

Rahmat Hidayat
Suyuti
Jamaluddin
Rahman Raising



BAHAN BAKAR KAPAL LAUT

Sistem, Spesifikasi, dan
Dampak Lingkungan



BAHAN BAKAR KAPAL LAUT : SISTEM, SPESIFIKASI, DAN DAMPAK LINGKUNGAN

Rahmat Hidayat
Suyuti
Jamaluddin
Rahman Raising



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dengan rangka pendaftaran ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	EC002025106037, 6 Agustus 2025
Pencipta	
Nama	Rahmat Hidayat, ST., M.M., M.Mar.E, Suyuti, M.Si., M.Mar.E dkk
Alamat	Griya Surya Indah Blok A2-6, Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90225
Kewarganegaraan	Indonesia
Pemegang Hak Cipta	
Nama	Rahmat Hidayat, ST., M.M., M.Mar.E, Suyuti, M.Si., M.Mar.E dkk
Alamat	Griya Surya Indah Blok A2-6, Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90225
Kewarganegaraan	Indonesia
Jenis Ciptaan	Buku
Judul Ciptaan	BAHAN BAKAR KAPAL LAUT : SISTEM, SPESIFIKASI, DAN DAMPAK LINGKUNGAN
Tanggal dan tempat dimunculkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	6 Agustus 2025, di Kota Surakarta
Jangka waktu perlindungan	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berjangkit selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pendaftaran	000946298

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pendaftaran Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



u.b. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Djatiasanigko, SH., MH.
NIP. 196912261994011001



Diketahui:

1. Dalam hal pendaftaran pendaftaran ciptaan tidak sesuai dengan syarat pendaftaran, Menteri berwenang untuk mencabut atau penarikan pendaftaran.
2. Surat Pendaftaran ini tidak dapat digunakan sebagai bukti kepemilikan yang diterbitkan oleh Badan Pendaftaran Kekayaan Intelektual, Badan Sisa dan Sisa Negeri.
3. Surat Pendaftaran ini dapat digunakan sebagai bukti kepemilikan jika QR code terdapat di QR code dan terdapat di QR code dan terdapat di QR code.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Rahmat Hidayat, ST., M.M., M.Mar.E	Criya Surya Indah Blok A2/6, Tamalate, Kota Makassar
2	Suyuti, M.Si., M.Mar.E	Jl. Batu Raja No 1 D Manggala, Kota Makassar
3	Jamuluddin, SH., M.M., M.Mar.E	Jl. Wijaya Kusuma IV No.3 Rappocini, Kota Makassar
4	Capri Rahman Raisang, S.ST., M.M., M.Mar	BTN Bumi Batara Gowa E.20/12 Semba Upi, Kab. Gowa

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Rahmat Hidayat, ST., M.M., M.Mar.E	Criya Surya Indah Blok A2/6, Tamalate, Kota Makassar
2	Suyuti, M.Si., M.Mar.E	Jl. Batu Raja No 1 D Manggala, Kota Makassar
3	Jamuluddin, SH., M.M., M.Mar.E	Jl. Wijaya Kusuma IV No.3 Rappocini, Kota Makassar
4	Capri Rahman Raisang, S.ST., M.M., M.Mar	BTN Bumi Batara Gowa E.20/12 Semba Upi, Kab. Gowa



**BAHAN BAKAR KAPAL LAUT : SISTEM, SPESIFIKASI,
DAN DAMPAK LINGKUNGAN**

Penulis:
Rahmat Hidayat
Suyuti
Jamaluddin
Rahman Raising

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Tahta Media

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
vii, 116, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN : 978-623-147-937-2

Cetakan Pertama:
Juli 2025

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by Tahta Media Group
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulisan Buku dengan judul “*Bahan Bakar Kapal Laut : Sistem, Spesifikasi, Dan Dampak Lingkungan*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bagian dari upaya memahami secara lebih mendalam mengenai aspek teknis dan operasional bahan bakar kapal, khususnya bahan bakar bunker yang digunakan pada mesin kelautan.

Buku ini memuat pembahasan menyeluruh mulai dari sejarah penggunaan bahan bakar kapal, sistem pembakaran, penggunaan di atas kapal, sistem penyimpanan, kualitas bahan bakar, hingga tantangan lingkungan seperti emisi dan pengolahan limbah panas. Penyusunan materi ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif bagi mahasiswa, praktisi maritim, maupun pihak-pihak yang berkepentingan terhadap pengelolaan energi di sektor pelayaran.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan buku ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, baik berupa literatur teknis, bimbingan akademik, maupun fasilitas pembelajaran dari institusi pendidikan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, perpustakaan maritim, serta rekan-rekan sejawat yang telah memberikan kontribusi dalam bentuk masukan dan diskusi ilmiah.

Meskipun telah diupayakan sebaik mungkin, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan makalah ini. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan buku di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam pengembangan pengetahuan dan praktik kelautan, serta mendorong pemanfaatan bahan bakar kapal yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan sesuai standar keselamatan internasional.

Makassar, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Bab I Kapal Dan Bahan Bakar	1
Bab 2 Pembakaran Bahan Bakar	15
Bab 3 Penggunaan Bahan Bakar Di Atas Kapal.....	19
Bab 4 Pemulihan Limbah Panas Pada Kapal.....	48
Bab 5 Pengilangan Dan Jenis-Jenis Bahan Bakar	52
Bab 6 - Kualitas Standar Dan Spesifikasi Bahan Bakar Kapal	57
Bab 7 Pencampuran Bahan Bakar	59
Bab 8 Penyimpanan Bahan Bakar Dan Sistem Perawatan Di Atas Kapal ...	62
Bab 9 Perawatan Bahan Bakar	67
Bab 10 Pemanas Bahan Bakar.....	82
Bab 11 Pompa.....	89
Bab 12 Pengukuran.....	94
Bab 13 Sensitivitas Terhadap Kualitas Bahan Bakar	96
Bab 14 Emisi	102
Bab 15 Bahan Bakar Non-Konvensional.....	109
Daftar Pustaka	114
Biografi Penulis	115

BAB I - KAPAL DAN BAHAN BAKAR

Pada masa awal kapal uap, batu bara merupakan sumber bahan bakar utama. Jika performa ketel tidak optimal, perhatian langsung diarahkan pada kualitas batu bara. Dalam dekade pertama penggunaan kapal uap, klausul tentang kualitas batu bara dimasukkan dalam perjanjian sewa kapal sebagai bentuk perhatian terhadap bahan bakar. Setelah era batu bara, kapal mulai memakai minyak sebagai bahan bakar, terutama untuk mesin diesel. Persyaratan kualitas bahan bakar menjadi semakin kritis karena mesin diesel lebih sensitif terhadap mutu bahan bakar dibanding ketel uap. Pada paruh pertama abad ke-20, kategori bahan bakar minyak masih sederhana, terbagi antara bahan bakar untuk boiler dan minyak diesel. Di era 1950-an, terjadi perubahan besar dengan munculnya ketel baru dan penggunaan mesin diesel yang mampu membakar bahan bakar residu. Hal ini memicu kompleksitas baru dalam pengelolaan bahan bakar, termasuk bagaimana bahan bakar diproduksi, dicampur, disimpan, dirawat, dan dibakar secara efisien dan aman.

Ruang Mesin

Ruang mesin pada kapal motor konvensional tidak hanya berisi mesin diesel utama, tetapi juga berbagai peralatan tambahan yang esensial untuk memastikan kapal dapat beroperasi dengan baik. Di dalam ruang mesin terdapat generator listrik yang biasanya juga menggunakan mesin diesel sebagai penggerak, yang berfungsi menyediakan listrik bagi mesin bantu di ruang mesin, serta berbagai kebutuhan layanan bagi kru kapal seperti penerangan, pemanas, dan pendingin udara. Selain itu, listrik ini juga mendukung layanan penting untuk perawatan kargo, misalnya menjaga suhu pada ruang penumpang, pendinginan di kapal kontainer dan kapal terumbu,

BAB 2 - PEMBAKARAN BAHAN BAKAR

Proses Pembakaran Bahan Bakar

Pembakaran bahan bakar adalah proses pelepasan energi kimia yang tersimpan dalam bahan bakar menjadi panas, yang selanjutnya diubah menjadi kerja mekanis atau tenaga. Proses pembakaran ini dapat berlangsung secara terus-menerus, dimana bahan bakar masuk dari satu sisi dan panas keluar dari sisi lain, atau secara terputus-putus (batch), dimana sejumlah bahan bakar tertentu dibakar, energinya diekstraksi, kemudian batch berikutnya dibakar.

Agar pembakaran terjadi, ada tiga persyaratan utama: bahan bakar, oksigen, dan sumber penyalan. Oksigen biasanya diambil dari udara, sedangkan sumber penyalan berupa nyala api, percikan api, atau suhu yang lebih tinggi dari titik penyalan otomatis bahan bakar. Contohnya, pembakar minyak boiler menggunakan nyala api sebagai sumber penyalan, mesin bensin menggunakan percikan api, dan mesin diesel menggunakan suhu penyalan otomatis.

Keberhasilan pembakaran sangat bergantung pada kemampuan cairan bahan bakar untuk menghasilkan uap yang bercampur dengan udara. Bensin sangat mudah menguap sehingga cepat menyala dan terbakar bersih, sementara gasoil membutuhkan suhu tinggi agar menguap dengan baik. Bahan bakar minyak harus memiliki titik panas yang cukup supaya menghasilkan uap yang cukup untuk pembakaran. Untuk mengatasi masalah ini, bahan bakar disemprotkan menjadi tetesan kecil untuk memperbesar luas permukaan kontak dengan panas.

BAB 3 – PENGGUNAAN BAHAN BAKAR DI ATAS KAPAL

Mesin diesel hadir dalam berbagai jenis, dengan mesin berkecepatan rendah yang paling efisien karena kemampuannya dalam membakar bahan bakar residu. Awalnya, mesin diesel yang digunakan untuk pelayaran memakai minyak diesel jenis minyak gas, yang mudah digunakan karena pembakarannya lancar dan tidak perlu penyaringan terlebih dahulu. Mesin diesel awal ini menunjukkan potensi sebagai pesaing andal kapal uap, dengan ruang mesin yang lebih sederhana dan tenaga kerja yang lebih sedikit. Meskipun demikian, pertumbuhan pangsa pasarnya berjalan lambat karena biaya bahan bakar yang relatif tinggi. Meskipun mesin diesel lebih efisien ketimbang pembangkit uap, kebutuhan bahan bakar diesel yang mahal dan keterbatasan daya mesin menjadi kendala.

Setelah Perang Dunia II, penelitian intensif oleh tim teknis Shell mengungkapkan bahwa mesin diesel berkecepatan rendah bisa memakai bahan bakar residu dengan perawatan khusus. Sepuluh tahun berikutnya, mesin dua langkah berkecepatan rendah dengan kerja tunggal menjadi pilihan utama untuk daya hingga sekitar 12 megawatt. Penelitian tersebut menyoroti pentingnya pemrosesan bahan bakar untuk menghilangkan kontaminan seperti padatan dan air, yang sebelumnya telah dikenal sejak 1930-an. Selain itu, desain pompa injeksi bahan bakar dan nozel diubah agar proses pembakaran dan penyalaan bisa berlangsung efektif.

Mesin diesel awal memakai beragam teknik injeksi, namun sejak 1940-an, mayoritas menggunakan injeksi padat. Di sistem ini, pompa bolak-balik memasok bahan bakar pada tekanan tinggi ke injektor (atau katup bahan

BAB 5 - PENGILANGAN DAN JENIS-JENIS BAHAN BAKAR

Mayoritas bahan bakar yang digunakan dalam sektor kelautan merupakan hasil produk penyulingan minyak mentah hidrokarbon. Proses utama yang digunakan adalah penyulingan, di mana minyak mentah dipanaskan hingga mendidih dan uapnya dikondensasikan pada suhu berbeda untuk memisahkan berbagai fraksi.

Pemurnian Sederhana

Minyak mentah dimurnikan secara atmosfer dengan proses penyulingan sehingga terpisah menjadi beberapa fraksi. Minyak dipanaskan hingga suhu lebih dari 350°C sehingga fraksi ringan menguap dan melewati menara penyuling yang berisi beberapa nampan. Pada setiap tingkat, produk yang berbeda mengembun dan diambil terpisah, mulai dari gas minyak bumi seperti propana, butana, dan etana di puncak menara, hingga residu atmosfer di bagian bawah yang menjadi bahan bakar minyak dan aspal.

BAB 6 - KUALITAS STANDAR DAN SPESIFIKASI BAHAN BAKAR KAPAL

Bab ini membahas sejarah dan perkembangan standar kualitas bahan bakar kapal yang diakui secara internasional. Standar pertama yang diakui secara luas adalah BS MA100 yang diterbitkan oleh British Standards (BS) pada tahun 1982. BS kemudian bekerja sama dengan Congrès International des Machines à Combustion (CIMAC) dan, sebagai anggota dari Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO), BS mengadopsi standar ISO 8217 secara penuh pada tahun 1989.

Saat ini, ada dua standar utama yang umum digunakan untuk bahan bakar kapal: satu diterbitkan oleh ISO dan satu lagi oleh CIMAC, asosiasi pembuat mesin. CIMAC mulai mengeluarkan spesifikasi bahan bakar mereka pada tahun 1990. Kedua organisasi ini adalah lembaga non-pemerintah yang sangat dihormati, dengan proses pembuatan standar yang melibatkan diskusi mendalam dan evaluasi berdasarkan bukti serta pengalaman praktis. Karena adanya tumpang tindih delegasi antara kedua badan ini, tidak mengherankan jika standar mereka memiliki banyak kesamaan.

Standar ISO lebih banyak diterima secara global karena dukungan dari delegasi organisasi standar nasional di seluruh dunia.

ISO 8217

Standar ISO terbaru adalah ISO 8217:2010, edisi keempat yang memperbarui versi sebelumnya dari tahun 2005. Banyak pemasok masih menggunakan standar edisi 2005, karena biasanya perlu waktu antara enam bulan hingga satu tahun untuk standar baru diterima luas. Namun, edisi 2010

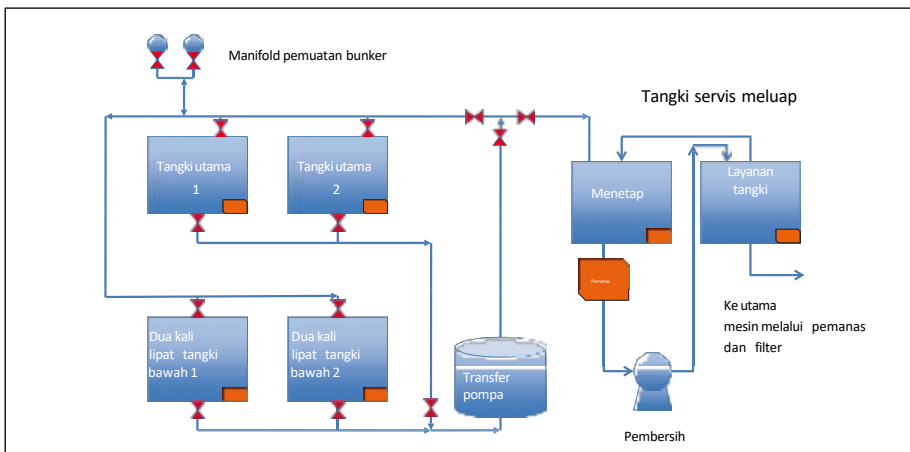
BAB 7 - PENCAMPURAN BAHAN BAKAR

Karena bahan bakar yang dihasilkan dari kilang hampir tidak pernah siap langsung digunakan di kapal, bahan bakar tersebut perlu dicampur dengan produk lain seperti gasoil dan cycle oil sebelum digunakan. Proses pencampuran ini biasanya dilakukan di terminal pantai, di atas tongkang bunker, atau kadang-kadang langsung di kapal penerima. Terdapat tiga metode utama pencampuran:

1. Pencampuran Batch Metode ini adalah yang paling tua dan sederhana serta seringkali satu-satunya pilihan saat kapal perlu mencampur dua produk. Prinsipnya adalah dengan mengevaluasi analisis setiap produk dan memastikan keduanya kompatibel, kemudian menghitung proporsi campuran yang diinginkan, dan mencampurkan volume yang diperlukan. Jika produk kompatibel, campuran tersebut akan memenuhi standar yang ditetapkan.
2. Pencampuran Percikan Metode ini paling sederhana namun kurang efektif. Komponen pengencer yang lebih kecil volume-nya ditambahkan langsung ke tangki berisi bahan bakar dasar. Kualitas campuran bisa ditingkatkan dengan sirkulasi menggunakan pompa atau dengan teknik 'sparging' yaitu penyemprotan udara ke dalam campuran. Teknik ini biasanya digunakan di beberapa pelabuhan khusus untuk pencampuran berbasis tongkang.
3. Pencampuran Sejalan (Inline blending) Metode ini mencampurkan dua komponen secara bersamaan melalui alat blender yang menggabungkan dua aliran ke satu saluran keluaran. Blender manual mengatur rasio campuran tetap dan sering digunakan di kapal dengan pengawasan terus menerus untuk memastikan parameter penting seperti viskositas dan

BAB 8 - PENYIMPANAN BAHAN BAKAR DAN SISTEM PERAWATAN DI ATAS KAPAL

Tata Letak



Gambar 43. Diagram skematik sistem bahan bakar

BAB 9 - PERAWATAN BAHAN BAKAR

Pemisah

Salah satu tugas mendasar dari instalasi pengolahan bahan bakar di kapal adalah memisahkan padatan dari bahan bakar cair dan memisahkan air dari bahan bakar. Peralatan utama untuk ini adalah pemisah sentrifugal. Bahan bakar diputar dengan kecepatan tinggi (5.000 putaran/menit hingga 6.000 putaran/menit) dalam mangkuk baja. Desain bagian dalam memungkinkan pemisahan air dari bahan bakar dan pemisahan sekitar 80% padatan. Perbedaan pertama adalah antara pemurni (yang memungkinkan pembuangan bahan bakar minyak dan air bersih secara terus menerus dan mempertahankan padatan di dalam mangkuk). Jenis kedua adalah penjernih, yang hanya memiliki pembuangan minyak dan menahan air dan padatan di dalam mangkuk.

Satu-satunya perbedaan di antara keduanya adalah pada pengaturan 'cakram gravitasi' atau 'cincin bendungan' di bagian atas rakitan mangkuk. Ini berfungsi sebagai jalan tumpahan atau bendungan untuk mempertahankan ketinggian air yang diperlukan dan dapat divisualisasikan dengan baik dengan melihat penampang melintang setengah dari mangkuk pemisah yang diletakkan di sisinya.

Dalam contoh ini, satu-satunya gaya pemisah adalah gravitasi. Pada mesin yang digunakan di dalam pesawat, karena mesin berputar dengan kecepatan tinggi (lebih dari 6.000 putaran/menit), gaya sentrifugal memberikan efek pemisahan yang jauh lebih besar daripada gravitasi saja.

Contoh ini menunjukkan palung dengan penyekat dan bendungan untuk mengontrol antarmuka

BAB 10 - PEMANAS BAHAN BAKAR

Pemanas bahan bakar berfungsi untuk menjaga suhu bahan bakar di berbagai tangki penyimpanan, pengendapan, dan servis serta memanaskan oli sebelum memasuki pemisah dan injektor mesin. Saat menggunakan bahan bakar residu, suhu tangki penyimpanan harus cukup tinggi agar bahan bakar tetap bisa dipompa dengan efisien dan selalu melewati titik tuang, biasanya sekitar 40°C pada kebanyakan kapal. Bahan bakar di tangki pengendapan dipanaskan lebih tinggi, sekitar 60°C, untuk membantu pemisahan gravitasi air dan padatan. Sebelum bahan bakar masuk ke pemisah, suhunya harus mencapai sekitar 98°C untuk menjaga interface yang tepat tanpa mendidihkan air. Tangki servis biasanya dipertahankan pada suhu 80-85°C, dan aliran oli dari separator perlu pengaturan pemanas jika separator tidak sedang dipakai. Suhu bahan bakar ke injektor harus disesuaikan agar viskositasnya antara 10 cSt sampai 15 cSt untuk injeksi yang akurat. Di kapal uap, bahan bakar ke pembakar boiler memerlukan pemanasan yang lebih ringan dengan viskositas pembakar sekitar 30-50 cSt.

Beberapa metode pemanasan digunakan, antara lain:

Pemanasan uap

Media paling umum, menggunakan koil pemanas di dalam tangki. Uap mengalir dalam koil dan mengembun, memindahkan panas ke bahan bakar tanpa kehilangan energi.

Di dalam tangki bahan bakar, terdapat sistem pipa melingkar (koil pemanas). Uap dimasukkan ke dalam koil dan ketika panas dipindahkan ke minyak melalui dinding pipa, uap akan mengembun dan saluran keluar koil

BAB 11 – POMPA

Pompa dalam sistem bahan bakar berfungsi untuk memindahkan bahan bakar antar tangki, memasukkan bahan bakar ke pemurni, dan mengalirkan bahan bakar bertekanan ke mesin utama atau boiler.

Pompa Sentrifugal Jenis ini jarang dipakai pada sistem bahan bakar kecuali untuk bahan bakar distilat. Fluida masuk melalui sisi hisap dan keluar dari pembuangan di bagian atas. Batasan utama pompa sentrifugal adalah hanya cocok untuk fluida dengan viskositas rendah, sehingga kurang umum untuk bahan bakar minyak. Pompa ini efektif untuk laju aliran tinggi namun tekanan pelepasannya rendah, dan tahan terhadap fluida yang mengandung partikel padat dan abrasif. Ada juga versi multistage dengan beberapa impeler yang dapat meningkatkan tekanan keluaran. Pompa sentrifugal digunakan untuk transfer bahan bakar distilat, sistem air pendingin, sistem pemberat, serta pemadam kebakaran.

BAB 12 – PENGUKURAN

Pengukuran level dan aliran bahan bakar di kapal dilakukan dengan berbagai metode dan alat, meskipun sebagian besar peralatan yang digunakan lebih ditujukan untuk keperluan operasional daripada untuk transaksi legal atau pengukuran akurasi tinggi.

Pengukuran Level

Sebagian besar level bahan bakar di tangki kapal diukur dengan sensor mekanis atau elektronik yang memberikan pembacaan di ruang kontrol mesin atau di dalam tangki itu sendiri. Alat pengukur ini biasanya bersifat hidrostatik, yaitu mengukur tekanan yang dihasilkan oleh fluida di dalam tangki. Namun, alat ini umumnya memiliki akurasi terbatas dan lebih cocok untuk pengukuran rutin operasional. Untuk kebutuhan pengukuran level yang sangat akurat, metode menggunakan pita baja bersama tabel kalibrasi untuk menentukan volume sebenarnya lebih disarankan. Beberapa kapal modern juga sudah dilengkapi sistem pengukuran jarak jauh yang lebih canggih, meskipun belum mencapai standar bukti kuantitas yang dibutuhkan untuk transfer tahanan.

Pengukur Aliran

Pengukur aliran bahan bakar dan cairan proses lain dipakai untuk memantau konsumsi dan membantu insinyur mengatur operasi pabrik di kapal berdasarkan laju aliran yang terbaca. Sebagian besar pengukur memberikan pembacaan aliran sesaat, tetapi beberapa sistem dapat mengintegrasikan nilai aliran dari waktu ke waktu untuk mendapatkan total kumulatif.

- *Pengukur Aliran Volume:* Digunakan untuk bahan bakar jenis distilat, air, dan bahan bakar berat. Alat ini umumnya tidak dikompensasi suhu dan jarang diperlengkapi alat pemisah udara sehingga kurang akurat untuk

BAB 13 - SENSITIVITAS TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR

Penyimpanan Bahan Bakar

Bahan bakar harus tetap homogen selama penyimpanan di kapal. Dalam penyimpanan rutin, biasanya terjadi pengendapan padatan dan air. Air dan sebagian padatan dapat dibuang secara manual secara berkala. Masalah utama yang sering muncul dalam penyimpanan meliputi:

- **Stratifikasi:** Jika bahan bakar tidak dicampur dengan baik, komponennya cenderung kembali ke kondisi awal mereka, membentuk lapisan-lapisan beragam densitas dan viskositas. Sirkulasi atau gerakan kapal akan membantu menjaga bahan bakar tetap tercampur.
- **Endapan Lumpur:** Bahan bakar dengan kandungan sedimen total tinggi dapat menghasilkan lumpur, terutama pada campuran tidak stabil, yang menghasilkan endapan asphaltenik akibat tekanan termal atau mekanik.
- **Endapan Wax:** Bahan bakar yang mengandung wax, jika disimpan di bawah titik tuangnya, akan menyebabkan kristal wax mengendap dan membentuk gumpalan di tangki, yang tidak bisa dicampur kembali.
- **Akumulasi Debu Padat:** Sebagian besar padatan yang mengendap tetap di dasar tangki sampai dibersihkan secara mekanis, biasanya dilakukan saat padatan mulai mengganggu operasi.

Masalah Lain pada Penyimpanan

- Viskositas tinggi bisa menghambat pemompaan, yang bisa diatasi dengan peningkatan pemanasan tangki.

BAB 14 – EMISI

Selama bertahun-tahun, satu-satunya minat yang dimiliki oleh insinyur kapal dalam kimia pembakaran adalah mencoba mengoptimalkan kinerja pabrik. Telah diketahui bahwa pengukuran oksigen dan karbon dioksida dalam knalpot akan membantu menyesuaikan proses pembakaran. Pada tahun 1970-an, ketika pabrik gas inert dipasang pada kapal tanker minyak sebagai tindakan pengamanan, pengukuran tingkat oksigen diasumsikan menjadi semakin penting karena gas buang, jika tingkat oksigen di bawah 7%, dapat digunakan sebagai selimut gas inert di atas kargo.

Kekhawatiran lingkungan tentang polusi udara dari kapal menyebabkan regulator memeriksa terlebih dahulu jumlah sulfur dioksida (SO_2) di knalpot dan kemudian jumlah NO_x di knalpot.

BAB 15 - BAHAN BAKAR NON-KONVENSIONAL

Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar diesel yang diproduksi dari sumber bahan bakar non-hidrokarbon. Oleh karena itu, biodiesel bukanlah bahan bakar yang memenuhi standar ISO 8217 yang berlaku saat ini.

Biodiesel banyak digunakan di darat karena dianggap sebagai bahan bakar yang (hampir) netral karbon. Ini adalah pengganti yang sangat efektif untuk bahan bakar DMA dan DMB, namun biodiesel saat ini memiliki masalah tertentu dalam penyimpanan jangka panjang, beberapa komponen mesin (segel dan bahan penyambung) dan kurangnya standar dan pengujian yang sesuai untuk aplikasi di laut.

Terdapat risiko nyata jika biodiesel digunakan sebagai pengencer bahan bakar residu laut meskipun risiko terbesarnya adalah pada limbah biologis daripada biodiesel yang sudah jadi. Saat ini, biodiesel hanya menjadi pilihan ekonomis jika ada dukungan pemerintah. insentif keuangan untuk mempromosikan penggunaannya.

Minyak serpih

Minyak serpih dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat bahan bakar laut dan secara khusus diizinkan dalam standar ISO 8217. Pada saat standar ini diperkenalkan, hal ini diperbolehkan karena penggunaan minyak serpih yang signifikan di Amerika Serikat dan Kanada untuk membuat bahan bakar laut. Kehadiran minyak serpih baru-baru ini di beberapa bahan bakar yang bersumber di bagian timur Eropa telah terbukti bermasalah dan beberapa pihak berwenang percaya bahwa hal ini terkait dengan kandungan nabati yang tinggi di dalam minyak serpih ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Rahman, “Teknologi Penggunaan Bahan Bakar Bunker Rendah Sulfur untuk Kapal Niaga,” *Jurnal Teknologi Maritim*, vol. 7, no. 2, pp. 112–121, 2021. [Online]. Available: <https://jurnalmaritim.id/index.php/JTM/article/view/152>
- I. Santosa and Y. Mulyadi, “Efisiensi Pembakaran Bunker Fuel Menggunakan Mesin Diesel Kelautan Generasi Baru,” *Jurnal Mesin Laut Indonesia*, vol. 5, no. 1, pp. 45–55, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.mesinlaut.ac.id/index.php/jml/article/view/73>
- S. H. Purwanto, “Implementasi Standar IMO 2020 terhadap Penggunaan Bahan Bakar Laut,” *Jurnal Hukum dan Keselamatan Maritim*, vol. 9, no. 1, pp. 33–42, 2022.
- M. G. M. Basha and A. L. Ling, “Dual-Fuel Marine Engines and LNG as Bunker Fuel: Environmental and Technical Review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 130, pp. 109–119, 2020.
- International Maritime Organization (IMO), “IMO 2020 – Sulphur Limit Regulation,” *Technical Report*, London, 2020. [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>

BIOGRAFI PENULIS



Nama saya adalah Rahmat Hidayat. Saya dilahirkan pada 17 Mei 1986 di Sungguminasa. Orang tua saya bernama A. Raising Lahi dan Hasmawati. Pendidikan formal SD Inpres Sungguminasa (1992-1997), SLTP Neg 1 Sungguminasa (1997-2000), SMA Neg 1 Sungguminasa (2000-2003), Akademi Maritim Indonesia Veteran Makassar jurusan Teknika dan profesi Ahli Teknika Tingkat III (2003-2007), Universitas Muslim Indonesia jurusan Teknik mesin (2009-2014), Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin Ahli Teknika Tingkat II (2010-2011), Balai Besar Pendidikan Penyegaran dan Peningkatan Ilmu Pelayaran Jakarta Jurusan Mesin Ahli Teknika Tingkat I (2016-2017), penulis memutuskan untuk melanjutkan Studi S2 di Program Studi Magister Manajemen di Sekolah tinggi ilmu ekonomi yayasan pendidikan Ujung pandang (2019-2021). Setelah lulus sebagai Magister Manajemen, penulis melanjutkan karir sebagai dosen mesin dan sekarang mengajar di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin



Nama saya adalah Suyuti. Saya dilahirkan pada 05 Agustus 1968 di Soppeng. Orang tua saya bernama Koda dan Kursiah. Pendidikan formal SD Inpres Maran Kayu (1974-1979), Sekolah Teknik Negeri (1980-1983), STM Negeri Samarinda (1984-1986), BPLP Ujung Pandang jurusan Teknika Strata A dan profesi Ahli Teknika Tingkat III (1987-1991), AIP Jakarta Jurusan Mesin Ahli Teknika Tingkat II Strata B (1997-1998), BP3IP Jakarta Jurusan Mesin Ahli Teknika Tingkat I (2016-2007), penulis memutuskan untuk melanjutkan Studi S2 di Program Studi Magister Ilmu Administrasi di Universitas Islam Syekh Yusuf (2007-2010), dan penulis kembali melanjutkan Program Profesi Insinyur di Universitas Muslim Indonesia (2023) Setelah lulus sebagai Magister Marine Engineering, penulis melanjutkan karir sebagai dosen mesin dan sekarang mengajar di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin.



Nama saya adalah Jamaluddin. Saya dilahirkan pada 01 Juli 1972 di Kalukuang Kab.Gowa, Sulawesi-selatan Orang tua saya bernama Pattola Syah dan Jaisah Pendidikan formal SDN Bontokamase, Sungguminasa (1979-1985), SLTP Neg 1 Sugguminasa (1985-1988), SMA Neg 1 Bajeng, Kab.Gowa (1988-1991), Akademi Maritim Indonesia Veteran Makassar jurusan Teknika dan profesi Ahli Tehnika Tingkat III (1999-2002), Universitas Satria Makassar jurusan Ilmu Hukum (2009-2012), Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin Ahli Tehnika Tingkat II (2011-2012), Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin Ahli Tehnika Tingkat I (2015-2016) , penulis memutuskan untuk melanjutkan Studi S2 di Program Studi Magister Manajemen di Sekolah tinggi ilmu ekonomi yayasan Nobel Makassar (2016-2018) Setelah lulus sebagai Magister Manajemen, penulis melanjutkan karir sebagai dosen mesin dan sekarang mengajar di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar Jurusan Mesin



Capt, Rahman Raising, S.S.T.Pel., M.M., M.Mar anak ketiga dari A. Raising Lahi dan Hasmawati yang lahir di Sungguminasa tanggal 31 Agustus 1987. Pendidikan formal SD Inpres Sungguminasa (1993-1999), SLTP Neg 1 Sugguminasa (1999-2002), SMA Neg. 1 Sungguminasa (2002-2005), Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta Jurusan Nautika (2005-2010), Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta Jurusan Master Marine (2015-2016), penulis memutuskan untuk melanjutkan Studi S2 di Program Studi Magister Manajemen di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YPUP Makassar (2021-2024) Setelah lulus sebagai Magister Marine, penulis melanjutkan karir sebagai dosen Study Nautika dan sekarang mengajar di Politeknik Maritim AMI Makassar (POLIMARIM)

BAHAN BAKAR KAPAL LAUT

Sistem, Spesifikasi, dan
Dampak Lingkungan



Buku *Bahan Bakar Kapal Laut Sistem, Spesifikasi, dan Dampak Lingkungan* menyajikan pengetahuan komprehensif tentang sistem bahan bakar kapal, khususnya penggunaan bahan bakar bunker untuk mesin kelautan. Buku ini mengupas evolusi bahan bakar kapal dari batu bara hingga bahan bakar residu modern, serta dampaknya terhadap desain mesin, efisiensi operasional, dan regulasi lingkungan. Pembahasan dimulai dengan gambaran ruang mesin kapal dan sistem pendukungnya, lalu berlanjut pada teknik pembakaran, pemanfaatan panas limbah, hingga pencampuran dan penyimpanan bahan bakar.

Di dalamnya, dijelaskan pula klasifikasi mesin diesel kelautan berdasarkan kecepatan kerja, desain sistem bahan bakar (termasuk *common rail injection*), serta standar kualitas internasional seperti ISO 8217. Topik-topik khusus seperti *cold ironing*, *shore power*, insinerator kapal, dan sel bahan bakar menjadikan buku ini sangat relevan terhadap isu-isu modern dalam industri pelayaran, termasuk transisi energi bersih dan pengurangan emisi gas rumah kaca.

Tidak hanya menyasar kalangan teknisi kapal dan pelaut, buku ini juga cocok bagi mahasiswa pelayaran dan praktisi maritim yang ingin memahami hubungan antara teknologi mesin dan pengelolaan bahan bakar secara efisien dan berkelanjutan. Dengan bahasa teknis yang sistematis, ilustrasi diagram yang mendetail, serta pendekatan praktis yang kuat, buku ini menjadi referensi penting dalam bidang teknik kelautan dan manajemen energi maritim.



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : [tahtamedia](https://www.instagram.com/tahtamedia)
Telp/WA : +62 896-5427-3996

