

Pengujian Kualitas Bahan Bakar *High Speed Diesel* (HSD) terhadap Operasional Kapal Republik Indonesia (KRI)

High Speed Diesel (HSD) Fuel Quality Testing for Republic of Indonesia (KRI) Ship Operations

Natasyah Valencia Nilafah Gea*, I Gusti Made Sanjaya

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Indonesia

*corresponding author: natasyah.20063@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. *High Speed Diesel* (HSD) adalah jenis bahan bakar minyak yang berasal dari hasil pengolahan minyak bumi dengan bentuk warna kuning coklat yang jernih dan digunakan untuk mesin dari kompresi tinggi dengan putaran tinggi, kompresi tinggi tersebut tercatat lebih dari 1000 rpm. Pengujian HSD dilakukan untuk mengetahui standar kelayakan penggunaan bahan bakar HSD pada kapal. Pengujian sampel HSD dilakukan dengan beberapa parameter, yaitu uji berat jenis ASTM D. 1298, uji warna ASTM D. 1500, uji *flash point* ASTM D. 93, uji viskositas kinematik 40 °C ASTM D. 445, uji kadar air dan sedimen ASTM D. 1796, uji kadar sulfur, uji destilasi 90% ASTM D. 96, uji cetane index ASTM D. 4737, uji TAN ASTM D. 664, uji kadar karbon ASTM D. 189, dan uji kadar abu ASTM D. 482. Hasil uji yang diperoleh yaitu bahan bakar HSD telah memenuhi spektek dan layak untuk operasional Kapal KRI.

Kata – kata kunci : HSD, ASTM, hasil uji.

Abstract. High Speed Diesel (HSD) is a type of fuel oil that comes from processing petroleum with a clear yellow brown color and is used for high compression engines with high rotation, the high compression is recorded at more than 1000 rpm. HSD testing is carried out to determine the appropriateness standards for using HSD fuel on ships. HSD sample testing is carried out using several parameters, namely ASTM D. 1298 specific gravity test, ASTM D. 1500 color test, ASTM D. 93 flash point test, 40 °C kinematic viscosity test ASTM D. 445, ASTM D water and sediment content test 1796, sulfur content test, 90% distillation test ASTM D. 96, cetane index test ASTM D. 4737, TAN test ASTM D. 664, carbon content test ASTM D. 189, and ash content test ASTM D. 482. Test results What was obtained was that the HSD fuel met the specifications and was suitable for KRI ship operations.

Keywords : HSD, ASTM, test results

1. Pendahuluan

BBM (bahan bakar minyak) merupakan suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi (tenaga) dan jenis bahan bakar (fuel) yang dihasilkan dari pengilangan (refining) minyak mentah (crude oil). Minyak mentah dari perut bumi diolah dalam pengilangan (refinery) terlebih dulu untuk menghasilkan produk-produk minyak (*oil products*), yang termasuk di dalamnya adalah BBM. Selain menghasilkan BBM, pengilangan minyak mentah menghasilkan berbagai produk lain terdiri dari gas, hingga ke produk-produk seperti naphta, light sulfur wax residue (LSWR) dan aspal. Minyak mentah dipisahkan fraksi-fraksinya pada proses destilasi sehingga dihasilkan fraksi solar dengan titik didih 250 °C sampai 300 °C [1].

Jenis bahan bakar minyak yang sering digunakan oleh Kapal Republik Indonesia (KRI) adalah High Speed Diesel (HSD). HSD salah satu hasil dari pengolahan minyak bumi yang disebut minyak solar, bahan bakar HSD berwarna berwarna kuning coklat yang jernih [2]. Kualitas HSD dinyatakan dengan bilangan cetane, yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan HSD mengalami pembakaran di dalam mesin serta kemampuan mengontrol

detonasi (knocking). Semakin tinggi bilangan cetane maka kualitas HSD akan semakin bagus. High Speed Diesel dirancang untuk dapat membersihkan injektor sampai menghilangkan endapan karbon pada silinder. Hal ini guna untuk memberikan kelancaran pada pembakaran mesin-mesin berat tersebut [3]. HSD digunakan untuk mesin dari kompresi tinggi dengan putaran tinggi, kompresi tinggi tersebut tercatat lebih dari 1000 rpm. Umumnya, mesin yang menggunakan HSD menggunakan sistem injeksi pompa mekanik dan elektronik injeksi seperti kendaraan bermotor atau juga mesin industri. Dengan adanya pengujian ini dapat mengetahui standar kelayakan penggunaan bahan bakar HSD pada kapal dan sebagai salah satu bekal ketika bekerja di ruang lingkup bahan bakar minyak.

2. Bahan dan Metode

1.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri dari *thermometer digital, hydrometer, Destilation Koehler, Cleveland Close Up, Lovibond colorimeter, TAN, Sentrifuge, Viskometer ostwald, Furnace, X – ray Fluorescence Analyzer*, kadar karbon. Bahan yang digunakan adalah bahan bakar minyak solar jenis HSD, KOH 0,1 N.

1.2. Uji Berat Jenis

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan 500 ml gelas ukur, *hydrometer* dan *thermometer digital*, selanjutnya bahan bakar dimasukkan ke dalam gelas ukur, menempatkan alat *hydrometer* ke dalam sampel hingga keadaan alat *hydrometer* stabil tidak naik turun, kemudian *stick sensor thermometer* dimasukkan ke dalam sampel, catat hasil suhu dan pembacaan skala *hydrometer*. Hitung berat jenis yang dihasilkan dengan rumus berikut :

$$\text{Berat Jenis (SG)} = \text{Pr} (t - t_r) t_{cc}$$

Keterangan

- Pr = Pembacaan skala pada alat *hydrometer*
- T = Temperatur termometer (°C)
- t_r = 60 °F (suhu optimal thermometer)
- t_{cc} = *Temperature correction coefisient*

1.3. Uji Warna

Sebanyak 3 gelas kaca yang perlu disiapkan, 2 gelas kaca berisi air suling ditempatkan di sisi samping antara gelas uji yang berisi sampel HSD, di tutup tempat gelas uji. Bandingkan antara warna sampel dengan gelas kaca standar, dengan cara mengatur tombol pada alat Lovibond sambil melihat warna yang sesuai atau mendekati sesuai.

1.4. Uji Flash Point

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan mangkok uji yang sudah berisi sampel HSD sampai meniscus atas pada garis batas yang telah ditentukan dan letakkan pada bagian pemanas alat PMCC. Pasang selang pada tabung gas dan hubungkan dengan alat PMCC yang sudah dicolokkan dalam keadaan *on*. Nyalakan api pada alat *flash point*, tunggu beberapa menit, kemudian alat *flash point* digerakkan hingga muncul kilatan percikan dan catat suhu saat kali pertama titik nyala terjadi.

1.5. Uji Viskositas Kinematik 40 °C

Pengujian viskositas dilakukan dengan cara sampel HSD dimasukkan kedalam viskometer sampai tera, kemudian dimasukkan ke dalam oil bath yang di dalamnya terdapat viscometer pada holder kapiler sampai terjadi keseimbangan suhu. Selanjutnya sampel uji dihisap dengan pompa vakum, biarkan sampel mengalir turun, ukur waktu alir sampel dari garis

batas atas sampai garis batas bawah viskometer dengan menggunakan stopwatch dan catat waktu alirnya. Ulangi prosedur sampai menemukan selisih waktu yang sesuai toleransi range waktu sesuai dengan standar ASTM.

1.6. Uji Kadar Air dan Sedimen

Sampel HSD yang masih dalam botol dikocok hingga homogen, lalu dituangkan ke dalam tabung sentrifuge 100 ml. Kemudian, menempatkan tabung yang berisi sampel tersebut ke dalam separator sentrifuge, dihidupkan alat separator sentrifuge, waktu pemutaran ± 45 menit dengan kecepatan 1800 rpm. Setelah separator sentrifuge berhenti, ambil tabung, catat volume air dan sedimen pada skala tabung sentrifuge. Hasil pembacaan skala pada tabung sentrifuge merupakan volume kadar air dan sedimen dalam satuan persentase volume (% vol).

1.7. Uji Kadar Sulfur

Siapkan wadah sampel yang sudah dilapisi plastik miller film transparan x-ray berbahan polikarbonat dimasukkan ke dalam tempat X-ray *Fluorescence Analyzer*, tunggu 15 menit dan hasil akan keluar dalam bentuk print kertas.

1.8. Uji Destilasi 90%

Pengujian ini diawali dengan mengisi bak pendingin destilator dengan air tawar, menghubungkan alat destilator dengan arus listrik, dimasukkan sampel HSD 100 ml ke dalam labu destilasi dan batu didih. Pasang thermometer pada dan karet penyekat pada lubang atas labu didih, tempatkan gelas ukur 100 ml pada saluran pipa pembuangan hasil destilasi, hidupkan alat dan atur pemanas destilator pada skala 80 – 90. Amati secara seksama, catat suhu pada tetesan pertama hasil destilasi, selanjutnya catat suhu pada saat volume gelas ukur mencapai 5%, 10%, 20%, sampai dengan 95% dan volume akhir dari destilasi dan catat suhu tertinggi (EP) apabila suhu sudah tidak biasa naik (*recovery*).

1.9. Uji Cetane Index

Pengujian *cetane index* dengan cara diambil mid boiling point dari hasil distilasi 90%, hubungkan dengan API gravity menggunakan nomograf, ditarik garis lurus antara API gravity dengan mid boiling point hasil distilasi dan dibaca hasil kalkulasi

1.10. Uji TAN (Total Acid Number)

Sampel HSD diambil 5 ml, kemudian diletakkan pada pesawat 728 stirer, tambahkan KOH 0,1 N 40 ml dengan cara memasukkan selang yang ada pada alat 775 MPT Titrino ke dalam plastic yang sudah berisi sampel tersebut, kemudian tekan tombol FILL sampai tampilan pada monitor 40 ml. Dimasukkan 1 buah magnet stirrer ke dalam gelas kimia yang berisi sampel, dimasukkan sensor glass elektoda methrom, dimasukkan selang titran TAN, lalu tekan *start*. Ketika monitor sudah menunjukkan pada TAN 664D, tekan tombol *enter*, tunggu proses dan hasil akan keluar dalam bentuk print kertas.

1.11. Uji Kadar Karbon

Sampel uji dalam botol dikocok hingga homogen, dimasukkan sampel HSD ke dalam cawan porselin, lalu ditimbang ± 5 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam tungku pemanas, tutup alat, tunggu ± 2 jam hingga asap yang keluar dari cerobong tungku habis. Biarkan ± 10 menit proses pendinginan, keluarkan cawan dalam tungku pemanas, biarkan kembali proses pendinginan ± 30 menit, lalu ditimbang, catat hasil berat cawan dan karbon

$$\text{Kadar karbon} = \frac{w}{W} \times 100 \%$$

1.12. Uji Kadar Abu

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan cawan porselin yang telah berisi sampel karbon. Siapkan cawan porselin yang sudah berisi karbon (hasil dari uji kadar karbon), ditimbang cawan + karbon, kemudian dimasukkan ke dalam *furnace*, atur suhu $\pm 715\text{ }^{\circ}\text{C}$, setelah mencapai suhu $715\text{ }^{\circ}\text{C}$ dibiarkan 15 menit, diambil cawan sampel, lalu dimasukkan ke dalam desicator. Tunggu ± 1 jam, timbang cawan + abu dan catat hasil uji kadar abu.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengujian HSD dilakukan untuk mengetahui standar kelayakan bahan bakar yang akan digunakan operasional kapal. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sampel HSD KRI

Parameter	Satuan	Metode ASTM	Hasil Uji		
			SFT 1	SFT 2	Tk. 2
Berat Jenis	kg/m ³	D.1298	838	830	838
Warna	-	D.1500	2,0	2,5	2,5
Flash Point	$^{\circ}\text{C}$	D.93	64	64	65
Viskositas Kinematic 40 $^{\circ}$	mm ³ /s	D.445	3,40	2,66	3,20
Kadar Air dan Sedimen	% vol	D.1796	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Kadar Sulfur	% wt	Sulfur meter	0,093	0,114	0,137
Destilasi 90%	$^{\circ}\text{C}$	D.86	352	348	359
Cetane Indeks	-	D.4737	53,5	53,5	54
TAN	KOH / g	D.664	0,15	0,15	0,17
Kadar Karbon	-	D.189	0,0095	0,0093	0,0098
Kadar Abu	-	D. 482	0,0048	0,0045	0,0056

Berat Jenis

Berat jenis adalah berat jenis bahan bakar dibagi dengan berat jenis air pada temperatur yang sama atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume yang sama. Berdasarkan pengujian hasil yang diperoleh telah memenuhi spektek. Pengujian ini menggunakan metode ASTM D. 1298 [4]. Mutu SNI berat jenis minyak solar standar 815 – 860 kg/ m³[5]. Apabila nilai berat jenis yang diperoleh melebihi batas maksimum, maka akan mengakibatkan peningkatan deposit pada mesin dan asap sehingga dapat mengganggu kinerja mesin [6].

Warna

Warna yang dihasilkan dari pengujian telah memenuhi standar warna HSD yaitu warna kuning coklat jernih. Uji ini menggunakan ASTM D 1.500, pada spesifikasi panduan warna sampel HSD maksimal 3.0. Uji warna merupakan suatu pengamatan menggunakan pembanding warna standar yang mana HSD dibandingkan dengan standar warna yang ada. Apabila melebihi batas nilai maksimal, maka HSD telah mengandung kontaminan [7].

Flash Point

Flash point adalah suhu pada uap di atas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya. Pengujian ini menggunakan metode ASTM D. 93. Spesifikasi panduan menyatakan bahwa nilai titik nyala sampel HSD memiliki nilai minimal 52 dan hasil pengujian telah memenuhi spektrum. Semakin tinggi fraksi minyak bumi, maka semakin tinggi pula titik nyala nya. Produk dengan titik nyala rendah, semakin mudah menguap sehingga mudah terbakar [8].

Viskositas Kinematik suhu 40 °C

Viskositas adalah menyatakan suatu angka besarnya hambatan bahan bakar minyak untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak [9]. Pengujian viskositas menggunakan ASTM D. 445. Spesifikasi panduan menyatakan bahwa viskositas kinematik 40 °C minimal nilai 2.0 dan maksimal 6.0. Berdasarkan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spektrum. Bahan bakar yang mempunyai viskositas kecil menunjukkan bahwa bahan bakar itu mudah mengalir dan sebaliknya apabila bahan bakar dengan viskositas tinggi maka semakin sulit mengalir [10].

Kadar Air dan Sedimen

Pengujian kadar air dan sedimen menggunakan ASTM D. 1796. Spesifikasi panduan menyatakan bahwa kadar air dan sedimen memiliki nilai maksimal 0,05. Keberadaan air dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikro organisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar, sedangkan sedimen dapat menyebabkan penyumbatan juga dan kerusakan mesin [11].

Kadar Sulfur

Spesifikasi panduan menyatakan bahwa kadar sulfur pada HSD memiliki nilai maksimal 0,5. Berdasarkan pengujian diperoleh hasil sesuai spektrum . Senyawa sulfur yang berada di dalam bahan bakar minyak dapat menyebabkan bau yang tidak sedap dan mempercepat terbentuknya sedimen dan sludge dalam penyimpanan.

Destilasi

Destilasi bertujuan untuk menentukan secara kuantitatif karakteristik rentang titik didih suatu fraksi dari minyak bumi. Distilasi pada dasarnya adalah penguapan cairan dengan cara dipanaskan, kemudian uap yang terbentuk didinginkan untuk menghasilkan distilat. Pengujian ini menggunakan metode ASTM D. 86 dan diperoleh hasil memenuhi spektrum. Pada spesifikasi panduan menyatakan bahwa maksimum suhu yang terbentuk 90% destilat untuk bahan bakar HSD adalah 270 - 360 °C. Apabila hasil destilasi di luar spektrum, maka akan menunjukkan semakin banyak penguapan yang dihasilkan [12].

Cetane Index

Pengujian *cetane index* menggunakan metode ASTM D. 4737. Berdasarkan hasil pengujian sampel HSD telah memenuhi standar. Pada spesifikasi panduan minimal angka setana dalam bahan bakar HSD minimal 45. Semakin tinggi angka setana menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah, dan sebaliknya angka setana rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi [13].

TAN (*Total Acid Number*)

Nilai bilangan asam dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah penipisan aditif, kontaminasi asam, dan oksidasi degradasi pelumas. Pengujian ini menggunakan metode ASTM D. 664 dan hasil pengujian menunjukkan telah memenuhi spektrum. Pada spesifikasi maksimum

nilai *Total Acid Number* (TAN) dalam bahan bakar HSD sebesar 0.3 KOH/g. Uji TAN sebagai indikasi jumlah asam yang ada di dalam bahan bakar minyak [14].

Kadar Karbon

Kadar karbon menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang mempunyai titik didih lebih tinggi dari range bahan bakar. Adanya fraksi hidrokarbon ini menyebabkan menumpuknya residu karbon dalam ruang pembakaran yang dapat mengurangi kinerja mesin. Pengujian ini dilakukan dengan metode ASTM D. 189 dan hasil pengujian telah memenuhi spektek. Pada spesifikasi maksimum kadar karbon dalam bahan bakar HSD sebesar 0,05 % m/m. Jika kadar karbon (% massa) tinggi, maka semakin tinggi pula kandungan aspaltik (% massa), berarti minyak tersebut tidak mudah menguap [15].

Kadar Abu

Abu dari minyak bumi dapat berasal dari senyawaan logam yang larut dalam air atau dari padatan ikutan lain, seperti lumpur dan produk pengkaratan. Pengujian ini menggunakan metode ASTM D. 482, berdasarkan hasil uji telah memenuhi spektek. Pada spesifikasi maksimum kadar abu dalam bahan bakar HSD sebesar 0,02 % m/m. Pengujian kadar abu bertujuan untuk penentuan jumlah sisa-sisa dari minyak yang tertinggal (yang tidak terbakar) dalam mesin selama proses pembakaran, selain itu dapat menentukan bahan pembentuk abu. Semakin banyak abu dalam mesin dapat menyebabkan tersumbatnya lubang pada injektor. Semakin banyak kadar abu pada bahan bakar minyak, semakin rendah kualitas bahan bakar minyak [16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada bahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) dapat diambil kesimpulan bahwa bahan bakar HSD dari KRI pada bagian SFT 1, SFT 2 maupun Tk.2 memenuhi spesifikasi bahan bakar minyak jenis solar 48 yang telah ditetapkan oleh Kepdirjen Migas No. 28 Tahun 2016 dan masih memiliki kualitas yang baik, sehingga layak untuk operasional KRI.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh pihak Laboratorium Induk Kimia dan Material TNI AL yang telah mengizinkan serta mendukung kami untuk melakukan pengujian.

Daftar Pustaka

- [1] Dewi, Y., Saryono, S., Dini, A., Maghfiroh, M., & Mauli, R., Dampak Kenaikan Harga Bahan Bakar Minyak (BBM) Terhadap Sembilan Bahan Pokok (Sembako) Di Kecamatan Tambun Selatan Dalam Masa Pandemi. *Jurnal Citizenship Virtues*, 2(2), 320-326, 2022
- [2] Ali, B., & Nugroho, P. A., Analisis pemakaian bahan bakar high speed diesel dan biodiesel (B30) terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang mesin diesel PLTD 1.4 MW. *Presisi*, 18(2), 2017
- [3] Syafriuddin, R. H., Perbandingan Penggunaan Energi Alternatif Bahan Bakar Serabut (Fiber) Dan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Bahan Bakar Batubara Dan Solar Pada Pembangkit Listrik. In *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN* (p. 911X), 1979
- [4] BSN, *Sistem Informasi Standar Nasional*. Retrieved from [sispk bsn: http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/10796](http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/10796), 2017
- [5] Sari, D. K., Nopitasari, Perbandingan Kualitas Pelumas Motor 4T Di Palembang Dengan Parameter Uji Specific Gravity, Kinematic Viscosity, Flash Point, Pour Point, Total Acid Number (TAN) Dan Vacuum Distillation. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 39-45, 2018
- [6] ASTM. D. 1298-99: Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method. West Conshohocken, USA: ASTM, 2005

- [7] ASTM. D.1500-07: Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale). West Conshohocken, USA: ASTM, 2005
- [8] ASTM. D.93-18: Standard Test Methods for Flash Point by PenskyMartens Closed Cup Tester. West Conshohocken, USA: ASTM, 2008
- [9] Wiratmaja, I., Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(2), 145-154, 2010
- [10] ASTM. D 445-06: Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohocken, USA.: ASTM, 2009
- [11] ASTM D1796-11 Standard Test Method for Water and Sediment in Fuel Oils by the Centrifuge Method (Laboratory Procedure), USA : ASTM, 2016
- [12] ASTM. D 86-08a: Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure. West Conshohocken, USA: ASTM, 2008
- [13] ASTM D. 4737-21 Standard Test Method for Calculated Cetane Index by Four Variable Equation.
- [14] ASTM. D 664-07 : Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration. West Conshohocken, USA: ASTM, 2010
- [15] ASTM. D 189-06: Standard Test Method for Conradson Carbon Residue of Petroleum Products . ASTM. West Conshohocken. USA: ASTM, 2019
- [16] ASTM. D 482-19: Standard Test Method for Ash from Petroleum Products. West Conshohocken, USA.: ASTM, 2019