untuk menentukan kemanjuran mereka dalam melindungi lingkungan maritim. Tinjauan literatur biasanya bertujuan untuk memperjelas tujuan observasi, menawarkan rekomendasi untuk penilaian artikel, dan menunjukkan kesalahan umum dalam karya tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil kajian literatur dalam penggunaan *Scrubber*.

Tabel 1. Hasil kajian literatur penggunaan *scrubber* dalam mengatasi polusi maritim

No	Author	Efektivitas Scrubber Terhadap Polusi Udara
1.	Maulita (2022).	✓
2	Maulita, dkk (2021).	✓
3	Samsu Dlukha N,dkk (2012).	✓

Berdasarkan beberapa penelitian, scrubber menurunkan emisi gas yang dibuang ke atmosfer dalam bentuk SO₂ atau tingkat yang setara dengan emisi gas buang yaitu PM, dimana ketika mesin kapal dijalankan dengan Marine Gas Oil (MGO), seperti terlihat dari hasil review. Tabel di atas (Anderson et al., 2015; Andersson et al., 2016; Di Natale dan Carotenuto, 2015; Endres et al., 2018). *Scrubber* memiliki peran yang efektif dalam mengatasi serta mengurangi polusi udara di kawasan maritim. Dengan menggunakan *air scrubber*, emisi gas yang biasanya dibuang langsung ke atmosfer akan dialihkan terlebih dahulu ke sistem pembuangan dengan menggunakan media pembersih udara. Setelah dibersihkan, barulah gas tersebut dibuang ke atmosfer.

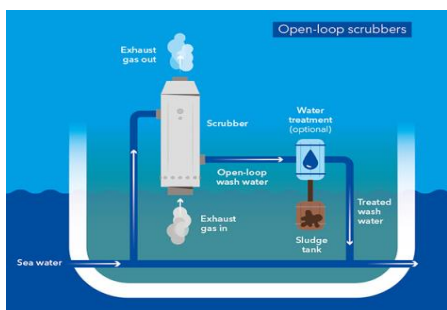
Dengan membungkus polutan dalam tetesan cairan atau lapisan cairan pembersih (seringkali air), *scrubber* menghilangkan polutan dari aliran gas. Tetesan air kemudian dipisahkan dari aliran gas. Jika dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar Rendah Sulfur, penggunaan scrubber dapat mengurangi emisi sulfur dioksida (SO₂) secara signifikan dengan jumlah yang sama atau kurang. Ditemukan bahwa air yang dikeluarkan oleh *scrubber loop* terbuka dan *loop* tertutup berwarna keruh dan lebih asam dibandingkan air di sekitarnya. *Scrubber* juga melepaskan logam berat, PAH, dan nitrat, yang semuanya berdampak buruk pada kehidupan laut dan kualitas air.

Berdasarkan dari metode operasi *scrubber* ini, terdapat dua jenis klasifikasi *scrubber* yaitu *scrubber* kering dan *scrubber* basah. Bahan pembersih alkali berupa *lime granullate* yang digunakan

untuk menghilangkan SO₂ dari gas emisi merupakan bahan yang digunakan oleh *scrubber* kering. Sedangkan untuk *scrubber* basah, cara kerjanya sama dengan *scrubber* kering, namun bedanya adalah *scrubber* basah ini menggunakan air. Kedua jenis *scrubber* memiliki jenis lebih lanjut berupa *scrubber loop* terbuka dan tertutup.

Scrubber Loop Terbuka

Pada *scrubber loop* terbuka, mesin ini memanfaatkan air laut saja tanpa penambahan bahan kimia lainnya. Air laut sebagai indikator dalam mengurangi emisi polutan saat proses *scrubbing* berlangsung sebelum dibuang ke atmosfer. Dibutuhkan volume air yang cukup dan sesuai dengan ukuran mesin sekitar rata-rata 40m³/MWh. Dimana volume sebanyak ini dibutuhkan daya pemompaan yang tinggi dari *scrubber*. Pada prosesnya pula, *scrubber loop* terbuka ini mengeluarkan SO₂ dari emisi gas polutan dengan cara membuang ke laut dengan kecepatan air cucian sekitar 45m³/MWh.



Gambar 1. Proses Pengoperasian Scrubber Loop Terbuka

Sumber:

<https://www.beritatrans.com/artikel/153147/Malaysia-Larang-Operasional-Kapal-Pakai-Open-Loop-Scrubber-Mulai-1-Januari-2020/>

Alkalinitas yang cukup dari air laut yang digunakan dalam proses *scrubbing* dapat membuat *scrubber loop* terbuka bekerja lebih baik dan efisien. Namun, apabila suhu lingkungan air laut sangat tinggi, hal tersebut akan mempengaruhi kinerja *scrubber* tidak efektif. Oleh karena

itu, terdapat kelebihan serta kekurangan dari *scrubber loop* terbuka ini.

Kelebihan *Scrubber Loop* Terbuka:

1. Desain yang dimiliki sederhana dan hanya sedikit bagian saja yang bergerak sehingga mudah dipasang di kapal.
2. Pemeriksaan serta perawatan terhadap mesin ini juga sedikit.
3. Mesin ini tidak membutuhkan banyak tangka penyimpanan untuk menampung limbah.

Kekurangan *Scrubber Loop* Terbuka:

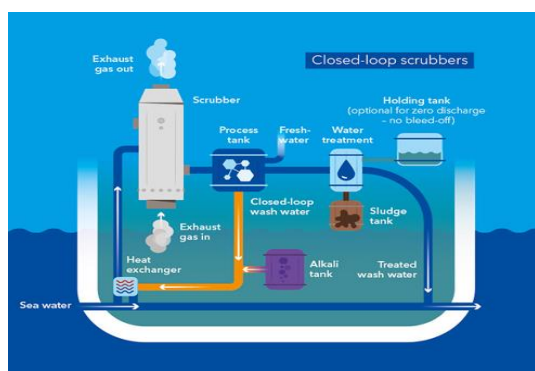
1. Ketergantungan terhadap alkalinitas air saja membuat mesin ini tidak cocok untuk digunakan di setiap situasi dan kondisi.
2. Daya yang digunakan mesin ini sangat tinggi untuk mendapatkan hasil yang efisien.
3. Penggunaan bahan bakar juga harus menjadi pertimbangan apabila kapal bekerja di daerah *Emmission Control Area* (ECA).
4. *Scrubber loop* terbuka ini memiliki masalah terhadap pendinginan gas emisi yang dibuang.

Sistem Scrubber Loop Tertutup

Beda halnya dengan *scrubber loop* terbuka yang hanya menggunakan air perairan saja, *scrubber loop* tertutup dapat menggunakan baik air laut maupun air tawar sebagai indikator cairan yang digunakan dalam proses *scrubbing*. Air tawar yang digunakan *scrubber loop* tertutup, kualitas air di sekitarnya tidak berpengaruh pada kemanjuran *scrubber*. Selain itu, air yang digunakan sebagai indikator harus diolah terlebih dahulu dengan bahan kimia yang biasanya berupa natrium hidroksida. Pembersihan yang dilakukan terhadap SO₂ menghasilkan emisi yang tidak berbahaya yaitu natrium sulfat. Proses yang terjadi pada mesin ini, terjadi di dalam tangki yang kemudian dipompa untuk mencegah tenggelamnya tekanan hisap terlalu dalam. Pada saat

proses, media pembersih yaitu air tawar dibawa oleh kapal dan dimasukkan ke dalam tangki generator sedikit demi sedikit secara berkala ke dalam tangki generator untuk menghindari natrium sulfat bertumpuk di dalam mesin.

Dibandingkan dengan *scrubber loop* terbuka, hanya tangki penampung yang dibutuhkan lebih banyak dan setengah volume saja air cucian dibutuhkan mesin *scrubber loop* tertutup. Tangki yang dimaksud adalah tangki penampungan dan tangki penyimpanan. Tangki penampung berfungsi sebagai penampungan bahan limbah karena limbah dilarang untuk dibuang ke laut. Sedangkan tangki penyimpanan sendiri berfungsi untuk menyimpan dengan pengaturan suhu 20°C - 50°C.



Gambar 2. Proses Pengoperasian Scrubber Loop Tertutup

Sumber:

<https://www.beritatrans.com/artikel/153147/Malaysia-Larang-Operasional-Kapal-Pakai-Open-Loop-Scrubber-Mulai-1-Januari-2020/>

Adapun kelebihan dan kekurangan dari *scrubber loop* tertutup, diantaranya:

1. Pemeriksaan serta perawatan terhadap mesin ini sedikit
2. Mesin ini tidak bergantung pada lingkungan operasi kapal.
3. *Scrubber loop* tertutup ini memiliki masalah terhadap pendinginan gas emisi yang dibuang pada *scrubber* basah.

Kekurangan Sistem *loop* tertutup:

1. Dibutuhkan lebih banyak tangki ruang penyimpanan untuk menampung limbah sementara sebelum dibuang ke pembuangan.
2. Harus beroperasi terlebih dahulu sebelum operasi *scrubber* basah berlangsung..
3. Diperlukan pemasangan di waktu yang sama, hal ini dikarenakan akan menimbulkan situasi rumit terhadap mesin bahan bakar kapal.

SIMPULAN

Dari pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa perangkat yang disebut sebagai *scrubber* ini berperan dengan efektif dalam mengatasi polusi udara di kawasan maritim dengan menghilangkan atau mengurangi gas emisi polutan yang berasal dari kapal. *Scrubber* yang digunakan didasarkan atas pengklasifikasian dua jenis *scrubber* yaitu *scrubber* basah dan *scrubber* kering yang berikutnya diikuti lebih lanjut dengan *scrubber loop* terbuka dan *scrubber loop* tertutup. Meskipun terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan, namun tanggung jawab serta keahlian terhadap penerapan penggunaan *scrubber* disituasi dan kondisi manapun dapat memberikan hasil yang baik dan efisien terhadap polusi udara. Maka dari itu, perlu diperhatikan faktor dari kelebihan dan kekurangan tersebut sehingga kinerja dari *scrubber* berjalan dengan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M., Salo, K., Hallquist, Å.M., Fridell, E., (2015). Characterization of particles from a marine engine operating at low loads. Atmos. Environ. 101, 65–71.
- Andersson, K., Baldi, F., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Granhag, L., Svensson, E., (2016). Shipping and the Environment, in: Shipping and the Environment. Springer, pp. 3–27.

- Anggara, A., & Nurlaila, Q. (2021). PERANCANGAN PEMBERSIH GAS BUANG KAPAL DENGAN KAPASITAS 70.000 KG/JAM. *Sigma Teknika*, 243-254.
- C, Kurniawan, W., Zein, H., Yanti, S., Tina, M.G., Annisa K., Pureza, M. (2020). Pengurangan Pencemaran Udara berdasarkan Konsep Pelabuhan Hijau. *JURNAL ELKOMIKA*. 8(2), 252-261.
- Di Natale, F., Carotenuto, C., (2015). Particulate matter in marine diesel engines exhausts: Emissions and control strategies. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 40, 166–191.
- Endres, S., Maes, F., Hopkins, F., Houghton, K., Mårtensson, E.M., Oeffner, J., Quack, B., Singh, P., Turner, D., (2018). A new perspective at the ship-air-sea-interface: The environmental impacts of exhaust gas scrubber discharge. *Front. Mar. Sci.* 5, 139.
- Joung, T.-H., Kang, S.-G., Lee, J.-K., Ahn, J., (2020). The IMO initial strategy for reducing Greenhouse Gas (GHG) emissions, and its follow-up actions towards 2050. *J. Int. Marit. Safety, Environ. Aff. Shipp.* 4, 1–7.
- Jumari, Joslen, S., Sudirman, Z. (2020). Studi Pengaruh Kontaminasi Polusi Udara Pada Isolator Tegangan Menengah 20 Kv Pada Pt Pln (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (Up3) Medan. *Jurnal Teknologi Energi UDA*. 8(1), 31-43.
- Lazuardi, S. D., Nugroho, S., & Faida, E. E. (2020). Analisis Dampak Penerapan Kebijakan Global Sulphur Cap 2020 Pada Pelayaran Tanker Dan Petikemas di Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 57-67.
- M, M. B., & Fadilah, K. (2023). Dampak Aktivitas Pelabuhan Surabaya Terhadap Lingkungan dan Strategi Penanganannya. *JURNAL WILAYAH, KOTA DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN*, 13-23.
- Maulita. (2022). PENGARUH TEKANAN REGULASI TERHADAP INOVASI TEKNOLOGI DAN KINERJA EKONOMI PADA INDUSTRI PELAYARAN DI SAMARINDA. *Jurnal Sebatik*, 710-717.
- Maulita, & Adham, M. (2021). Dampak Implementasi Green Shipping Pada Perusahaan Pelayaran. *Jurnal Sebatik*, 390-398.
- N, S. D., Ariana, I. M., & Fathallah, A. Z. (2012). Studi Experimental Penggunaan Venturi Scrubber dan Cyclonic Separator Untuk Meningkatkan Kinerja pada Sistem Exhaust Gas Recirculation (EGR) dalam Menurunkan NOX pada Motor Diesel. *JURNAL TEKNIK ITS*, 276-279.
- Palebangan, H., & Yanuar. (2019). Analisa Kapal Berbahan Bakar LNG sebagai Marine Fuel dalam Mengurangi Emisi Gas Buang Terhadap Lalu Lintas Kapal di Pelabuhan Bitung. *jurnal Warta Penelitian Perhubungan*, 25-34.
- Suganjar, & Kundori. (2022). PENGARUH PEMANFAATAN AIR SCRUBBER DALAM MENGURANGI PENCEMARAN UDARA DARI KAPAL SESUAI MARPOL 73/78 ANNEX VI. *Jurnal Manajemen Riset dan Teknologi*, 64-76.
- Tran, T. A. (2017). Research of the Scrubber Systems to Clean Marine Diesel Engine Exhaust Gases on Ships. *Marine Science: Research & Development al of Marine Science: Research &*, 1-9.
- V.A, D. P., Arthana, I. W., & Suyasa, I. B. (2015). Inventarisasi emisi sumber bergerak dari transportasi laut (Non-Road) di wilayah pesisir kota Denpasar. *ECOTROPHIC*, 10-18.