ANALISIS KUALITAS PRODUK TURUNAN MINYAK BUMI DI PT X MELALUI UJI LABORATORIUM STANDAR (*ASTM*/*API*)

Chika Adelia[1*], Salma Alisia Salsabila[2],Pusparatu[3], Rinzan Akhirjulima[4]
[1,2]Teknik Pengoahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada no. 38, Kabupaten Blora, 58315
[4]*Technology Innovation & Implementation (TI&I),* Jl. Raya Bekasi No.13920, RT.1/RW.2, Rw. Terate, Kec. Cakung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13920
**E-mail*: chikaadelialaoura@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi kualitas berbagai produk turunan minyak bumi melalui pengujian laboratorium dengan metode standar internasional ASTM dan API di PT X. Sampel yang dianalisis meliputi Base Fluid, Avtur, Gasoil, Extract Hydrocarbon 1, dan Extract Hydrocarbon 2, masing-masing diuji secara sistematis menggunakan parameter warna, berat jenis, viskositas kinematik, titik nyala, distilasi, kadar sulfur, serta analisis senyawa aromatik. Setiap parameter dibandingkan antara prosedur ASTM dengan API, memperlihatkan bahwa pada mayoritas uji (misal: viskositas, distilasi, sulfur, flash point), metode ASTM memberikan protokol teknis yang lebih presisi dan terstandar, sementara API digunakan sebagai referensi validasi praktis dalam konteks industri. Hasil pengujian membuktikan seluruh sampel BBM dan non-BBM memenuhi atau melampaui standar mutu nasional dan internasional, kecuali pada fraksi aromatik berat di Extract Hydrocarbon yang memerlukan pengawasan lingkungan tambahan. Studi ini menegaskan pentingnya integrasi standar ASTM-API untuk menjamin keamanan, performa, dan regulasi produk petroleum, serta menyoroti perlunya kontrol mutu laboratorium yang komprehensif demi mendukung keberlanjutan operasional industri migas.

Kata kunci: *ASTM*, *API*, Kualitas Minyak Bumi, Pengujian Laboratorium, Produk *Petroleum*

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi tetap menjadi sumber energi utama yang berperan penting dalam menjaga stabilitas ekonomi global. Selain berfungsi sebagai bahan bakar untuk sektor transportasi dan pembangkit listrik, minyak bumi juga menjadi bahan baku utama industri petrokimia. Di Indonesia, sektor ini memberikan kontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) melalui ekspor minyak mentah maupun produk hasil olahan, sekaligus memperkuat ketahanan energi nas*ion* al. Namun demikian, industri pengolahan minyak kini menghadapi tantangan peningkatan standar mutu produk akibat tekanan regulasi global yang menuntut pengurangan emisi dan peningkatan efisiensi. Untuk mengatasinya, penerapan teknologi modern seperti unit *hydrotreating* serta integrasi digital melalui *Process Analytical Technology* (PAT) menjadi langkah strategis dalam menjaga mutu dan daya saing di tengah persaingan global.

Kualitas minyak bumi dan produk turunannya sangat memengaruhi aspek keselamatan operas*ion* al dan dampak lingkungan. Nilai *Flash Point* yang rendah dapat meningkatkan risiko kebakaran, sedangkan kandungan sulfur yang tinggi mempercepat korosi pada peralatan kilang. Dari sisi lingkungan, mutu produk yang rendah berpotensi meningkatkan emisi polutan seperti SOx, NOx, dan partikulat, yang berpengaruh terhadap keberlanjutan operas*ion* al. Karena itu, pengendalian mutu menjadi hal yang krusial untuk mencegah kecelakaan, menekan dampak lingkungan, dan mendukung penerapan prinsip industri berkelanjutan.

Standar internas*ion* al seperti *ASTM* dan *API* berperan penting dalam menjamin konsistensi dan kredibilitas hasil pengujian kualitas produk minyak. *ASTM* menetapkan prosedur terperinci

untuk berbagai parameter fisik dan kimia, seperti viskositas (*ASTM* D445), *Flash Point* (*ASTM* D93), serta kadar sulfur (*ASTM* D5453). Sementara itu, *API* menitikberatkan pada praktik industri seperti pengambilan sampel dan perhitungan *API gravity*. Penerapan standar-standar ini tidak hanya mempermudah perdagangan internas*ion* al dan mengurangi potensi sengketa kualitas, tetapi juga mendukung peningkatan keselamatan, efisiensi, dan kepatuhan terhadap regulasi.

Penelitian ini menggabungkan metode *ASTM* dan *API* untuk memvalidasi kualitas produk turunan minyak bumi dengan hasil yang saling mendukung. *Specific Gravity* yang diukur *ASTM* D-1298 konsisten dengan *API Gravity*, di mana keduanya mengindikasikan kepadatan dan kualitas hidrokarbon produk, sehingga memastikan *base oil, avtur,* dan *gasoil* memiliki karakteristik sesuai standar industri. Nilai viskositas kinematik *ASTM* juga sesuai dengan parameter *API*, menegaskan kestabilan aliran dan performa produk. *Flash Point* yang diukur *ASTM* D-93 sejalan dengan standar keamanan *API* untuk penyimpanan dan penanganan bahan bakar, sedangkan distilasi *ASTM* D-86 memberikan profil volatilitas yang sesuai dengan penilaian *API* terhadap distribusi fraksi hidrokarbon. Kandungan sulfur yang diuji *ASTM* D-5453 sejalan dengan persyaratan *API* untuk emisi rendah, dan uji Doctor *IP*-30 melengk*API* validasi keamanan produk. Korelasi konsisten antara hasil *ASTM* dan *API* ini menunjukkan bahwa meskipun pembahasan mendalam difokuskan pada *ASTM*, penggunaan metode *API* memberikan validasi dan penguatan mutu produk yang komprehensif sesuai standar internasional, memberikan kepercayaan bahwa produk memenuhi kriteria kualitas, keselamatan, dan regulasi yang berlaku secara

2. METODE

Pengujian sampel dilakukan di laboratorium PT. X. Penelitian ini dilaksanakan dalam periode waktu tiga bulan, yaitu dari 01 Juli hingga 30 September 2025. Sampel uji yang digunakan terdiri dari berbagai jenis produk minyak bumi, meliputi *Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*, *Extract Hydrocarbon* 1, *Extract Hydrocarbon* 2, dan *CRM* . Bahan pendukung lainnya meliputi pelarut organik (*n-Pentane*, *Cyclohexane*, *2-Propanol*, *Acetone*, *Isooctane*), bahan kimia reagen seperti *Sodium plumbit* e, PbO, NaOH, dan Sulfur , serta Argon Gas dan *Oxygen* Gas untuk pengujian kadar sulfur.

Pengujian sampel dilakukan sesuai dengan standar internas*ion* al yang ditetapkan, seperti *American Society for Testing and Materials* (*ASTM*) atau *Institute of Petroleum* (IP). Parameter dan metode pengujian yang diterapkan disajikan pada Tabel 2.1.:

Tabel 2. 1. Parameter Pengujian Sampel

No.	Parameter Pengujian	Metode Standar	Sampel yang Diuji (Contoh)
1	*Color Saybolt*	*ASTM* D-156	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*, *Extract Hydrocarbon* 1 & *Extract Hydrocarbon* 2
2	*Color ASTM*	*ASTM* D-1500	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*, *Extract Hydrocarbon* 1 & *Extract Hydrocarbon* 2
3	*Specific Gravity*	*ASTM* D-1298	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*
4	*Kinematic Viscosity 40∘C*	*ASTM* D-445	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*
5	*Flash Point*	*ASTM* D-93	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*
6	Distilasi	*ASTM* D-86	*Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*
7	*Sulfur Content*	*ASTM* D-5453	*Base Fluid*, *Gasoil*, *Avtur*

8	*Doctor Test*	IP-30	*Avtur*, *Gasoil*
9	Titik Asap	*ASTM* D-1322	*Avtur*
10	*PAH*	*GC-MS-SIM*	*Extract Hydrocarbon* 1 & *Extract Hydro-carbon* 2
11	*Polycyclic Aromatic*	IP-346	*Extract Hydrocarbon* 1 & *Extract Hydro-carbon* 2

Setiap metode pengujian pada produk turunan minyak bumi dilakukan melalui tahapan laboratorium yang sistematis dan mengikuti standar internas*ion* al untuk menjamin akurasi hasil. Pengujian ini mencakup analisis warna dan densitas menggunakan metode *ASTM* D-156, D-1500, dan D-1298, pengujian viskositas dengan *ASTM* D-445, serta pengukuran titik nyala dan distilasi melalui *ASTM* D-93 dan D-86 guna menilai sifat fisik dan kestabilan termal produk. Selain itu, analisis komposisi dan kemurnian dilakukan menggunakan *ASTM* D-5453 untuk kadar sulfur, IP-30 untuk identifikasi mercaptan, IP-346 untuk kandungan aromatik polisiklik, serta *GC-MS-SIM* untuk karakterisasi senyawa hidrokarbon aromatik kompleks. Keseluruhan metode tersebut dirancang untuk menghasilkan data yang presisi, reproducible, dan dapat dibandingkan secara global, sehingga mendukung peningkatan pengendalian kualitas, keselamatan operas*ion* al, serta kepatuhan terhadap regulasi industri minyak bumi.

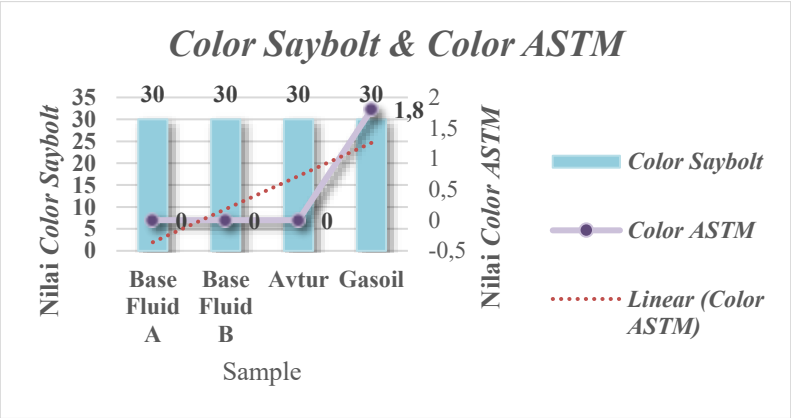
3. PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Parameter Tiap Sampel

Pengujian sifat fisika dan kimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik serta kualitas dari masing-masing sampel bahan bakar, yaitu *Base Fluid* (periode Mei dan Juli), *Avtur*, dan *Gasoil*. Setiap parameter diuji berdasarkan metode standar *ASTM* yang relevan guna memperoleh data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Parameter yang dianalisis meliputi warna, berat jenis (*specific gravity*), viskositas kinematik, titik nyala (*Flash Point*), distilasi, kadar sulfur, serta hasil uji tambahan seperti *Doctor test* dan titik asap (*smoke point*). Hasil pengujian ini berfungsi sebagai dasar dalam mengevaluasi performa dan kesesuaian spesifikasi bahan bakar terhadap standar mutu yang berlaku. Berbagai pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisika dan kimia dari sampel *Extract Hydrocarbon* 1, *Extract Hydrocarbon* 2, dan *CRM* . Parameter yang diuji meliputi *specific gravity*, viskositas kinematik, *Flash Point*, kadar *PAH*, kandungan *polycyclic aromatic*, serta titik asap. Seluruh pengujian menggunakan metode standar *ASTM* guna memperoleh hasil yang akurat dan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi mutu sampel.

B. *Color Saybolt* (*ASTM* D-156)

Color Saybolt ASTM-156 adalah metode pengujian standar yang digunakan untuk menentukan warna produk *petroleum* yang relatif bening, seperti bensin motor dan aviasi tanpa pewarna, bahan bakar jet, nafta, *kerosene* , serta lilin *petroleum* dan minyak putih farmasi (*ASTM* Internasional, 2015). Metode *ASTM* D-156 lebih banyak digunakan dalam penelitian untuk bahan bakar bening seperti Avtur dan Base Fluid. *ASTM* menyediakan skala kuantitatif yang memungkinkan ukur warna secara konsisten pada produk bening, sedangkan *API* color biasanya dipakai untuk pengukuran warna produk yang lebih gelap. Penggunaan *ASTM* D-156 lebih disukai karena kemampuan deteksi yang lebih spesifik untuk warna produk terang yang penting dalam validasi mutu visual dan degradasi kimia.



Gambar 1. Grafik Hasil Color Saybolt & Color *ASTM*

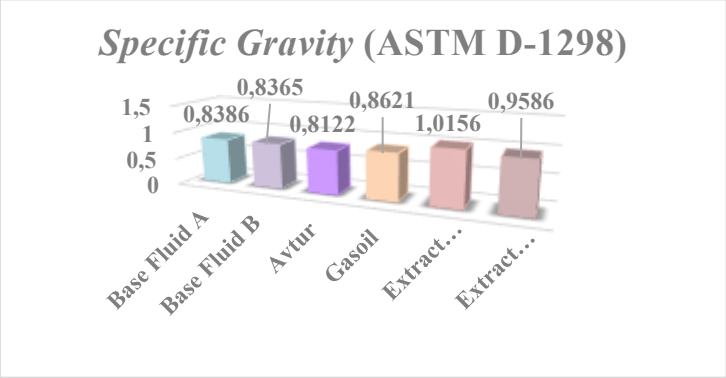
Sampel *Base Fluid* menunjukkan nilai warna *Saybolt* sebesar 30 SUC, yang menandakan produk *base oil* dengan kejernihan tinggi dan kualitas visual yang sangat baik untuk kelas III. Nilai ini mencerminkan bahwa proses pemurnian berhasil menghilangkan senyawa pengotor dan aromatik gelap yang biasanya menyebabkan warna lebih pekat. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa stabilitas kimia dan oksidasi *base oil* *Base Fluid* tergolong baik, sehingga mampu menjaga performa selama penyimpanan dan penggunaan pada sistem pelumasan mesin. Konsistensi warna pada beberapa periode pengujian mengindikasikan bahwa proses *dewaxing* dan *hydrofinishing* berjalan optimal, memastikan karakteristik fisikokimia produk tetap stabil dan sesuai dengan standar *API* serta regulasi internas*ion* al. Dengan demikian, *Base Fluid* memiliki kualitas yang memadai untuk mendukung kebutuhan industri pelumas modern yang menuntut performa tinggi dan durabilitas baik. Adapun pada sampel *Avtur*, hasil pengujian menunjukkan nilai warna *Saybolt* 30 SUC, yaitu nilai tertinggi dalam skala pengukuran, yang menggambarkan tingkat kejernihan dan kemurnian optimum. Nilai ini menunjukkan bahwa *Avtur* bebas dari kontaminan berwarna gelap maupun hasil oksidasi, yang dapat menandakan awal degradasi bahan bakar. Kejernihan maksimal ini berhubungan langsung dengan kemurnian kimiawi dan kestabilan pembakaran, sehingga mengurangi potensi pembentukan deposit pada mesin pesawat (El-Shamy et al., 2016). Nilai tersebut juga telah memenuhi standar ESDM untuk bahan bakar jet, menunjukkan pengendalian kualitas yang konsisten serta efektivitas proses *hidrotreating* dan *finishing* dalam menjaga kestabilan mutu produk. Dengan hasil ini, pengujian warna *Saybolt* semakin memperkuat validasi mutu visual dan kimia *Avtur* sebagai bahan bakar jet yang aman dan andal secara operas*ion.*

C. *Color ASTM* (D-1500)

ASTM D-1500 digunakan untuk produk minyak warna produk minyak bumi berdasarkan skala visual dari 0,5 (paling terang) hingga 8,0 (paling gelap) menggunakan color comparator dengan warna yang lebih gelap, seperti Gasoil. *ASTM* metode ini lebih terstandar untuk pengujian visual warna berbasis komparator warna dengan skala numerik yang jelas, sedangkan *API* color kurang umum digunakan dalam laboratorium pengujian. Oleh karena itu, *ASTM* D-1500 memiliki keunggulan dalam reproduksibilitas data laboratorium. Hasil pengujian *Gasoil* sebesar 1,8 menunjukkan produk diesel berkualitas baik, bebas dari pewarna atau residu karbon berlebih, serta memiliki kejernihan dan kestabilan yang optimal. Nilai ini juga sesuai dengan regulasi nas*ion* al, menandakan bahan bakar aman digunakan dan efisien untuk berbagai kondisi operas*ion* al mesin diesel.

D. *Specific Gravity* (*ASTM* D-1298)

Specific *Gravity* (SG) atau *Relative Density* merupakan perbandingan massa jenis zat cair terhadap air murni pada suhu yang sama (ASTM International, 2017). Dalam produk *petroleum* , *SG* penting untuk menentukan kerapatan, yang berpengaruh pada pengukuran *volume* , penyimpanan, dan mutu bahan bakar. Pengujian menggunakan metode *ASTM* D-1298, yaitu dengan hidrometer kaca yang dicelupkan ke sampel pada suhu tertentu, lalu hasilnya dikoreksi ke suhu referensi 15°C (59°F) (Cut, 2022). *ASTM* D-1298 menggunakan metode hidrometer untuk mengukur specific gravity, sedangkan *API* Gravity mengubah nilai berat jenis menjadi skala *API* yang lebih mudah dipahami dalam konteks industri. Metode *ASTM* memberikan nilai densitas laboratorium yang presisi, sementara *API* Gravity lebih merupakan konversi praktis dari nilai tersebut. Pengujian dengan *ASTM* D-1298 menghasilkan data yang lebih teknis dan detail untuk analisis ilmiah, sementara *API* Gravity berfungsi sebagai validasi dan konfirmasi dalam konteks industri minyak. Penggunaan keduanya memberikan validasi silang yang kuat.



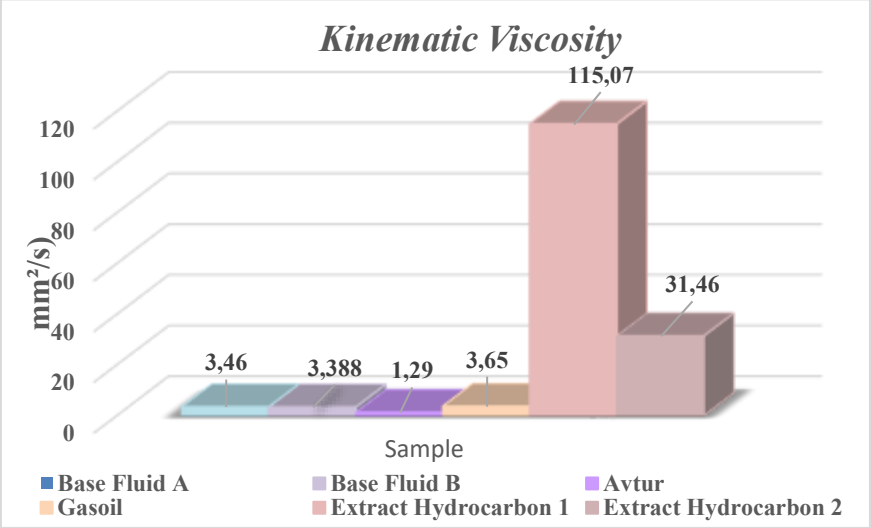
Gambar 2. Grafik Hasil *Specific Gravity*

Sampel *Base Fluid* memiliki SG 0,8365, sesuai untuk *base oil* kelas III, menandakan keseimbangan antara parafin, naften, dan aromatik yang memberikan viskositas stabil dan ketahanan oksidatif tinggi, penting untuk menjaga performa serta mencegah kerusakan komponen mesin. *Avtur* menunjukkan SG 0,812, masih dalam batas regulasi ESDM (0,775–0,840), menandakan komposisi hidrokarbon stabil dengan molekul ringan yang mendukung efisiensi pembakaran dan aliran bahan bakar yang lancar. Konsistensi hasil ini membuktikan proses produksi dan penyulingan yang terkontrol dengan baik. *Gasoil* memiliki SG 0,8621, sesuai standar bahan bakar diesel dan menunjukkan fraksi hidrokarbon berat yang mendukung pembakaran lebih tahan lama serta kualitas produk yang stabil selama penyimpanan dan pemakaian. Sementara itu, *Extract Hydrocarbon* 1 dengan SG 1,0156 menunjukkan fraksi berat dan aromatik pekat, khas produk hasil ekstraksi *residu vacuum distillation* dengan viskositas tinggi dan titik nyala besar, cocok untuk bahan baku pelumas dan kimia industri. *Extract Hydrocarbon* 2 memiliki SG 0,9586, sedikit lebih rendah dari *Extract Hydrocarbon* 1, menandakan kandungan aromatik dan fraksi berat lebih sedikit, menghasilkan produk lebih ringan dan mudah mengalir, cocok untuk aplikasi petrokimia atau pelumas dengan karakteristik viskositas lebih moderat.

E. *Kinematic Viscocity* (*ASTM* D-445)

ASTM D-445 adalah metode standar internasional untuk pengukuran viskositas kinematik produk *petroleum* dengan mengukur waktu aliran cairan melalui kapiler kaca pada suhu tertentu (umumnya 40°C atau 100°C) (Skoog et al., 2014). *ASTM* memberikan protokol rinci yang menjamin akurasi dan validitas pengukuran di laboratorium, sedangkan *API* tidak memiliki

spesifikasi metode terstandar yang sebanding. Dengan demikian, *ASTM* D-445 dipilih untuk validasi viskositas sebagai parameter penting performa aliran bahan bakar dan pelumas. Nilai viskositas diperoleh dari waktu aliran × konstanta viskometer, yang menunjukkan hambatan aliran cairan terhadap gaya geser. Pada sampel *base oil Base Fluid*, viskositas sebesar 3,388 mm²/s (40°C) menunjukkan karakteristik *base oil* kelas III yang mampu melindungi komponen mesin, mengurangi gesekan, dan menjaga stabilitas performa. Nilai ini menegaskan keberhasilan proses *dewaxing* dan *hydrofinishing*, serta kestabilan mutu produksi yang konsisten sesuai standar pelumas industri.



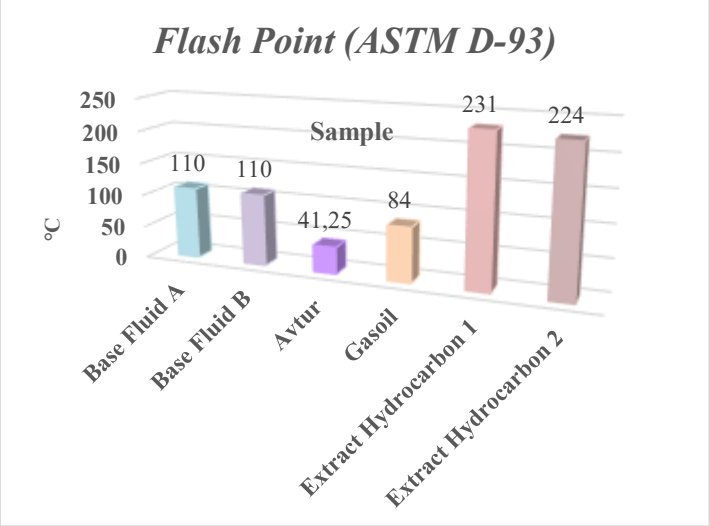
Gambar 3. Grafik Hasil Kinematic Viscosity

Dari grafik yang terlampir di gambar 3.3, *Avtur* memiliki viskositas kinematik 1,29 mm²/s (40°C), sesuai standar ESDM (1,2–1,8 mm²/s). Nilai ini memastikan aliran bahan bakar yang lancar, efisiensi pembakaran tinggi, serta minim jelaga, dan konsistensi hasil menunjukkan kontrol mutu yang baik dalam produksi. *Gasoil* mencatat viskositas 3,65 mm²/s, masih dalam batas standar diesel (2–4 mm²/s). Nilai ini mendukung kestabilan aliran, atomisasi yang baik, pembakaran optimal, serta emisi lebih rendah, dengan mutu yang tetap konsisten sepanjang periode pengujian. *Extract Hydrocarbon* 1 memiliki viskositas sangat tinggi, yaitu 18447 mm²/s (40°C) dan 115,074 mm²/s (100°C), menandakan fraksi berat aromatik yang cocok untuk aplikasi pelumas dan bahan kimia industri yang memerlukan stabilitas viskositas pada berbagai suhu. Sedangkan *Extract Hydrocarbon* 2 menunjukkan viskositas lebih rendah, yaitu 799,8 mm²/s (40°C) dan 31,46 mm²/s (100°C), hasil ekstraksi ulang yang menghasilkan produk lebih ringan namun tetap aromatik, cocok untuk aplikasi yang membutuhkan keseimbangan antara kekentalan dan kemudahan alir.

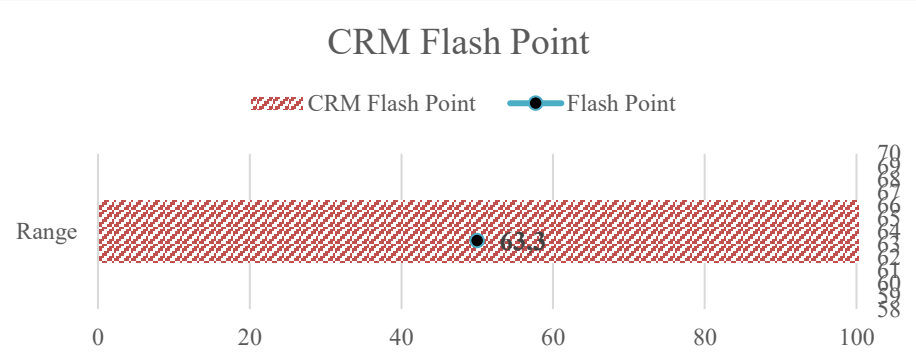
F. *Flash Point* (*ASTM* D-93)

Flash Point adalah suhu terendah ketika uap bahan bakar dapat menyala sesaat saat terkena sumber api, sehingga menjadi parameter penting untuk menilai tingkat kemudahan terbakar, keselamatan penanganan, dan penyimpanan. *ASTM* D-93 menggunakan metode *Pensky-Martens Closed Cup*, menghasilkan pengukuran *flash point* yang lebih akurat dan aman dibandingkan metode api terbuka yang kadang dipakai secara praktik (Fajriyani et al., 2024). *API* mengacu pada hasil pengujian *flash point* dalam standar mereka tetapi tidak menetapkan prosedur terperinci seperti *ASTM*. Oleh karena itu, *ASTM* D-93 menjadi metode utama untuk

keselamatan dan evaluasi risiko kebakaran produk minyak bumi. Grafik 4 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan dengan *ASTM* D-93 (*Pensky-Martens Closed Cup Tester*), di mana sampel dipanaskan dalam cawan tertutup pada laju pemanasan tertentu, sambil sesekali diberikan nyala kecil untuk melihat apakah uapnya mulai menyala.



Gambar 4. Hasil Pengujian *Flash Point*

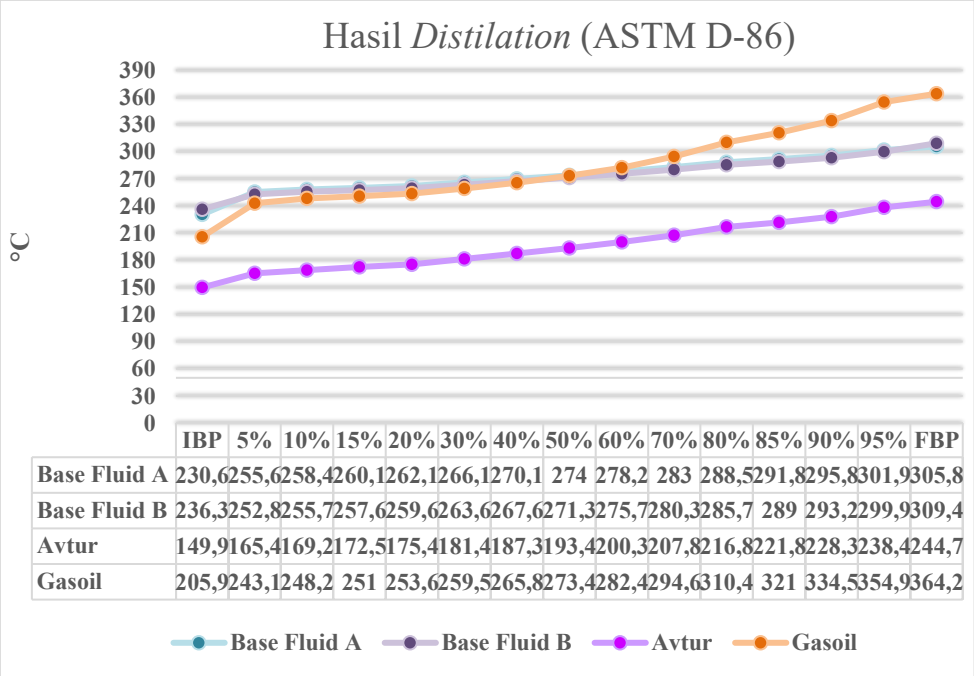


Gambar 5. Hasil Pengujian *CRM* pada *Flash Point*

Hasil uji *Flash Point* pada seluruh sampel menunjukkan kesesuaian dengan regulasi serta konsistensi mutu, di mana pengujian awal menggunakan *CRM* sebesar 63°C membuktikan metode *ASTM* D-93 dan instrumen laboratorium tervalidasi dengan baik. *Base Fluid* memiliki *Flash Point* tinggi 110°C yang memenuhi standar *base oil* kelas III dan menandakan volatilitas rendah serta keamanan tinggi. *Avtur* berada di kisaran 40–42,5°C sesuai standar bahan bakar jet, mendukung pembakaran efisien namun memerlukan pengawasan keselamatan. *Gasoil* dengan nilai 84°C menunjukkan stabilitas termal memadai untuk aplikasi mesin diesel. Sementara itu, *Extract Hydrocarbon* 1 dan *Extract Hydrocarbon* 2 memiliki *Flash Point* sangat tinggi, masing-masing 231°C dan 224°C, mencerminkan fraksi berat dengan risiko kebakaran rendah dan layak digunakan sebagai bahan baku pelumas serta produk kimia industri yang membutuhkan ketahanan terhadap panas (API,2024).

G. Distilasi (*ASTM* D-86)

ASTM D-86 merupakan metode distilasi standar untuk menentukan rentang titik didih produk minyak bumi dari *IBP* hingga *FBP* pada tekanan atmosferik. ASTM D-86 merupakan metode distilasi standar yang menyediakan profil titik didih fraksi minyak bumi dengan presisi tinggi (Novandy, 2021). API mengacu pada data distilasi tetapi kurang memberikan metode laboratorium rinci. Oleh karena itu, ASTM D-86 lebih umum digunakan untuk memberi data kuantitatif tentang volatilitas dan distribusi fraksi hidrokarbon dalam produk. Pada sampel *Base Fluid*, hasil distilasi menunjukkan *IBP* 230,6°C dan *FBP* 305,8°C dengan selisih ulangan masih dalam batas *repeatability ASTM* (≤±1,0°C). Hal ini menegaskan presisi tinggi, kestabilan fraksi hidrokarbon, serta keandalan metode dan instrumen sehingga hasil uji layak digunakan sebagai dasar kontrol kualitas *base oil* .

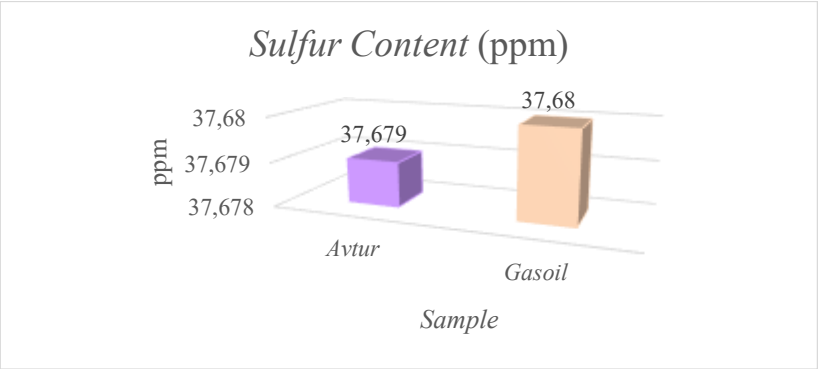


	IBP	5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	85%	90%	95%	FBP
Base Fluid A	230,6	255,6	258,4	260,1	262,1	266,1	270,1	274	278,2	283	288,5	291,8	295,8	301,9	305,8
Base Fluid B	236,3	252,8	255,7	257,6	259,6	263,6	267,6	271,3	275,7	280,3	285,7	289	293,2	299,9	309,4
Avtur	149,9	165,4	169,2	172,5	175,4	181,4	187,3	193,4	200,3	207,8	216,8	221,8	228,3	238,4	244,7
Gasoil	205,9	243,1	248,2	251	253,6	259,5	265,8	273,4	282,4	294,6	310,4	321	334,5	354,9	364,2

Gambar 6. Grafik Hasil Distilasi

H. *Sulfur Content* (*ASTM* D-5453)

ASTM D-5453 adalah metode standar untuk mengukur total sulfur dalam hidrokarbon cair dengan titik didih 25–400°C dan viskositas 0,2–20 *cSt*. Sampel dibakar pada suhu tinggi dalam oksigen sehingga sulfur berubah menjadi SO_2, lalu gas tersebut dideteksi menggunakan UV *Fluorescence Detector*. Intensitas fluoresensi yang terbaca berbanding lurus dengan konsentrasi sulfur dalam sampel (Bakkara, 2022).



Gambar 7. Grafik Hasil *Sulfur Content*

Pengujian sulfur pada *Avtur* menunjukkan kadar 37,679 ppm dengan perbedaan antar ulangan berada di bawah batas *repeatability ASTM* D-5453 (±5,87 ppm), sehingga hasil dinyatakan presisi dan andal. Pada *Gasoil*, kadar sulfur 37,68 ppm juga memenuhi batas *repeatability* sekitar ±5,88 ppm, menegaskan kualitas prosedur pengujian serta validitas data untuk memastikan kepatuhan terhadap standar emisi dan kualitas bahan bakar yang lebih ramah lingkungan.

I. Uji *Doctor* (IP-30)

Uji *Doctor* (IP-30) adalah metode kualitatif untuk mendeteksi *merkaptan* , H_2S, dan sulfur aktif pada produk minyak bumi dengan melihat perubahan warna setelah sampel bereaksi dengan larutan *sodium plumbit* (ASTM, 2023). Warna kuning menandakan hasil negatif (bebas sulfur korosif), sedangkan warna coklat atau hitam menunjukkan keberadaan senyawa sulfur yang dapat menimbulkan bau, korosi, dan masalah operas*ion* al.

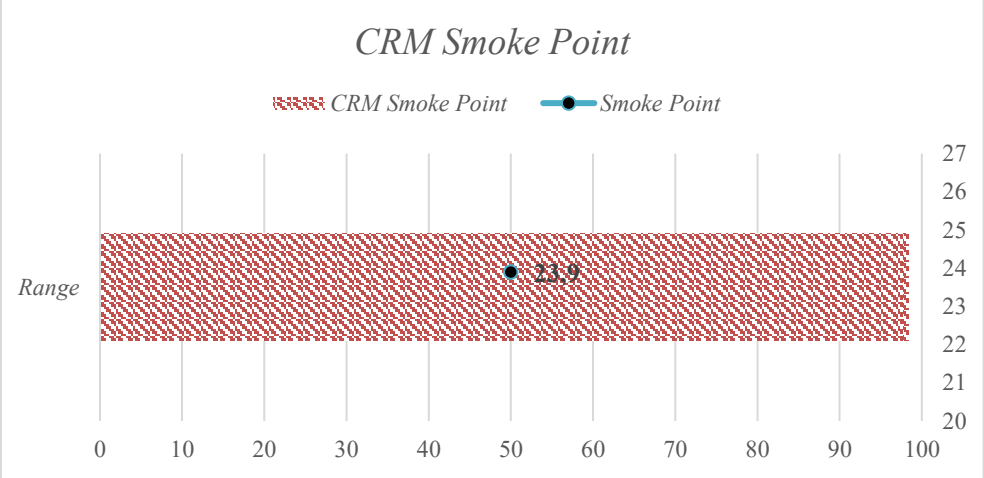
Pada sampel *Base Fluid*, *Avtur*, dan *Gasoil*, hasil uji *Doctor* semuanya negatif, mengonfirmasi tidak adanya sulfur aktif dalam jumlah yang mengganggu. Hal ini mencerminkan proses pemurnian yang efektif, meminimalkan potensi korosi pada peralatan dan mesin, serta mendukung keandalan kinerja produk. Kualitas ini juga menunjukkan kepatuhan terhadap standar sulfur rendah yang penting baik untuk efisiensi mesin maupun pengendalian emisi lingkungan.

J. *Smoke Point* (*ASTM* D-1322)

Titik Asap didefinisikan sebagai ketinggian maksimum nyala api dalam milimeter pada lampu uji standar di mana bahan bakar (biasanya minyak tanah atau *jet fuel*) terbakar tanpa menghasilkan asap yang terlihat. Metode ini mengukur kemampuan bahan bakar tersebut untuk menghasilkan nyala api bersih tanpa jelaga saat dibakar dengan sumbu standar (Fajriyani et al., 2024).

Berdasarkan *CRM Kerosine* (PN 99850-0) dari *Stanhope-Seta* , nilai *Smoke Point* tersertifikasi adalah 24,9 mm, sementara hasil uji laboratorium pada suhu ±24°C menghasilkan 24 mm. Perbedaan kecil ini menunjukkan akurasi pengujian dan kalibrasi instrumen yang baik. Nilai *Smoke Point* tersebut menandakan *kerosene* memiliki kualitas pembakaran tinggi dengan kecenderungan rendah menghasilkan asap atau jelaga. Setelah validasi metode, pengujian *Smoke Point* pada *Avtur* menunjukkan nilai 21,3 mm, yang masih memenuhi standar mutu *Avtur* dan menunjukkan performa pembakaran yang aman. Secara keseluruhan, hasil uji *ASTM* D-1322 pada kedua sampel memberikan indikasi keandalan data serta kesesuaian produk dengan persyaratan kualitas industri migas.

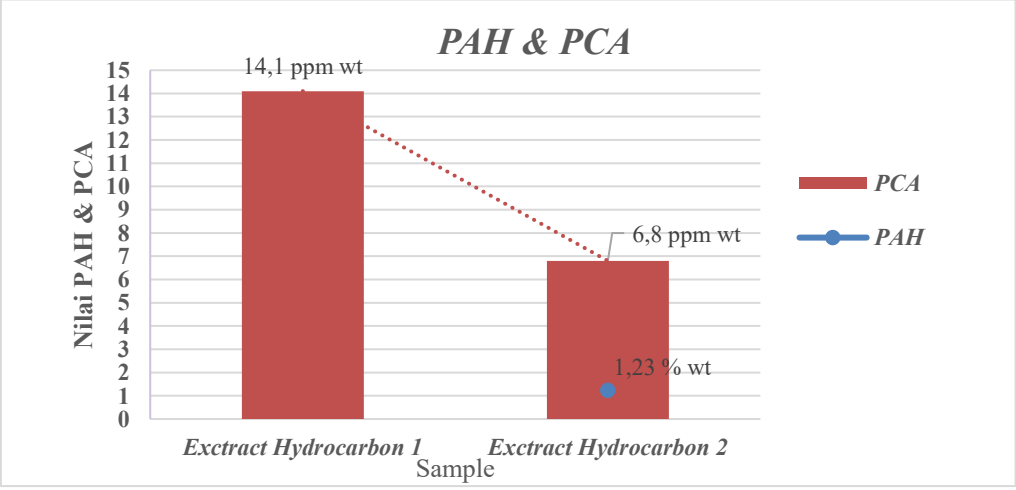
CRM Kerosine (PN 99850-0) memiliki nilai *Smoke Point* tersertifikasi 24,9 mm, dan hasil uji laboratorium menunjukkan 24 mm pada Gambar 8, menegaskan kualitas pembakaran yang baik dan rendahnya pembentukan asap. Sementara itu, *Avtur* memiliki *Smoke Point* 21,3 mm—sedikit lebih rendah karena fraksi hidrokarbonnya lebih ringan—namun masih sesuai standar mutu, sehingga tetap aman dan efektif digunakan dalam aplikasi penerbangan.



Gambar 8. Grafik Hasil *Smoke Point Sample* dan *CRM*

K. *PAH* (*GC-MS-SIM*)

GC-MS-SIM adalah metode analisis kualitatif dan kuantitatif untuk *PAH*, yaitu hidrokarbon aromatik polisiklik yang bersifat toksik dan berpotensi mencemari lingkungan. Teknik ini memisahkan senyawa melalui kromatografi gas, lalu mengidentifikasi massa molekulnya dengan spektrometri massa. Mode *Selected Ion Monitoring* memungkinkan deteksi *ion* spesifik dengan sensitivitas tinggi, sehingga *PAH* dapat dianalisis pada konsentrasi sangat rendah hingga level ng/mL (Petchkaew, 2015).



Gambar 9. Grafik Hasil *PAH* dan *PCA*

Dari gambar 9, kandungan *PAH* pada sampel *Extract Hydrocarbon* 2 tercatat 1,23 ppm, yang menunjukkan bahwa jumlah senyawa aromatik berat di dalamnya sangat rendah. Hal ini

menandakan proses pemurnian atau re-ekstraksi yang efektif dalam menghilangkan komponen *PAH* yang bersifat toksik serta berpotensi meningkatkan pembentukan jelaga saat pembakaran. Dengan kadar *PAH* yang rendah, *Extract Hydrocarbon* 2 dinilai lebih aman dan ramah lingkungan, serta sesuai digunakan pada aplikasi pelumas atau bahan kimia yang menerapkan persyaratan emisi dan keselamatan yang ketat. Secara keseluruhan, nilai ini mencerminkan kualitas produk yang baik dari sisi performa maupun kepatuhan terhadap standar lingkungan.

L. *Polycyclic Aromatic* (IP-346)

Uji *Polycyclic Aromatic* (IP-346) adalah metode gravimetri yang digunakan untuk mengetahui kadar senyawa aromatik polisiklik (*PCA*) (Carrillo et al., 2019) dalam *base oil* , di mana senyawa ini memiliki keterkaitan erat dengan potensi karsinogenik dan dampak lingkungan. Pada metode ini, sampel minyak diekstraksi menggunakan pelarut DMSO yang secara selektif menarik komponen aromatik berat dan senyawa polar lainnya. Residu hasil ekstraksi kemudian ditimbang dan dinyatakan sebagai persen berat *PCA* , sehingga mencerminkan tingkat kemurnian serta aspek keselamatan produk minyak bumi tersebut.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Extract Hydrocarbon* 1 memiliki kandungan *PCA* sebesar 14,1% berat, menandakan adanya fraksi aromatik berat yang cukup dominan dari *residu vacuum* dan perlu perhatian dalam hal toksisitas serta regulasi lingkungan. Sebaliknya, *Extract Hydrocarbon* 2 memiliki *PCA* 6,8% berat, secara signifikan lebih rendah dan menunjukkan keberhasilan proses pemurnian ulang dalam mengurangi komponen berisiko. Nilai *PCA* yang lebih rendah pada *Extract Hydrocarbon* 2 memperkuat kelayakannya untuk aplikasi industri yang menuntut standar keselamatan tinggi, emisi yang lebih rendah, dan performa operasi yang tetap optimal.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan kimia pada sampel turunan minyak bumi menggunakan metode standar *ASTM*/*API* , seluruh parameter penting seperti warna (*Saybolt* /*ASTM* Color) untuk melihat tingkat kemurnian visual, specific *gravity* yang mencerminkan karakter fraksi hidrokarbon, viskositas kinematik sebagai indikator performa aliran dan pelumasan, *Flash Point* terkait keamanan penanganan, profil distilasi yang menentukan volatilitas, serta *Sulfur Content* dan *Doctor* test yang berhubungan dengan emisi dan korosivitas, menunjukkan kualitas yang stabil dan memenuhi spesifikasi produk; ditambah analisis kandungan *PAH* dan *PCA* yang rendah pada sampel seperti *Extract Hydrocarbon* 2 memperkuat aspek keselamatan lingkungan. Kombinasi hasil tersebut memastikan bahwa produk seperti *Base Fluid*, *Avtur*, *Gasoil*, *Extract Hydrocarbon* 1 & *Extract Hydrocarbon* 2 layak digunakan pada aplikasi pelumas hingga bahan bakar dengan tuntutan ketahanan oksidatif, kontrol emisi, dan keandalan operas*ion* al, sehingga mendukung efisiensi proses sekaligus menjaga kepatuhan terhadap regulasi industri dan lingkungan.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Amalluddin, I., dkk. (2024). Koreksi termal pada pengujian massa jenis produk *petroleum* . Jurnal Teknologi Energi.
[2] *API* . (2024). *Petroleum* Industry *Standard*s and Regulatory Approaches.
[3] *API Standard*. (2015). *Standardization for the Petroleum Industry. American Petroleum Institute.*
[4] Ariyanti, R. (2023). Teknologi Pemurnian *Base oil* Parafin. Jurnal Kimia Industri.
[5] *ASTM* International (2015). *ASTM* D-156: *Standard Test Method for Saybolt Color of Petroleum Products.*

[6] *ASTM* International (2017). *ASTM* D-1298: *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.*
[7] *ASTM* (2023). Uji *Doctor* IP-30: *Standard Analytical Methods.*
[8] Bakkara, D. (2022). Prinsip pengujian sulfur aktif dalam fuel system. Jurnal Minyak dan Gas.
[9] BSN. (2024). *Implementasi Traceability* dan *CRM* pada laboratorium terakreditasi *ISO/IEC* 17025 di Indonesia.
[10] Carrillo, J. A., dkk. (2019). *Extraction Methodologies for Aromatics in Petroleum Products. Fuel Chemistry Journal.*
[11] Cut, F. (2022). Klasifikasi Kualitas Minyak Bumi Berdasarkan *API Gravity* dan Specific *Gravity*. Jurnal Minyak Bumi Indonesia.
[12] El-Shamy, S.A., dkk. (2016). *Saybolt Color Measurement Using Digital Tintometer. Journal of Petroleum Science.*
[13] Fajriyani, D., dkk. (2024). Validasi mutu laboratorium pengujian minyak dengan standar *ASTM* dan *API* . Jurnal Teknologi Energi Indonesia.
[14] Hariyadi, H. (2020). Struktur Kimia dan Klasifikasi Hidrokarbon Minyak Bumi. Jurnal Kimia Dasar.
[15] Kamilah Fikroh, S. (2022). Teori Pembentukan Minyak Bumi Secara Geologis. Jurnal Geologi Energi.
[16] Novandy, S. (2021). Evaluasi Volatilitas Solar B30 dengan Metode *ASTM* D86. Jurnal Energi Terbarukan.
[17] Petchkaew, K. (2015). *Quantitative Determination of PAHs in Fuels by LC-GC and GC-MS. Petroleum Analytical Science.*
[18] Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., & Crouch, S.R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry. Cengage Learning.*