

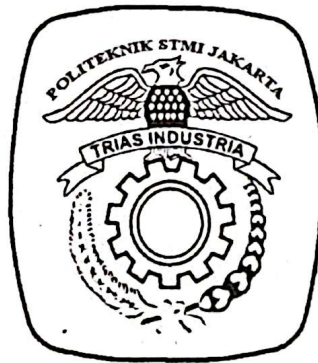
No. DOK: 5035

Copy : 1

D
665-53
Asi
A.

**LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN
ANALISIS FRAKSI TBP (*TRUE BOILING POINT*) PADA
MINYAK BUMI BERDASARKAN UJI SIFAT FISIKA
(9 Januari 2017 – 9 Februari 2017)**

Diajukan sebagai salah satu syarat akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta

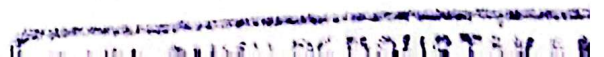


OLEH :

SRI AYU APRILYANTI ASIH	1513066
ANDINA CHOIRUNNISA	1513069

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

2017



**LEMBAR PENGESAHAN
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

JUDUL PENELITIAN

**ANALISIS FRAKSI TBP (TRUE BOILING POINT) PADA
MINYAK BUMI BERDASARKAN UJI SIFAT FISIKA**

DISUSUN OLEH :

**NAMA : SRI AYU APRILIYANTI ASIH
ANDINA CHOIRUNNISA**

**NIM : 1513066
1513069**

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat akademik Program Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

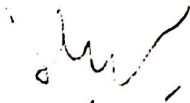
Jakarta, 26 September :

Penguji I



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing I



Sakri Widhianto, S.Teks, MM.
NIP. 195303171978031001

Penguji II



Syaiful Ahsan, ST, MT
NIP. 198407162014021001

Dosen Pembimbing II



Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng
NIP. 195609101984032002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL PENELITIAN

ANALISA FRAKSI TBP (TRUE BOILING POINT) PADA
MINYAK BUMI BERDASARKAN UJI SIFAT FISIKA

DISUSUN OLEH :

NAMA : SRI AYU APRILYANTI ASIH
ANDINA CHOIRUNNISA

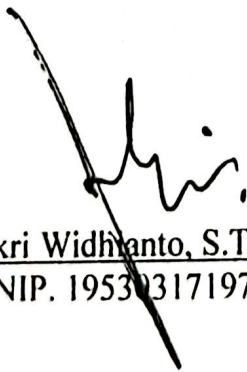
NIM : 1513066
1513069

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat akademik Program Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, 29 Agustus 20

Dosen Pembimbing 1



Sakri Widhyanto, S.Teks, MM.
NIP. 195303171978031001

Dosen Pembimbing 2



Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng
NIP. 090015198

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

**POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN
PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG

JUDUL PENELITIAN:

ANALISIS FRAKSI TBP (*TRUE BOILING POINT*) PADA MINYAK
BUMI BERDASARKAN UJI SIFAT FISIKA

DISUSUN OLEH :

NAMA : 1. SRI AYU APRILIYANTI ASIH
2. ANDINA CHOIRUNNISA

NIM : 1. 1513066
2. 1513069

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Penelitian Program Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Sabtu, 25
November 2017.

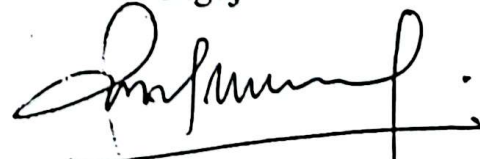
Jakarta, November 2017

Penguji I



Ir. Roosmariharso, MBA.
NIP. 195405231980031004

Penguji II



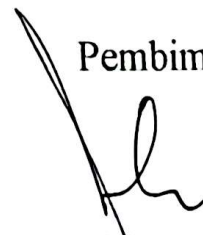
Ir. Parulian Leonard M, MM
NIP.195702141985031002

Penguji III



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 1992100120140022001

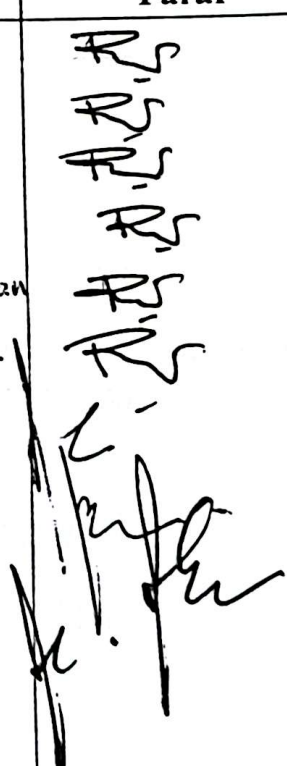
Pembimbing



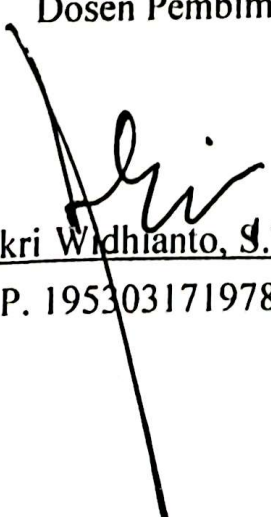
Sakri Widhiyanto, S.Teks, M.M
NIP. 195303171978031001

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

Nama : Sri Ayu Apriliyanti Asih / Andina Choirunnisa
 NIM : 1513066 / 1513069
 Judul TA Penelitian : Analisa Fraksi TBP Minyak Bumi Berdasarkan Uji Sifat Fisika
 Pembimbing : Sakri Widhianto, S.Teks, MM & Ir. Rochmi Widjanti, M. Eng

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
18-7-2017		Pembahasan tujuan dan rumusan masalah serta daftar pustaka	
27-7-2017	BAB I	Memberikan bab I	
28-7-2017	BAB I & II	Pembahasan bab I dan pembertan memberikan bab II	
31-7-2017	BAB II & III	Pembahasan bab II dan memberikan bab III	
7-8-2017	BAB III & IV	Pembahasan bab III dan memberikan bab IV	
9-8-2017	BAB IV	Pembahasan bab IV dan abstrak	
14-8-2017		Pengerahan laporan	
22-8-2017	BAB I & II	Perbaikan bab I & II	
25-8-2017	BAB III & IV	Perbaikan bab III & IV	
29-8-2017	BAB V & ABSTRAK	Perbaikan bab V & abstrak	


Dosen Pembimbing 1


Sakri Widhianto, S.Teks, MM.
 NIP. 195303171978031001

Dosen Pembimbing 2


Ir. Rochmi Widjanti, M. Eng
 NIP. 090015198

Menyetujui
 Ketua Program Studi
 Teknik Kimia Polimer



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN

ANALISA FRAKSI TBP (*TRUE BOILING POINT*) PADA
MINYAK BUMI BERDASARKAN UJI SIFAT FISIKA

DISUSUN OLEH :

NAMA : SRI AYU APRILIYANTI ASIH
ANDINA CHOIRUNNISA

NIM : 1513066
1513069

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, April 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing



Ir. Cahya Nugraha

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Sri Ayu Apriliyanti Asih

NIM : 1513069

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagianbagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, 30 Agustus 2017

Yang Membuat Pernyataan



Sri Ayu Apriliyanti Asih

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Andina Choirunnisa

NIM : 1513069

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagianbagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, 30 Agustus 2017

Yang Membuat Pernyataan



Andina Choirunnisa

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir Penelitian di Laboratorium Uji Sifat Fisika Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) “LEMIGAS” ini dapat diselesaikan pada waktunya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat akademik di Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Kementerian Perindustrian R.I. Jakarta. Diharapkan hasil laporan ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan pemahaman bagi dunia pendidikan dan masyarakat umumnya.

Penyusun menyadari laporan ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada

1. Dr. Mustofa S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Kementerian Perindustrian R.I. Jakarta.
2. Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Kementerian Perindustrian R.I. Jakarta.
3. Fitria Ika Aryanti, M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Kementerian Perindustrian R.I. Jakarta.
4. Sakri Widhianto, S. Teks, MM. selaku dosen pembimbing penelitian yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan masukan.
5. Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng. selaku asisten dosen pembimbing penelitian yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan masukan.
6. Bapak Ibu Dosen Politeknik STMI Jakarta.
7. Ir. Cahya Nugraha selaku Kepala Kelompok Separasi serta pembimbing di Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) “LEMIGAS” yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan saran selama melaksanakan penelitian.

8. Dessy Yulia, S. Si. selaku Kepala Laboratorium Sifat Fisika di Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) “LEMIGAS”
9. Karyawan Laboratorium Uji Sifat Fisika Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) “LEMIGAS” yang telah membantu kami dalam melaksanakan penelitian.
10. Orang tua yang telah memberikan doa, dukungan baik materi maupun motivasi, perhatian serta kasih sayang yang tulus.
11. Teman – teman Jurusan Teknik Kimia Polimer angkatan 2013 Politeknik STMI Jakarta.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar penyusun dapat lebih baik lagi di masa yang akan datang. Akhir kata, penyusun berharap selesainya laporan ini dapat memberikan banyak manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Jakarta, April 2017

Penyusun

ABSTRAK

Minyak bumi di Indonesia memiliki berbagai sumber kilang minyak yang bervariasi komposisi dan menghasilkan banyak produk. Oleh karena itu sebelum diolah menjadi produk perlu dilakukan uji sifat fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisika tiga jenis sampel yang berbeda. Pengujian ini menggunakan tiga sampel yaitu sampel A, B dan C. Ketiga sampel dilakukan pengujian sifat fisika sebanyak 13 parameter yaitu *kinematic viscosity*, *pour point*, *flash point* "Abel", *Reid vapour pressure*, *wax content*, *congealing point*, *conradson carbon residu*, *ASTM color*, *flash point* "PMCC", *distilasi*, *smoke point*, *cooper strip test*, dan *aniline point*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel A memiliki viskositas yang tinggi, memiliki banyak fraksi berat, sedikit kandungan parafin, tidak ada kandungan karbon, tidak begitu banyak mengandung senyawa aromatik. Sampel B memiliki kekentalan yang tidak terlalu tinggi, fraksi berat yang terkandung juga tidak terlalu banyak, mengandung banyak senyawa parafin, tidak terlalu banyak mengandung senyawa aromatik. Sampel C memiliki viskositas yang rendah, memiliki sedikit fraksi berat, memiliki kandungan aromatik yang tinggi. Hasil dari tiga sampel tersebut menunjukkan bahwa sampel A dan B memiliki sifat-sifat fisika yang dominan produk gas oil, sedangkan sampel C memiliki sifat-sifat fisika yang dominan produk untuk menghasilkan kerosin.

Kata kunci : Gas Oil, Kerosin, Fraksi TBP, Minyak Bumi, dan Uji Sifat Fisika

DAFTAR ISI

ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pengertian Minyak Bumi	4
2.2. Komposisi Minyak Bumi	4
2.3. Proses Pemisahan	5
2.4. Produk-produk Minyak Bumi	7
2.5. Analisa Yang Dilakukan	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Variabel	20
3.4. Prosedur Penelitian.....	21
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Sifat-sifat Fisika Fraksi Minyak Bumi	39
4.1.1. Viskositas Kinematik.....	39
4.1.2. <i>Pour Point</i>	40
4.1.3. <i>Flash Point</i> “Abel”	41

4.1.4.	<i>Reid Vapour Pressure (RVP)</i>	42
4.1.5.	<i>Wax Content</i>	42
4.1.6.	<i>Congealing Point</i>	43
4.1.7.	<i>Conradson Carbon Residue (CCR)</i>	43
4.1.8.	<i>ASTM Color</i>	44
4.1.9.	<i>Flash Point “PMCC”</i>	44
4.1.10.	<i>Distilasi</i>	45
4.1.11.	<i>Smoke Point</i>	47
4.1.12.	<i>Copper Strip</i>	47
4.1.13.	<i>Aniline Point</i>	48
4.2.	Pengaruh Sifat-sifat Fisik Minyak Bumi terhadap Produk yang Dihasilkan	49
BAB V PENUTUP		58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		xvi
LAMPIRAN		A

DAFTAR TABEL

Tabel II.1.	Kandungan Dalam Minyak Bumi.....	5
Tabel II.2.	Karakteristik Gasolin.....	8
Tabel II.3.	Karakteristik Kerosin.....	9
Tabel II.4.	Karakteristik Gas Oil.....	9
Tabel II.5.	Karakteristik Heavy Destilasi.....	10
Tabel IV.1.	Data Hasil Uji Viskositas Kinematik.....	39
Tabel IV.2.	Data Hasil Uji Titik Tuang	40
Tabel IV.3.	Data Hasil Uji <i>Flash Point</i> “Abel”	41
Tabel IV.4.	Data Hasil Uji RVP.....	42
Tabel IV.5.	Data Hasil Uji <i>Wax Content</i>	42
Tabel IV.6.	Data Hasil Uji <i>Congearing Point</i>	43
Tabel IV.7.	Data Hasil Uji CCR	43
Tabel IV.8.	Data Hasil Uji <i>ASTM Color</i>	44
Tabel IV.9.	Data Hasil Uji <i>Flash Point</i> “PMCC”	45
Tabel IV.10.	Data Hasil Uji Distilasi Sampel A	45
Tabel IV.11.	Data Hasil Uji Distilasi Sampel B	46
Tabel IV.12.	Data Hasil Uji Distilasi Sampel C	46
Tabel IV.13.	Data Hasil Uji <i>Smoke Point</i>	47
Tabel IV.14.	Data Hasil Uji <i>Copper Strip</i>	48
Tabel IV.15.	Data Hasil Uji <i>Anilin Point</i>	49
Tabel IV.16.	Perbandingan Hasil Viskositas Kinematik dengan Produk Gas Oil dan Heavy	49
Tabel IV.17.	Perbandingan Hasil Pour Point dengan Produk Gas Oil dan Heavy	50
Tabel IV.18.	Perbandingan Hasil Flash Point dengan Produk Kerosin, Gas Oil dan Heavy	50
Tabel IV.19.	Perbandingan Hasil RVP dengan Produk Gasolin.....	51

Tabel IV.20. Perbandingan Hasil CCR dengan Produk Gas Oil dan Heavy	51
Tabel IV.21. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel A dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	51
Tabel IV.22. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel B dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	52
Tabel IV.23. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel B dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	52
Tabel IV.24. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel C dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	52
Tabel IV.25. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel C dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	53
Tabel IV.26. Perbandingan Hasil Smoke Point dengan Produk Kerosin.....	53
Tabel IV.27. Perbandingan Hasil Copper Strip dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil.....	53
Tabel IV.28. Identifikasi sampel A, B, C.....	57

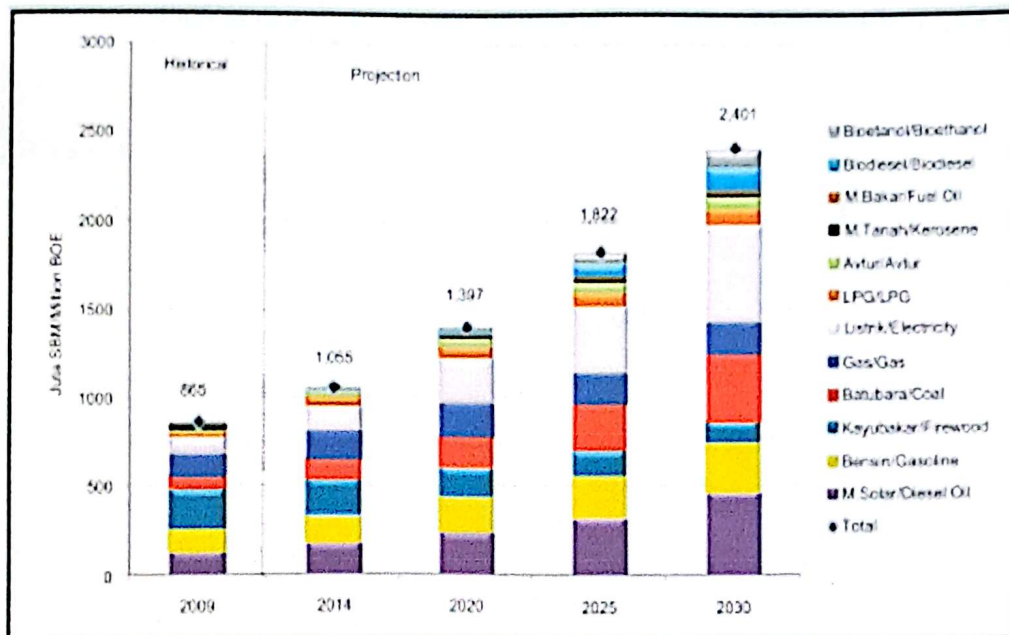
BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, potensi sumber daya minyak dan gas bumi Indonesia masih cukup besar untuk dikembangkan terutama di daerah-daerah terpencil, laut dalam, sumur-sumur tua dan kawasan Indonesia Timur yang relatif belum dieksplorasi secara intensif. Sumber-sumber minyak dan gas bumi dengan tingkat kesulitan eksplorasi terendah praktis kini telah habis dieksploitasi dan menyisakan tingkat kesulitan yang lebih tinggi [1].

Minyak bumi yang dihasilkan dari berbagai formasi batuan reservoir, melalui penyelidikan-penyelidikan diketahui memiliki perbedaan dalam hal komposisinya. Selain daripada itu minyak bumi dari setiap formasi pun mempunyai sifat-sifat karakteristik sendiri. Hasil-hasil analisa tentang spesifik *gravity*, API *gravity*, *persentase volume residu*, kandungan sulfur unsur-unsur logam, karbon residu dari residu dan analisa fraksi tipe hidrokarbon pada 300°C, biasanya dapat dipergunakan sebagai kriteria dalam mengelompokkan minyak bumi yang dihasilkan dari setiap formasi. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa komposisi atau sifat-sifat dari minyak bumi itu mempunyai hubungan yang erat dengan stratigrafi atau geologi dari daerah mana minyak bumi itu dihasilkan [2].

Proyeksi kebutuhan energi hingga tahun 2030 dengan mengacu pada data statistik menunjukkan adanya kenaikan kebutuhan energi (Gambar 1.1.) [3]. Oleh karena itu, minyak Indonesia harus terus dilakukan analisa untuk mengetahui kualitas dari minyak tersebut. Pada penelitian ini dilakukan analisa minyak di Indonesia untuk mengetahui sifat-sifat dari minyak tersebut. Dari analisa dan uraian di atas penulis mengambil judul penelitian "Analisis Fraksi TBP (*True Boiling Point*) Pada Minyak Bumi Berdasarkan Uji Sifat Fisika".



Gambar I. 1. Proyeksi Total Kebutuhan Energi Final Menurut Jenis Bahan Bakar (Outlook Energi Indonesia 2011, BPPT – 2011)

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- bagaimana sifat – sifat fisika yang dimiliki dari sampel fraksi *crude oil*?
- apa kandungan dominan pada tiga sampel fraksi TBP (*True Boiling Point*) minyak bumi?

1.3. Batasan Masalah

Analisa laboratorium dilakukan pada karakteristik sifat fisika (*kinematic viscosity, pour point, flash point “Abel”, reid vapour pressure, wax content, congealing point, conradson carbon residu, ASTM color, flash point “PMCC”, distilasi, smoke point, cooper strip test, dan aniline point*). Produk yang dianalisa yaitu gasolin, kerosin, gas oil dan *heavy oil*.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- mengetahui sifat – sifat fisika yang dimiliki dari sampel fraksi *crude oil*.

- b. mengidentifikasi kandungan dominan pada tiga sampel fraksi TBP (*True Boiling Point*) minyak bumi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai dasar untuk membuat suatu produk minyak bumi yang akan dihasilkan nantinya.

1.6. Sistematika Penulisan

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Didalamnya terdapat lima bab yang masing-masing berkaitan erat. Adapun susunan kelima bab tersebut sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang diadakannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai teori tentang fraksi minyak bumi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang persiapan penelitian, prosedur penelitian, serta alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan terhadap hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Minyak Bumi

Minyak bumi (bahasa Inggris : petroleum, dari bahasa latin petrus – karang dan oleum – minyak), disebut juga sebagai emas hitam, adalah cairan kental, coklat gelap, atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Komponen kimia dari minyak bumi dipisahkan oleh proses distilasi, yang kemudian setelah diolah lagi menjadi minyak tanah, bensin, lilin, aspal, dan lain-lain. Minyak bumi terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon, sebagian besar seri alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya [1].

Minyak bumi adalah produk akhir dari suatu rangkaian proses kimia panjang (jutaan tahun) yang diawali dari proses terawetkannya material organik berupa molekul makro (kerogen) menjadi fluida cair dan gas di dalam bumi. Struktur molekul minyak bumi sebagian besar masih mencerminkan struktur molekul material organik pembentuknya yang sedikit mengalami perubahan gugus fungsi seperti hilangnya ikatan rangkap, terbentuknya lingkaran organik dan lain-lain [1].

2.2. Komposisi Minyak Bumi

Minyak bumi atau minyak mentah (*crude oil*) menurut Muhtar (2001) merupakan campuran yang kompleks dari senyawaan kimia, yang terdiri dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), sulfur (S), oksigen (O), nitrogen (N) dan logam (Cu, Fe, Ni dan lain-lain). Senyawa yang hanya terdiri dari unsur karbon dan hidrogen dikelompokkan sebagai senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon diklasifikasikan atas hidrokarbon parafin, olefin, nafta dan aromatik. Sedangkan senyawa campuran antara unsur karbon, hidrogen dan salah satu unsur atau lebih dari sulfur, oksigen,

nitrogen dan logam dikelompokkan sebagai senyawa non hidrokarbon [4].

Tabel II.1. Kandungan Dalam Minyak Bumi

Unsur	% Berat
Carbon (C)	82,2 – 87,1
Hidrogen (H)	11,7 – 14,7
Sulfur (S)	0,1 – 5,5
Nitrogen (N)	0,1 – 7,4
Mineral	0,1 – 1,2

2.3. Proses Pemisahan

Unit operasi yang digunakan dalam penyulingan minyak biasanya sederhana tetapi yang kompleks adalah interkoneksi dan interaksinya. Proses pemisahan tersebut adalah :

2.3.1. Absorpsi

Absorpsi merupakan salah satu proses separasi dalam industri kimia dimana dalam suatu campuran gas dikontakkan dengan suatu cairan penyerap tertentu sehingga satu atau lebih komponen gas tersebut larut dalam cairan [5].

Umumnya digunakan untuk memisahkan zat yang bertitik didih tinggi dengan gas. Minyak gas digunakan untuk menyerap gasolin alami dari gas-gas basah. Gas-gas dikeluarkan dari tangki penyimpanan gas sebagai hasil dari pemanasan matahari yang kemudian diserap ulang oleh tanaman. *Steam stripping* pada umumnya digunakan untuk mengabsorpsi hidrokarbon fraksi ringan dan memperbaiki kapasitas absorpsi minyak gas.

Proses ini dilakukan terutama dalam hal-hal sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan fraksi-fraksi gasolin alami yang dapat dicampurkan pada bensin.
- Untuk pemisahan gas-gas rekahan dalam suatu fraksi yang sangat ringan (misalnya fraksi yang terdiri dari zat hidrogen, metana, etana) dan fraksi yang lebih berat yaitu yang mempunyai komponen-komponen yang lebih tinggi.
- Untuk menghasilkan bensin-bensin yang dapat dipakai dari berbagai gas ampas dari suatu instalasi penghalus [6].

2.3.2. Adsorpsi

Proses adsorpsi digunakan untuk memperoleh material berat dari gas. Pemakaian terpenting proses adsorpsi pada perindustrian minyak adalah :

- Untuk mendapatkan bagian-bagian berisi bensin (*natural gasoline*) dari gas-gas bumi, dalam hal ini digunakan arang aktif.
- Untuk menghilangkan bagian-bagian yang memberikan warna dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki dari minyak, digunakan tanah liat untuk menghilangkan warna dan *bauxiet* (biji oksida-aluminium) [6].

2.3.3. Filtrasi

Filtrasi digunakan untuk memindahkan endapan lilin dari lilin yang mengandung distilat. Filtrasi dengan tanah liat digunakan untuk dekolorisasi fraksi [6].

2.3.4. Kristalisasi

Sebelum difiltrasi lilin harus dikristalisasi untuk menyesuaikan ukuran kristal dengan *cooling* dan *stirring*. Lilin yang tidak diinginkan, dipindahkan dan menjadi lilin mikrokristalin yang diperdagangkan [6].

2.3.5. Ekstraksi

Ekstraksi dapat didefinisikan sebagai proses pemisahan satu atau lebih komponen dari satu fase ke fase lainnya. Namun dibalik definisi sederhana ini tersimpan kerumitan yang cukup besar yaitu pemisahan berkebalikan dengan intuisi termodinamik, karena entropi diperoleh melalui pencampuran, bukan pemisahan. Metode ekstraksi dikembangkan berdasarkan perpindahan menuju kesetimbangan, sehingga kinetika perpindahan massa tidak dapat diabaikan [7]. Pengerjaan ini didasarkan pada pembagian dari suatu bahan tertentu dalam dua bagian yang mempunyai sifat dapat larut yang berbeda [6].

2.3.6. Distilasi

Distilasi proses penyulingan berdasarkan perbedaan titik didih. Proses ini berlangsung dikolom distilasi atmosferik dan kolom distilasi vakum [8].

Metoda uji distilasi TBP lebih banyak digunakan oleh para ahli sebagai data proses desain kilang dan tolok ukur mutu minyak bumi, karena memiliki tingkat pemisahan dan pemotongan suhu yang lebih akurat dibandingkan metoda uji distilasi ASTM. Namun distilasi TBP jarang dilakukan di laboratorium karena membutuhkan biaya relatif mahal dan waktu distilasi yang cukup lama. Distilasi TBP sedikitnya membutuhkan waktu 48 jam, untuk mendapatkan hasil data distribusi titik didih minyak bumi. Sementara itu, untuk analisis data rutin di kilang harus dilakukan secara cepat, karena proses di kilang minyak bersifat kontinu. Sementara itu distilasi TBP adalah metoda uji distilasi untuk memisahkan fraksi minyak bumi dan menentukan distribusi titik didih minyak bumi [9].

Bensin, kerosin dan minyak gas biasanya disuling pada tekanan atmosfer, fraksi-fraksi minyak pelumas akan mencapai suhu yang lebih tinggi dimana zat-zat hidrokarbon mulai terurai (biasanya kira-kira antara suhu 375 - 400°C). Karena itu lebih baik jika minyak pelumas disuling dengan tekanan yang diturunkan. Pengurangan tekanan diperoleh dengan menggunakan sebuah pompa vakum (*vacuum pump*) [6].

2.4. Produk-produk Minyak Bumi

2.4.1. Gasolin

Gasolin adalah hidrokarbon yang mempunyai jarak titik didih 40 – 150°C, terdiri dari senyawa hidrokarbon mulai dari C₄ – C₁₁. Gasolin dipanaskan dari komponen:

1. Bensin reformat.
2. Butan.
3. Aditif, contohnya *tetra ethyl lead* (TEL).

Kegunaan gasolin yaitu :

- Untuk bahan bakar pesawat terbang *aviation gasoline*.
- Sebagai bahan bakar motor yang mempunyai mesin pembakaran dalam (*internal combustion engines*) atau bensin [10]. Berikut merupakan karakteristik gasolin :

Tabel II.2. Karakteristik Gasolin

No	Sifat-sifat	Satuan	Batasan spesifikasi	
			Min	Maks
1	Distilasi:			
	10%vol	°C	-	70
	50%vol	°C	77	110
	90%vol	°C	-	180
	<i>End Point</i> (FBP)	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2
2	Tekanan Uap Reid	Psi	6,53	8,70
3	<i>Copper Strip Corrosion</i> (3hr/50°C)	ASTM No	-	1

(Sumber : SK Migas No. 3674 K/24/DJM/2006)

2.4.2. Nafta

Nafta adalah material yang memiliki titik didih antara gasolin dan kerosin.

Beberapa nafta digunakan sebagai:

- Pelarut *dry cleaning* (pencuci)
- Pelarut karet
- Dalam kemileteran digunakan sebagai bahan bakar jet dikenanl sebagai jP-4 [6].

2.4.3. Kerosin (Minyak Tanah)

Minyak tanah adalah salah satu fraksi lurus yang dihasilkan dari penyulingan minyak mentah antara 205 - 260°C. Fraksi ini memiliki titik nyala dan titik didih sekitar 25°C dan 150 - 300°C, masing-masing umumnya digunakan sebagai bahan bakar dan pemanas. Komponen utama minyak tanah adalah parafin, sikloalkana (*naphtha*) dan senyawa aromatik, dimana parafin adalah komposisi tertinggi. Komposisi analisis akhir minyak tanah adalah 84,3% berat karbon, 14,2% berat hidrogen, dan sisanya adalah sulfur dan nitrogen [11]. Berikut adalah karakteristik kerosin :

Tabel II.3. Karakteristik Kerosin

No	Sifat-Sifat	Satuan	Batas Spesifikasi	
			Min	Maks
1	<i>Smoke Point</i>	Mm	15	-
2	<i>Destilation :</i>			
	<i>End Point</i>	°C	-	310
3	<i>Flash Point</i> Abel	°C	38,0	-
4	<i>Copper Strip Corrosion</i> (3hr/50°C)	ASTM No	-	1

(Sumber: SK Dirjen Migas No. 17K/DDJM/1999)

2.4.4. Gas Oil

Gas oil sebenarnya adalah istilah yang menyatakan fraksi minyak bumi dengan titik didih antara kerosin dan pelumas, dan tidak dapat ditentukan batasnya. Untuk mendapatkan komponen gasoil dengan cara:

1. Penyulingan minyak bumi.
2. Penyulingan hampel dengan sisa penyulingan diatas.
3. Proses perengkahan (*catalytic cracking*).

Kegunaan gas oil :

- Sebagai bahan bakar motor diesel putaran cepat, misalnya mobil diesel.
- Sebagai pelarut minyak-minyak bakar (*fuel oil*) [10].

Karakteristik gasoil :

Tabel II.4. Karakteristik Gas Oil

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Maks
1	Viskositas 100°F	cSt	2,0	4,5
2	Destilasi			
	T90	°C	-	340
	T95	°C	-	360
	<i>End Point</i> (TBP)	°C	-	370
3	Titik Nyala	°C	55	-
4	Titik Tuang	°C	-	18
5	Residu Karbon	% wt	-	0,30
6	<i>Copper Strip Corrosion</i>	ASTM No	-	1

(Sumber: SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006)

2.4.5. Heavy Distilats

Heavy *distilate* merupakan komponen dengan berat molekul tinggi. Fraksi ini biasanya dirubah menjadi minyak pelumas (*lubricant oils*), minyak dengan berat jenis tinggi dari bahan bakar (*heavy oil*), lilin dan *stock cracking* [6]. Berikut adalah karakteristik *heavy* destilasi:

Tabel II.5. Karakteristik *Heavy* Destilasi

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Maks
1	<i>Kinematic Viscosity</i> 210°F	cSt	6,0	55,0
2	<i>Flash Point</i>	°C	60	-
3	<i>Pour Point</i>	°C	-	30
4	Karbon Residu	%wt	-	22

(Sumber: <https://www.slideshare.net/mobile/alitaufigh1/bahan-bakar-diesel>)

2.4.6. Residu

Residu minyak bumi merupakan produk samping kilang minyak yang murah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Komposisi residu dipengaruhi oleh jenis minyak dan jenis proses pemurnian (*refinery*) yang digunakan. Residu sendiri mengandung komponen nafta, aromatik, dan hidrokarbon tak jenuh [12].

2.5. Analisa Yang Dilakukan

Sifat fisika analisa minyak bumi seperti kandungan karbon, hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen merupakan metode awal untuk menguji sifat umum minyak bumi [13]. Berikut adalah uji yang dilakukan :

2.5.1. Viskositas Kinematik

Viskositas menunjukkan tingkat kekentalan dari bahan bakar cair. Viskositas merupakan karakteristik bahan bakar cair yang sangat penting dalam proses pembakaran. Sebagai pelumas, oli mempunyai beberapa persyaratan dalam pemakaian yaitu viskositas yang sesuai, indeks viskositas yang relatif rendah, ketahanan terhadap pembentukan karbon dan oksidasi serta ketahanan terhadap tekanan [14].

2.5.2. *Pour Point*

Nyala api (*fire point*) adalah temperatur di atas permukaan fluida pada waktu uap yang keluar akan terbakar secara kontinyu bila nyala api didekatkan padanya [14].

2.5.3. *Flash Point* “Abel”

Uji titik nyala dilakukan untuk mengetahui suhu awal bahan bakar saat pertama kali menyala. Uji titik nyala akan mempengaruhi kualitas penyalaan bahan bakar dalam ruang bakar mesin [15]. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan dalam proses penanganan, penyimpanan, dan pengangkutan karena dapat mengurangi resiko penyalaan. Apabila titik nyala rendah mengakibatkan bahan bakar tersebut mudah terbakar dalam penyimpanannya [16].

2.5.4. *Reid Vapour Pressure* (RVP)

Tekanan uap *reid* adalah tekanan mutlak pada 37,8°C (100°F). Uji RVP bertujuan untuk mengetahui tekanan uap minyak bumi sehingga bisa diketahui tipe tangki penyimpanan minyak yang digunakan dan keamanan dalam pengangkutan bahan bakar minyak [17].

2.5.5. *Wax Content*

Konten lilin (parafin) merupakan karakteristik penting yang dapat mempengaruhi sifat fisik minyak mentah dari minyak bumi. Dengan demikian, mengukur kandungan lilin sudah menjadi rutinitas persyaratan analitis untuk pengendalian mutu produk [10].

2.5.6. *Congealing Point*

Prosedur ini mengukur suhu dimana sampel didinginkan sehingga tidak mengalir. Pada suhu itu lilin bisa menyala atau dekat dengan *solid state* atau mungkin semi padat [10].

2.5.7. *Conradson Carbon Residue* (CCR)

Sisa karbon conradson adalah nilai karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas dan jumlah trigliserida. Kandungan sisa karbon yang tinggi akan merugikan

jika diaplikasikan pada mesin karena akan menghambat pengoperasian mesin dan merusak semua bagian pipa injeksi bahan bakar [16].

Residu karbon merupakan ukuran terbentuknya sisa karbon dari bahan bakar. Sisa karbon yang terbentuk harus dihindari sekecil mungkin karena arang atau karbon tersebut akan tetap membara meskipun mesin sudah dimatikan dan juga terbentuk sisa karbon secara terus menerus [18].

2.5.8. ASTM *Color*

Metode pengujian ini meliputi penentuan visual warna berbagai macam produk minyak bumi seperti pelumas, minyak pemanas, dan minyak solar [19]. Penentuan warna produk minyak bumi digunakan terutama untuk tujuan pengendalian manufaktur dan merupakan karakteristik kualitas penting karena warna mudah diamati oleh pengguna produk. Dalam beberapa kasus warnanya dapat berfungsi sebagai indikasi tingkat penyempurnaan bahan [10].

2.5.9. *Flash Point* “PMCC”

Titik nyala (*flash point*) dari suatu cairan bahan bakar adalah temperatur minimum fluida pada waktu uap yang keluar dari permukaan fluida langsung akan terbakar dengan sendirinya oleh udara di sekelilingnya disertai kilatan cahaya [14].

2.5.10. Distilasi

Metode dasar distilasi untuk menentukan titik didih berbagai produk minyak bumi telah digunakan sejak awal industri perminyakan. Metode penyulingan, uji metode D 86 adalah salah satu metode tertua di bawah Yurisdiksi Komite ASTM D02. Karakteristik distilasi hidrokarbon memiliki efek penting pada keselamatan dan kinerja mereka, terutama dalam kasus bahan bakar dan pelarut. Rentang titik didih memberikan informasi tentang komposisi, sifat, dan perilaku bahan bakar selama penyimpanan dan penggunaan [10].

2.5.11. *Smoke Point*

Titik asap (*smoke point*) didefinisikan sebagai tinggi nyala maksimum dalam milimeter dimana kerosin terbakar tanpa timbul asap apabila ditentukan dalam alat uji baku pada kondisi tertentu [10].

2.5.12. *Copper Strip*

Tes ini dilakukan untuk mengukur pengaruh bahan bakar terhadap tingkat korosi tembaga [16]. Korosi pada tembaga menandakan adanya unsur belerang yang terdapat di dalam bahan bakar tersebut [17].

2.5.13. *Anilin Point*

Titik anilin (atau campuran anilin) membantu dalam karakterisasi dari hidrokarbon murni dan dalam campurannya. Aromatik menunjukkan yang terendah dan parafin nilai tertinggi. Pada rangkaian homolog titik anilin meningkat dengan peningkatan berat molekul. Pengukuran titik anilin paling sering digunakan untuk memperkirakan kandungan aromatik campuran [10].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada :

Perusahaan : Pusat Penelitian dan Pengembangan Minyak dan Gas Bumi
LEMIGAS.
Alamat : Jalan Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama.
Waktu : 9 Januari 2017 s.d. 9 Februari 2017
Lokasi : Laboratorium Uji Sifat Fisika

3.2. Alat dan Bahan

a. *Kinematic Viscosity*

Alat :

- *Kinematic viscosity bath* VB-M6P ASTM D. 445 220 volt
- Termometer batang
- Kapiler viskometer 125 ml ASTM-IP
- *Stopwatch*

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 - 250, 150 - 300, 180 - 350, 250 - 350, 350 - EP (520°C), Rsd > 350°C, Rsd > EP (520°C)
- Sampel fraksi nomor B potongan 180 - 250, 150 - 300, 180 - 350, 250 - 350, 350 - EP (520°C), Rsd > 350°C
- Sampel fraksi nomor C potongan 180 - 250, 150 - 300, fraksi > 300°C

b. *Pour Point*

Alat :

- Tabung uji
- Termometer batang

- Bak pendingin
- Gabus
- Jaket
- Gasket
- *Cork* gabus

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 - 350, 250 - 350, 350 - EP (520°C), Rsd > 350°C, Rsd > EP (520°C)
- Sampel fraksi B potongan 180 - 350, 250 - 350, 350 - EP (520°C), Rsd > 350°C, Rsd > EP (520°C)
- Sampel fraksi C potongan fraksi > 300°C

c. *Flash Point* “Abel”

Alat :

- Peralatan *flash point* “Abel” (IP. 170)
- Termometer batang
- Sumber nyala
- *Freezer* (alat pendingin)

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 - 250, 150 – 300
- Sampel fraksi B potongan 180 - 250, 150 – 300
- Sampel fraksi C potongan 100 – 180, 180 - 250, 150 – 300
- LPG

d. *Reid Vapoure Pressure* di 100°F

Alat :

- *Bomb* sampel
- Bejana uap
- Bak air
- Set alat RVP ASTM D. 323-08

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan $C_5 - 100$
- Sampel fraksi B potongan $C_5 - 80, C_5 - 100$
- Sampel fraksi C potongan $C_5 - 80, C_5 - 100$

e. *Wax Content*

Alat :

- Kondensor
- Refluks ekstraktor
- Labu conial
- Corong penyaring
- Kertas saring
- Timbangan metler toledo
- Tabung silinder
- Batang pengaduk
- Desikator
- Alat vakum
- Pipet
- Alat pendingin
- *Heater*
- Oven

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 350 - EP (520°C)
- Sampel fraksi B potongan 350 - EP (520°C)
- n-heptan
- asam sulfat
- aquadest
- etanol
- dietil eter

- dry ice
- aseton
- benzene

f. *Congealing Point*

Alat :

- Termometer
- Tabung silinder
- Desikator
- Oven

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 350 - EP (520°C)
- Sampel fraksi B potongan 350 - EP (520°C)

g. *Conradson Carbon Residu*

Alat :

- Cawan porselin
- Cawan besi *skidmore*
- Cawan besi pelindung tertutup
- Kawat penahan
- Selubung
- Isolator
- Alat CCR ASTM D-189-06
- Tanur
- Desikator
- Gegep besi
- Timbangan analitis

Bahan :

- Sampel fraksi B potongan 350 - EP (520°C)
- LPG

h. *ASTM Color*

Alat :

- Set alat *ASTM color* ASTM D 1500-07

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi B potongan 180 – 350, 250 – 350

i. *Flash Point* “PMCC”

Alat :

- Set alat *flash point* “PMCC” ASTM D 93-08a

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi B potongan 180 – 350, 250 – 350

j. *Distilasi*

Alat :

- Labu distilasi
- Termometer 400°C
- Gelas ukur 100 ml
- Set alat distilasi ASTM 86

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 – 250, 150 – 300, 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi B potongan C₅ – 80, C₅ – 100, 100 – 180, 180 – 250, 150 – 300, 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi C potongan C₅ – 80, C₅ – 100, 100 – 180, 180 – 250, 150 – 300

k. *Smoke Point*

Alat :

- Alat *smoke point* IP. 57/55
- Sumbu

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 – 250, 150 – 300
- Sampel fraksi B potongan 180 – 250, 150 – 300
- Sampel fraksi C potongan 180 – 250, 150 – 300

l. *Copper Strip*

Alat :

- Tabung uji
- Termometer
- Corong
- Pinset
- Penangas tabung uji yang mampu konstan pada suhu 50°C dan 100°C, yang dilengkapi dengan alat pemegang (ASTM D 130)
- *Bomb* uji pengkaratan lempeng Cu
- Penangas *bomb* uji
- Alat bantu penggosok
- Tabel standar pengkaratan lempeng tembaga ASTM
- Lempengan Cu
- Penutup tabung uji

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 180 – 250, 150 – 300
- Sampel fraksi B potongan C₅ – 80, C₅ – 100, 180 – 250, 150 – 300
- Sampel fraksi C potongan C₅ – 80, C₅ – 100, 180 – 250, 150 – 300

m. *Aniline Point*

Alat :

- Alat *aniline point* ASTM D 611
- *Hair dryer*
- Pipet sampel 10 ml
- Pipet aniline 10 ml

- Termometer

Bahan :

- Sampel fraksi A potongan 100 – 180, 180 – 250, 150 – 300, 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi B potongan 100 – 180, 180 – 250, 150 – 300, 180 – 350, 250 – 350
- Sampel fraksi C potongan 100 – 180, 180 – 250, 150 – 300
- Anilin

3.3. Variabel

3.3.1. Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Pada 13 parameter pengujian dalam penelitian ini, variabel tetap yang digunakan yaitu :

- Volume sampel pada uji *kinematic viscosity*, *pour point*, *flash point* “Abel”, *wax content*, *flash point* “PMCC”, distilasi, *smoke point*, *cooper strip test*, dan *aniline point*.
- Volume asam sulfat dan n-heptan pada uji *wax content*.
- Volume anilin pada uji *aniline point*.
- Berat sampel pada uji *conradson carbon residu*.
- Suhu pengujian pada uji *reid vapour pressure*.

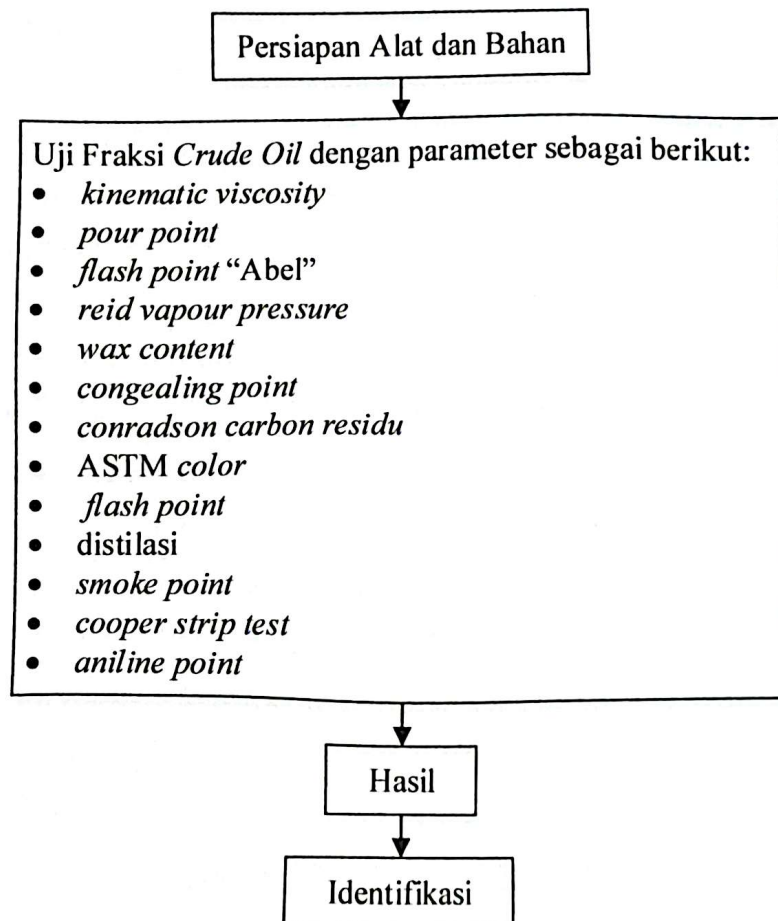
3.3.2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian berlangsung. Bertujuan untuk mencari titik optimum atau titik yang terbaik pada setiap penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu :

- Suhu pengujian pada uji *kinematic viscosity*.

3.4. Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah analisa dari uji fraksi TBP:



Gambar III. 1. Tahapan Analisis Fraksi TBP (*True Boiling Point*) pada Minyak Bumi

3.4.1. Kinematika Viskositas

Prinsip : Waktu (diukur dalam detik) yang diperlukan suatu volume cairan untuk mengalir secara gravitasi melalui kapiler viskometer yang terkalibrasi pada suatu suhu yang terkendali dengan teliti. Viskositas kinematik adalah hasil perkalian waktu alir terukur dengan konstanta kalibrasi viskometer.

Tujuan : Untuk mengetahui kekentalan kinematik dari cairan produk minyak yang transparan maupun yang kedap cahaya (galap),

dengan mengukur waktu alir secara gravitasi melalui sebuah viskometer gelas kapiler yang telah dikalibrasi.

Prosedur :

- Isi viskometer, jika contoh mengandung serat atau partikel padatan, saringan dengan ukuran $75\mu\text{m}$ sebelum pengujian dilakukan.
- Viskometer yang digunakan untuk cairan yang transparan yang sesuai dengan contoh uji.
- Biarkan viskometer di dalam bak pemanas untuk mencapai suhu uji yang diinginkan. Jika satu wadah sedang digunakan pada beberapa viskometer, jangan mengangkat, menambah atau membersihkan viskometer sementara viskometer lainnya sedang diukur laju alirnya. Karena uji ini memiliki banyak jenis perbedaan instrument, perbedaan suhu, dan perbedaan viskositas kinematik, ditentukan waktu yang diperlukan, yang sesuai dengan beberapa uji coba. Percobaan ini kira-kira memerlukan waktu 30 menit, kecuali untuk viskositas kinematik yang tinggi.
- Atur volume contoh uji yang telah mencapai suhu yang sesuai, sampai tanda batas. Jika contoh uji tidak mengandung bahan yang volatile, gunakan penyedot atau vakum sampai permukaan contoh uji mencapai posisi dalam pipa kapiler viskometer sekitar 7 mm di atas tanda batas uji alir dimulai, kecuali jika prosedur operasi instrument yang digunakan menunjukkan tanda batas lain. Ukur laju alir contoh uji yang mengalir dengan baik, dalam satuan detik dengan skala 0,1 detik, mulai dari tanda batas pertama dan dihentikan pada tanda batas kedua. Jika waktu alir yang terukur kurang dari batas minimum, pilih viskometer lain yang memiliki diameter yang lebih kecil, dan uji ulang.
- Ulangi prosedur untuk mendapatkan pengukuran kedua (duplo) laju alir. Catat kedua laju alir yang terukur.

- Dari pengukuran waktu alir, hitung nilai dua pengukuran viskositas kinematik.
- Jika hasil kedua pengukuran sesuai dengan determinabilitas dan rata-ratakan hasil pengukuran untuk menghitung viskositasnya. Jika tidak sesuai, ulangi pengukuran setelah viskometer telah dicuci dan dibersihkan.

3.4.2. *Pour Point* (ASTMD.97-08)

Prinsip : Setelah dilakukan pemanasan terlebih dahulu, contoh uji didinginkan perlahan-lahan dengan kecepatan tertentu dan setiap interval 3°C diamati keadaan alirnya. Suhu terendah pada saat masih terdapat pergerakan minyak dicatat sebagai titik tuang minyak tersebut.

Tujuan : Untuk mengetahui titik tuang sampel minyak bumi sehingga dapat diketahui perlakuan yang tepat dalam pemipaan agar tidak terjadi pembekuan.

Prosedur :

- Dinyalakan alat *pour point* dan tunggu hingga suhu pada masing-masing bak pendingin sesuai dengan prosedur yaitu 0°C, -18°C, -33°C, dan -51°C.
- Dimasukkan sampel ke dalam tabung uji hingga tanda batas dan tutup dengan *cork* gabus yang terdapat termometer dan perhatikan posisi termometer berada di permukaan sampel dengan jarak termometer 3 mm.
- Dipanaskan sampel dalam tabung uji hingga mencapai suhu di atas 51°C.
- Diamati pada suhu ruang, apabila pada suhu ruang tidak terjadi *pour point* kemudian dimasukkan ke dalam *bath* pendingin sesuai suhu penguji *bath* pendingin.

- Dilakukan pembacaan dan perhatikan contoh dalam tabung uji setiap penurunan 3°C untuk mengetahui pada suhu berapa terjadi *pour* yang ditandai dengan tidak mengalirnya contoh dalam tabung uji jika dimiringkan atau dipegang dengan posisi horizontal selama 3 detik.
- Ditambahkan 3°C pada suhu yang tercatat.

3.4.3. *Flash Point* “Abel” (IP.170)

Prinsip : Contoh yang telah ditempatkan dalam mangkuk “Abel” dipanaskan dengan kecepatan pemanas tertentu. Setiap skala waktu tertentu, nyala api penguji diarahkan ke mangkuk. Titik nyala didapatkan sebagai suhu terendah dimana pengenaan nyala penguji menyebabkan uap diatas contoh menyala sangat jelas dalam mangkuk.

Tujuan : Menentukan titik nyala fraksi minyak bumi yang mempunyai titik nyala antara suhu -30°C sampai 70°C dalam mangkuk tertutup dengan metode “Abel”.

Prosedur :

- Catat tekanan dan suhu ruangan pada saat pengujian.
- Isi bak air alat “Abel” sampai penuh dan ruang tempat mangkuk uji paling sedikit sampai ketinggian 38 mm dengan air.
- Dinginkan contoh bersama kontainernya kedalam alat pendingin sampai kira-kira 17°C dibawa titik nyala perkiraan atau sekitar 2°C.
- Cuci mangkuk uji dengan pelarut yang telah ditentukan untuk menghilangkan sisa yang tertinggal. Keringkan dengan aliran udara bersih. Pasang termometer uji pada tutup mangkuk. Pasang tutup mangkuk pada mangkuk uji dan dinginkan pada suhu 2°C atau 17°C dibawah titik perkiraan.
- Pasangkan bak mangkuk uji pada bak air alat “Abel”. Lepaskan tutup mangkuk dan tuangkan contoh uji perlahan dengan menghindari terbentuknya gelembung sampai tanda batas. Jangan gerakkan

mangkuk setelah pengisian contoh. Pasang tutup mangkuk dan kencangkan.

- Nyalakan api penguji dan atur besarnya berdiameter 3,8 mm, lebih kurang sebesar contoh yang terdapat pada tutup mangkuk. Lakukan uji nyala pada saat suhu contoh mencapai 10°C atau 9°C dibawah titik nyala perkiraan. Jika terjadi nyala pada suhu tersebut, ganti contoh dan ulagi. Aduk contoh dengan memutar pengaduk searah jarum jam dengan kecepatan kira-kira 30 rpm, hentikan pengadukan pada saat uji nyala.
- Usahakan menjaga kenaikan suhu contoh sekitar $1^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.
- Lakukan uji nyala setiap kenaikan suhu $0,5^{\circ}\text{C}$ selama ± 3 detik sampai terjadi penyalaan di dalam mangkuk uji atau sampai 71°C .
- Catat suhu saat terjadi penyalaan sebagai suhu titik nyala pengamatan.

3.4.4. Reid Vapour Pressure di 100°F (ASTM D. 323-080)

Prinsip : Bejana cairan yang telah diisi contoh uji dan telah didinginkan, disambungkan dengan bejana uap yang telah direndam pada suhu $37,8^{\circ}\text{C}$ (100°F) dalam bak air konstan. Rendam peralatan tersebut dalam bak air pada suhu $37,8^{\circ}\text{C}$ (100°F) sampai tekanan pengamatan konstan. Pembacaan tekanan yang telah terkoreksi dilaporkan sebagai tekanan uap *reid*.

Tujuan : Mengetahui tekanan uap dari sampel minyak bumi sehingga dapat mengetahui tipe tangki penyimpanan dan keamanan transportasi.

Prosedur :

Preparasi sampel

- Dipastikan pengujian RVP dilakukan pada saat pertama kali contoh diambil dari wadah. Sampel yang tersisa dalam wadah yang telah dibuka tidak dapat dilakukan pengujian RVP. Jika perlu gunakan contoh yang baru.

- Dipastikan jumlah sampel dalam wadah sampel berkisaran 70-80% dari total volume (1 liter)
- Pastikan sampel beserta wadah didinginkan hingga suhu 0-1°C sebelum wadah sampel dibuka.

Uji tekan uap (RVP)

- Diverifikasi isi sampel dalam wadah yang telah didinginkan pada suhu 0 - 1°C kemudian pastikan isinya sekitar 70 - 80% volume wadah.
- Didinginkan bejana cairan sehingga suhu 0 - 1°C dengan posisi tegak dan disumbat menggunakan tissue, pendinginan dilakukan ± 10 menit.
- Direndam bejana uap pada bak air konstan pada suhu $37,8 \pm 0,1^\circ\text{C}$ ($100 \pm 2^\circ\text{F}$) dalam alat RVP semi otomatis ± 10 menit.
- Diangkat sampel dan bejana cairan dari pendingin kemudian dituang sampel ke dalam bejana cairan hingga penuh dengan menggunakan sambungan pemindah contoh. Pemindahan sampel dilakukan di dalam freezer.
- Disambungkan bejana cairan dengan bejana uap yang telah direndam dalam bak air, dipastikan sambungan benar-benar rapat dan kencang.
- Dipasang selang *pressure* yang terdapat pada bejana uap ke tempatnya.
- Ditekan tombol *ZERO*. Dilayar akan muncul *bomb no*:
- Ditekal no 1 dengan tanda panah lalu tekan tombol *shaker*.
- Diamati hingga tekanan stabil lalu dimatikan tekanan *shaker* (± 30 menit)
- Ditekan tombol max
- Dicari menu *printing* kemudian tekan tombol *ENT*.
- Dicari menu *printing all* dan ditekan tombol *ENT*.
- Dimasukkan nomor bejana yang akan *diprint* lalu tekan tombol *ENT*.
- Dibersihkan uap serta bejana cairan dengan aseton lalu dikeringkan.

3.4.5. *Wax Content (IFP alcohol/ether)*

Prinsip : Menjelaskan prosedur penetapan kadar lilin yang larut dalam heptan pada minyak bumi dan produknya. *Wax* atau lilin adalah bahan organik bebas aspal yang larut dalam heptan.

Tujuan : Untuk mengetahui kadar lilin yang larut dalam heptana pada minyak bumi dan produknya.

Prosedur :

- Menyiapkan alat dan bahan untuk pengujian *wax content*.
- Menimbang labu erlenmeyer kemudian tambahkan sampel sekitar 3-3,5 gram. Catat nilai sampel.
- Tuangkan n-heptan kedalam gelas erlenmeyer.
- Kemudian diekstraksi.
- Menimbang gelas kimia kemudian catat sebagai nilai BK. Masukkan ke dalam oven suhu 100°C selama 30 menit lalu masukkan ke dalam desikator selama 30 menit.
- Menyiapkan *clay* kemudian masukkan ke dalam oven untuk persiapan adsorpsi.
- Melakukan proses ekstraksi kemudian masukkan asam sulfat ke corong pemisah sebanyak 30 mL dengan menggunakan gelas ukur.
- Masukkan sampel yang sudah didiamkan selama satu malam ke dalam corong pemisah menggunakan corong gelas.
- Pemanasan n-heptan sebanyak 30 mL. Tunggu hingga mendidih kemudian masukkan kedalam labu erlenmeyer untuk proses pembilasan.
- Mengocok corong pisah setiap lima menit kemudian mengeluarkan limbah yang terikat oleh asam sulfat. Kemudian tuangkan kembali asam sulfat ke dalam corong pisah, lakukan sebanyak tiga kali berturut-turut.

- Bilas dengan aquadest kemudian mengocok corong pisah selama 5 menit mengeluarkan kembali aquadest tersebut dan menuangkan kembali aquadest ke dalam corong pisah. Lakukan sebanyak tiga kali sampai pH netral.
- Mengeluarkan *wax* yang terikan oleh n-heptan ke dalam labu erlenmeyer.
- Melakukan proses adsorpsi, meletakkan labu erlenmeyer yang telah diekstraksi ke atas *hot plate*, masukkan *clay* secukupnya kedalam labu erlenmeyer.
- Menyaring sampel ke dalam labu erlenmeyer 250 ml menggunakan corong gelas dan kertas saring. Tambahkan n-heptane ke dalam labu hingga batas area. Kemudian kocok.
- Ambil sampel yang berada dilabu sebanyak 50 ml menggunakan pipet *mohr* dan *balp*, masukkan kedalam tube. Kemudian masukkan ke dalam oven sampai *wax* kering (3 jam).
- Campurkan *diethyl ether* dengan *ethanol* ke dalam tabung dengan perbandingan 1:1, lalu panaskan sebentar di atas heater.
- Masukkan *dry ice* dan aseton ke dalam alat pendingin hingga nilai termometer di bawah 30°C.
- Masukkan *diethyl ether* dan *ethanol* sebanyak 50 ml ke dalam tube. Kemudian masukkan ke dalam pendingin selama 30 menit, lalu masukkan termometer.
- Merangkai alat vakum dengan corong seringan. Masukkan *dry ice* dengan aseton ke dalam gelas kimia 1000 ml, masukkan termometer.
- Masukkan cawan *gooch* ke dalam alat vakum kemudian masukkan campuran *dry ice* dan aseton ke dalam alat vakum. Jangan sampai melebihi cawan *gooch*.
- Menuangkan sampel pada tube yang telah didinginkan ke dalam cawan *gooch*. Tunggu hingga cawan *gooch* kering kemudian

keluarkan cawan *gouch* dan letakkan ke gelas kimia. Bilas cawan *gouch* tersebut dengan benzene.

- Menyalakan alat pemanas atau *steam* hingga suhu 100°C. Masukkan gelas kimia yang berisi *wax* kedalam alat *steam*.
- Masukkan gelas kimia ke dalam oven selama 30 menit kemudian masukkan dalam desikator selama 30 menit.
- Menimbang gelas kimia sebagai nilai BK dan sampel.
- Merapikan alat dan bahan yang telah di gunakan.

3.4.6. *Congeaing Point of Petroleum Wax* (ASTM D. 938-05)

Prinsip : Titik pembekuan lilin petroleum adalah suatu suhu pada saat lilin petroleum, jika dibiarkan dingin dibaawah suhu tertentu akan berhenti mengalir.

Tujuan : Menentukan kadar beku saat didinginkan dalam sampel minyak mentah.

Prosedur :

- Menyiapkan alat dan bahan untuk pengujian *congealing point of petroleum wax*.
- Manyalakan *hot plate*, memanaskan *wax* pada gelas kimia sampai mulai mencair.
- Memanaskan termometer sampai suhu melebihi 200°F.
- Manuangkan *wax* yang telah mencair pada ujung termometer.
- Menunggu sampai *wax* tersebut membeku di termometer.
- Membaca suhu termometer tersebut kemudian merubah ke dalam Celcius.
- Merapikan alat dan bahan yang telah digunakan.

3.4.7. Conradson Carbon Residu (ASTM D. 189-06)

Prinsip : Residu terjadi dalam reaksi perengkahan dan pengarangan selama pemanasan periode tertentu. Pada akhir periode pemanasan yang ditentukan, cawan yang berisi residu karbon diinginkan dalam desikator dan ditimbang. Residu yang tersisa diperhitungkan sebagai persentase contoh uji asli dan dilaporkan sebagai residu karbon conradson.

Tujuan : Menentukan jumlah residu karbon yang tertinggal dari suatu sampel minyak setelah penguapan dan mengalami proses pirolisis untuk memberikan identifikasi kecenderungan pembentukan kokas.

Prosedur :

- Kocok contoh uji hingga homogen, jika perlu panaskan sampai $50^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ selama setengah jam agar lebih encer.
- Timbang 10 gram contoh uji dalam cawan porselin berisi dua butir kaca diameter kurang lebih 22,5 mm yang telah tertimbang dengan berat tertentu.
- Tempatkan cawan ditengah-tengah cawan *skidmore*. Ratakan pasir dalam cawan besi pelindung dan atur letak cawan *skidmore* ditengah cawan besi.
- Pasang kawat segi tiga nikrom dan juga isolator di atas lingkaran kedudukan. Letakkan cawan besi perlindungan di tengah isolator dan cawan sampel berada di atas kawat segi tiga, kurung seluruhnya dengan selubung besi pelindung agar panas merata selama proses.
- Tempatkan *burner* tipe mekar tepat di bawah bagian tengah kawat segi tiga nikrom dan nyalakan dengan panas tinggi, sehingga periode penyalaan awal sekitar $10 \pm 1,5$ menit.
- Tarik *burner* ke samping, jika asap telah tampak di atas cerobong, biarkan terjadi penyalaan uap (terbakar sendiri). Tingkatkan

pemanasan bila perlu, jika di atas cerobong tidak terlihat nyala api. Periode pembakaran uap sekitar 13 ± 1 menit.

- Tempatkan *burner* kembali, bila uap berhenti membakar dan tidak tampak asap biru, lakukan pemanasan seperti semula sampai dasar bagian bawah cawan beli pelindung merah membara, keadaan ini dipertahankan selama 7 menit. Waktu pemanasan pengujian secara keseluruhan mencapai 30 ± 2 menit. Pembakaran menggunakan gas kota (elpiji), ujung *burner* 50 mm di bawah dasar cawan.
- Padamkan *burner* dan biarkan peralatan uji mendingin, buka tutup cawan *skidmore* (sekitar 15 menit), pindahkan cawan porselin dengan tang terjepit ke dalam desikator, dinginkan dan timbang.

3.4.8. ASTM Color (ASTM D. 1500-07)

Prinsip : Dengan menggunakan sumber cahaya standar, contoh uji cair ditempatkan ke dalam tabung uji, dan dibandingkan dengan warna standar, nilai skalanya berkisar antara 0,5 sampai dengan 8,0. Bila tidak diperoleh warna yang tepat sama dan warna contoh berada diantara dua warna standar, laporkan warna yang tertinggi dari kedua warna standar tersebut.

Tujuan : Untuk menentukan dan membandingkan warna standar dengan warna contoh uji.

Prosedur :

- Tempatkan tabung uji, tuang sampai kedalaman 50 mm dengan aquadest atau air deionisasi dalam kompartemen pada alat colorimeter. Letakkan sampel dalam tabung ujinya pada kompartemen lainnya (ketika menggunakan *three-field* komparator, tabung ini ditempatkan di tengah). Tutup kontainer untuk mencegah masuknya cahaya dari luar.

- Hidupkan sumber cahaya dan bandingkan warna standar dengan warna contoh. Jika menggunakan *three-field* komparator, dengan cara memutar tombol skala sampai diperoleh warna yang sama, catat angka skalanya, atau jika tidak diperoleh warna yang tepat sama, gunakan warna terdekat yang lebih gelap.

3.4.9. *Flash Point* “PMCC” (ASTM D-93-08a)

Prinsip : Sejumlah contoh uji (75 ml) dipanaskan dengan kecepatan pemanasan tertentu sambil diaduk dalam sebuah mangkuk tertutup yang tertentu pula. Pengujian penyalaan mulai dilakukan pada saat contoh uji mencapai suhu tertentu dengan mendekatkan api penyala ke atas permukaan contoh uji.

Tujuan : Untuk menentukan titik nyala produk-produk minyak bumi, minyak bakar dan cairan bahan bakar lainnya yang tersuspensi padatan dan mempunyai kekentalan di atas 5,6 cSt pada suhu 40°C.

Prosedur :

- Tuangkan contoh uji kedalam mangkuk yang sudah bersih dan kering, sampai tanda batas, kemudian pasang tutupnya. Suhu sampel dan mangkuk uji setidaknya 18°C dibawah perkiraan titik nyala. Kemudian pasang mangkuk uji pada alat pemanas, kemudian pasang termometer.
- Saring contoh uji dengan kertas saring, jika banyak mengandung air.
- Nyalakan api penyala, atur diameternya kira-kira 3,2 - 4,8 mm atau hidupkan penyala elektrik dan atur sesuai buku manualnya.
- Nyalakan pemanas, atur kecepatan pemanas dengan kenaikan suhu 5 - 6°C per menit.
- Hidupkan alat pengadukan mencapai 90 - 120 rpm.

- Hentikan pengadukan, jika suhu contoh uji mencapai $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ dibawah titik nyala yang diduga, lakukan segera pengujian dengan mendekatkan api penyala ke atas permukaan contoh uji selama setengah detik.
- Ulangi pengujian penyalaan setiap kenaikan suhu 1°C .
- Catat suhu titik nyala.

3.4.10. Distilasi (ASTM D 86)

Prinsip : Sebanyak 100 ml contoh uji dalam labu, didistilasi dengan alat ASTM D-86 pada kondisi operasi tertentu, sehingga waktu yang dibutuhkan selama pengujian antara 28 sampai 32 menit. Pengamatan selama pengujian dilakukan, dengan mencatat pembacaan termometer dan volume kondensat tertampung, dari data ini hasil uji dihitung dan dilaporkan.

Tujuan : Untuk mengetahui jarak didih suatu produk minyak bumi seperti bensin motor, bensin penerbangan, bahan bakar penerbangan bermesin turbin, nafta, pelarut, kerosin, solar, minyak bakar distilat dan produk lainnya. Jarak didih suatu bahan bakar mencerminkan sifat penguapan dan karakter pemakaiannya.

Prosedur :

- Bersihkan sisa cairan dalam tabung kondensor dengan tisu atau lap katun dibantu alat sodok (kawat tembaga).
- Ukur 100 ml contoh uji kedalam gelas ukur dan pindahkan seluruh isinya ke dalam labu distilasi.
- Pasangkan pipa pembuluh labu distilasi ke dalam pipa kondensor rapat-rapat dengan gabus berlubang. Tepatkan kedudukan labu distilasi agak tegak lurus. Tempatkan kedudukan penyangga labu distilasi.

- Tempatkan gelas ukur yang digunakan untuk mengukur distilasi di bawah ujung terendah dari kondensor. Ujung tersebut tepat di tengah mulut gelas ukur. Tutup gelas ukur dengan gelas tisu atau sejenisnya.
- Catat suhu kamar dan tekanan barometer.
- Lakukan pemanasan, atur kecepatannya hingga waktu antara awal pemanasan sampai mencapai titik didih pertama.
- Amati dan catat titik didih pertama.
- Atur pemanasan, sehingga waktu dari titik didih pertama sampai 5 dan 10% volume tertampung.
- Lanjutkan pemanasan, sehingga laju kondensasi rata-rata 4 - 5 ml/menit.
- Lakukan pengamatan dan pencatatan pembacaan termometer pada presentase distilat tertampung yang ditentukan atau presentase tertampung pada pembacaan termometer yang telah ditentukan, atau keduanya. Catat semua volume dan gelas ukur sampai ketelitian 0,5 ml dan semua pembacaan termometer sampai ketelitian 0,5°C sesuai dengan peralatan yang digunakan.
- Catat titik didih pemulaan, titik didih akhir atau titik didih kering, atau keduanya dan pembacaan termometer pada 5, 15, 85 dan 95% volume tertampung dan setiap kelipatan 10% volume tertampung dari 10 sampai 90.
- Atur kecepatan pemanasan akhir, jika cairan residu di dalam labu mendekati 4 ml, sehingga waktu dari 5 ml cairan residu dalam labu sampai titik didih akhir sesuai.
- Amati dan catat titik didih akhir atau titik kering keduanya, kemudian hentikan pemanasan.
- Amati volume kondensat yang tertampung setiap dua menit, jika tidak ada penambahan, catat volume tamping dengan ketelitian 0,5 ml sesuai peralatan yang digunakan.

- Tuangkan isi labu ke dalam gelas ukur 5 ml secara tuntas, setelah labu menjadi dingin.
- Catat volume dalam gelas ukur dengan ketelitian 0,1 ml sebagai persen residu, golongkan 1, 2, 3, dan 4, catat volume gelas ukur 5 ml dengan ketelitian 0,1 ml sebagai persen residu.
- Jumlah persen perolehan dan persen residu adalah persen total perolehan, kurangkan persen total perolehan ini dari 100 untuk memperoleh persen hilang.

3.4.11. *Smoke Point* (Titik Asap)

Prinsip : Contoh uji dibakar pada suhu lampu standar, tinggi nyala dapat divariasikan dan dapat terlihat dilator belakang dalam skala millimeter. Titik nyala diukur dengan menaikkan sumbu sampai nyala berasap, kemudian turunkan sampai ujung asap menghilang. Tinggi nyala diukur, dilaporkan sebagai titik asap contoh uji.

Tujuan : Untuk menentukan titik asap dari avtur dan kerosin dan mengidentifikasi sifat pembakaran (sifat menghasilkan asap secara relatif).

Prosedur :

- Ekstral beberapa sumbu, panjang minimal 125 mm selama lebih kurang 25 putaran dalam ekstraktor (soxlet) dengan pelarut yang mudah menguap, keringkan selama setengah jam pada suhu 100-110°C. dan simpan dalam desikator.
- Saring 20 ml contoh uji ke dalam tabung contoh yang bersih dan kering.
- Basahi sebuah sumbu akan dipakai dengan merendamnya pada tabung contoh. Angkat sumbu dan pasang pada tempatnya dengan cara memasukkan sambil diputar. Potong ujung sumbu hingga merata, kemudian naikkan sumbu hingga 6 mm.

- Pasang sumbu pada tabung contoh, kencangkan dengan cara diputar, jaga agar ventilasi udara bebas dari minyak.
- Masukkan tabung ke dalam alat uji. Nyalakan sumbu, atur tinggi sumbu hingga tinggi nyala 10 mm dan biarkan menyala selama 5 menit.
- Naikkan sumbu sampai nyala berasap. Kemudian turunkan perlahan sampai ujung asap menghilang. Baca titik nyala pada titik ini dari skala dalam millimeter. Jarak mata saat membaca tinggi nyala adalah 230 mm, sehingga pantulan bayangan nyala terlihat pada skala secara tegak lurus ditengah-tengah garis putih skala, sedangkan nyalanya sendiri terlihat seperti berada dibelakang skala.

3.4.12. *Copper Strip* (ASTM D 130)

Prinsip : Suatu lempeng tembaga yang telah digosok, direndam dalam sejumlah contoh uji dan dipanaskan pada suhu dan waktu tertentu. Pada akhir pengujian. Lempeng tembaga dikeluarkan dari contoh yang diuji, dikeringkan dan dibandingkan warnanya dengan standar pengkaratan lempeng tembaga ASTM.

Tujuan : Uji pengkaratan tembaga untuk mengetahui kecenderungan relative produk-produk minyak bumi dan biodiesel yang dapat mengakibatkan pengkaratan lempeng tembaga oleh adanya kandungan senyawa sulfur.

Prosedur :

- Saring contoh uji dengan kertas saring untuk mengeringkan air yang tersuspensi dan tampung contoh uji ke dalam tabung uji yang kering.
- Bersihkan lempeng tembaga dengan menggosok mempergunakan bahan penggosok seperti karborandum atau kertas gosok silicon karbida. Gosokkan dilakukan searah, agar memudahkan evaluasi hasil warna yang terjadi pada lempeng tembaga. Hindarkan terjadi kontak dengan tangan atau percikan air.

- Rendamkan lempeng tembaga ke dalam pelarut pencuci (atau iso-oktan) dengan pinset goyangkan sesaat, kemudian angkat dan keringkan dengan cara menyentuhnya dengan kertas pengering.
- Masukkan lempeng tembaga ke dalam tabung uji yang telah berisi contoh uji sekitar 30 ml.
- Untuk contoh uji avgas dan avtur, masukkan tabung uji ke dalam bomb uji, tutup dan kencangkan tutupnya. Rendam bomb uji ke dalam bak pemanas pada suhu konstan $100 \pm 1^\circ\text{C}$ angkat bomb uji dari pemanas setelah perendaman selama 2 jam \pm 5 menit, didinginkan bomb beberapa menit dengan air kran yang mengalir. Buka bomb dan keluarkan lempeng tembaga dari tabung uji dengan pinset. Rendam beberapa saat dalam pelarut pencuci. Angkat lempeng tembaga, kemudian dengan menyentuhnya dengan kertas pengering. Periksa hasil warna yang terjadi dengan membandingkan terhadap standar ASTM.
- Untuk gasolin alam (*natural gasoline*), lakukan pada suhu 40°C (104°F) selama 3 jam \pm 5 menit.
- Untuk contoh uji mogas, diesel fuel dan fuel oil dilakukan pada suhu $50 \pm 1^\circ\text{C}$ ($122 \pm 2^\circ\text{F}$) selama 3 jam \pm 5 menit.
- Untuk pelarut, pembersih dan kerosin kondisi pengujian pada suhu $100 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 3 jam \pm 5 menit.

3.4.13. *Aniline Point* (ASTM D 611)

Prinsip : Titik anilin adalah temperatur minimum pencampuran seimbang untuk volume yang seimbang antara anilin dan contoh. Titik anilin tercampur adalah temperatur minimum pencampuran minimum seimbang antara volume anilin, satu volume contoh dan satu volume n-heptana murni.

Tujuan : Titik anilin digunakan untuk pengamatan karakteristik hidrokarbon murni dan dalam analisis campuran hidrokarbon.

Prosedur:

- Bersihkan dan keringkan peralatan. Ambilah 10 mL anilin dan 10 mL contoh kering kedalam tabung percobaan diaduk dengan *stirrer* dan termometer. Jika bahan tersebut terlalu mengental untuk dipipet volumetrik, ambil paling sedikit 0,01 gr dari sampel. Pusatkan termometer dalam tabung percobaan sampai menjadi titik konsentrasi mencapai level cair, yakinkan bahwa ujung termometer tidak tersentuh sisi tabung. Masukkan tabung percobaan ke dalam pelindungnya. Putarlah campuran dengan cepat menggunakan 50 mm tekan.
- Jika anilin dan campuran contoh tidak menunjukkan pada suhu ruangan, lakukan pemanasan secara langsung pada pelindung tabung hingga suhu meningkat secara rata-rata antara 1 - 30°C/menit melalui perpindahan atau mereduksi sumber panas hingga dicapai.
- Lanjutkan memutar dan gunakan *mixture* untuk mendinginkan sampai rata-rata 0,5 hingga 1°C/menit. Lanjutkan pendingin hingga suhu menjadi 1 sampai 2°C dibawah saat terjadi kekeruhan yang pertama, dan catat bahwa anilin menunjukkan suhu dimana campuran biasanya menjadi berkabut.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Sifat-sifat Fisika Fraksi Minyak Bumi

Analisa sifat fisika minyak mentah dan fraksi minyak bumi sangat dibutuhkan untuk memberikan karakteristik umum dan sebagai evaluasi mutu minyak tersebut. Analisis sifat fisik sangat penting untuk mengetahui informasi mengenai sifat umum minyak mentah sehingga dapat dipastikan cara penanganan dan kualitas dari minyak bumi [19]. Terdapat 42 macam uji sifat fisik yang dilakukan di laboratorium teknologi proses separasi LEMIGAS. Pada penelitian kali ini, praktikan melakukan 13 uji sifat fisik terhadap sampel fraksi minyak bumi.

4.1.1. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik menunjukkan tingkat kekentalan dari bahan bakar cair. Viskositas merupakan karakteristik bahan bakar cair yang sangat penting dalam proses pembakaran [7]. Hasil analisa dari parameter viskositas kinematik adalah sebagai berikut :

Tabel IV.1. Data Hasil Uji Viskositas Kinematik

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Viskositas Kinematik (cSt)				
		100°F	122°F	140°F	180°F	210°F
A	180 – 250	1,957	1,626	1,424	-	-
	150 – 300	2,757	2,250	1,933	-	-
	180 – 350	3,911	3,053	2,546	-	-
	250 – 350	5,812	4,302	3,461	-	-
	350 - EP (520°C)	-	34,81	22,89	-	6,951
	Rsd > 350°C	-	-	766,5	222,9	108,9
	Rsd > EP (520°C)	-	-	5207	990,5	371,9
B	180 – 250	1,662	1,390	1,225	-	-
	150 – 300	1,966	1,620	1,410	-	-
	180 – 350	2,936	2,309	1,943	-	-
	250 – 350	4,061	3,101	2,555	-	-
	350 - EP (520°C)	-	32,29	20,94	-	6,169
	Rsd > 350°C	-	-	3060	492,5	173,4
C	180 – 250	1,531	1,284	1,135	-	-
	150 – 300	1,324	1,124	1,004	-	-
	Fraksi > 300°C	-	-	13,27	7,041	4,874

Semakin tinggi suhu uji maka viskositas fraksi akan semakin kecil karena banyak fraksi ringan didalamnya sehingga cairan cepat mengalir [20]. Sampel nomor A, B, dan C memiliki viskositas kinematik yang semakin mengecil pada suhu yang semakin meningkat. Penurunan nilai viskositas kinematik terjadi secara besar saat perubahan suhu uji dari 140°F ke 180°F. Perubahan suhu dari 122°F ke suhu 140°F tidak terlalu besar penurunannya. Sampel fraksi C pada potongan fraksi 150 – 300 memiliki nilai viskositas kinematik paling kecil dibandingkan sampel fraksi yang lain, karena sampel fraksi C mengandung fraksi ringan lebih banyak sehingga mudah mengalir.

4.1.2. *Pour Point*

Titik tuang adalah suatu angka yang menunjukkan suhu terendah di mana bahan bakar masih dapat mengalir atau dituang apabila didinginkan pada kondisi tertentu. Titik tuang menunjukkan suhu di mana minyak mulai membeku atau berhenti mengalir [15]. Hasil dari *pour point* yaitu :

Tabel IV.2. Data Hasil Uji Titik Tuang

Sampel	Potong Fraksi (°C)	Titik Tuang (°C)
A	180 – 350	Diantara -36
	250 – 350	Diantara -36
	350 - EP (520°C)	24
	Rsd > 350°C	30
	Rsd > EP (520°C)	42
B	180 – 350	-12
	250 – 350	-6
	350 - EP (520°C)	56
	Rsd > 350°C	48
	Rsd > EP (520°C)	Kurang dari 50
C	Fraksi > 300°C	27

Dari data di atas sampel fraksi B pada potongan fraksi Rsd > EP (520°C) memiliki titik tuang yang tinggi, hal ini dikarenakan dalam sampel fraksi tersebut memiliki kandungan malam (lilin) yang tinggi sehingga titik tuangnya pun tinggi. Sedangkan pada sampel fraksi A pada potongan 180 – 350 dan potongan 250 – 350 memiliki titik tuang yang rendah yaitu dibawah -36 karena

kandungan malam atau lilin terendah. Jadi pada sampel fraksi-fraksi yang memiliki titik tuang besar akan mudah membeku pada suhu kamar dan akan sulit dipompa [8].

4.1.3. *Flash Point* “Abel”

Uji titik nyala dilakukan untuk mengetahui suhu awal bahan bakar saat pertama kali menyala. Uji titik nyala akan mempengaruhi kualitas penyalahan bahan bakar dalam ruang bakar mesin [14]. Digunakan untuk penentuan titik nyala produk minyak bumi yang memiliki titik nyala -30°C sampai 70°C dengan mangkuk tertutup validasi pada titik nyala -5°C dan $66,5^{\circ}\text{C}$. Hasil dari uji titik nyala adalah :

Tabel IV.3. Data Hasil Uji *Flash Point* “Abel”

Sampel	Potongan Fraksi ($^{\circ}\text{C}$)	<i>Flash Point</i> “Abel” ($^{\circ}\text{C}$)
A	180 – 250	61
	150 – 300	82
B	180 – 250	69
	150 – 300	58
C	100 – 180	1
	180 – 250	67
	150 – 300	43

Sampel fraksi A pada potongan 150 – 300 memiliki titik nyala paling tinggi diantara sampel fraksi lainnya. Hal ini menandakan bahwa sampel fraksi A perpotongan fraksi 150 – 300 mengandung fraksi berat yang lebih besar daripada potongan sampel fraksi yang lainnya. Pada sampel fraksi nomor C potongan fraksi 100 – 180 memiliki titik nyala 1 dan ini yang terendah diantara sampel fraksi lainnya. Hal ini menandakan bahwa sampel fraksi tersebut banyak mengandung fraksi ringan, sehingga titik nyalanya sangat rendah. Sampel yang memiliki komposisi fraksi ringan yang dominan dan memiliki titik nyala yang rendah memerlukan penyimpanan yang khusus seperti pendinginan dan tangki khusus untuk prosedur keselamatan [15] [18].

4.1.4. Reid Vapour Pressure (RVP)

Tekanan uap *reid* bertujuan untuk mengetahui tekanan uap minyak bumi sehingga bisa diketahui tipe tangki penyimpanan minyak yang digunakan dan keamanan dalam pengangkutan bahan bakar minyak [8]. Uji RVP adalah uji yang pertama kali dilakukan pada fraksi minyak bumi. Sampel RVP harus didinginkan dahulu dalam *freezer* untuk menghindari penguapan ketika sampel diuji [17]. Hasil uji RVP yaitu :

Tabel IV.4. Data Hasil Uji RVP

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Hasil (Psi)
A	C ₅ – 100	6,2
B	C ₅ – 80	17,4
	C ₅ – 100	10,4
C	C ₅ – 80	19,4
	C ₅ – 100	11

Dari data di atas sampel fraksi C potongan C₅ – 80 adalah sampel yang memiliki tekanan uap tertinggi daripada lima sampel fraksi lainnya yaitu 19,4 psi. Hal ini dikarenakan sampel tersebut mengandung fraksi ringan yang paling banyak yang tersusun dari parafin, monoparafin dan sikloparafin sehingga fraksi nomor C potongan C₅ – 80 memerlukan perlakuan dan tipe penyimpanan yang khusus. Semakin sedikit jumlah atom karbon maka semakin ringan fraksinya dan semakin besar tekanan uapnya [17].

4.1.5. Wax Content

Wax atau lilin merupakan karakteristik penting yang mempengaruhi sifat fisik minyak bumi, khususnya viskositas [8]. Dari proses analisa diperoleh hasil uji *wax content* adalah :

Tabel IV.5. Data Hasil Uji Wax Content

Sampel	Potongan Fraksi	Wax Content (%wt)
A	350 - EP (520°C)	14,33
B	350 - EP (520°C)	19
C	-	-

Sampel yang digunakan dalam uji *wax* ini adalah fraksi minyak bumi pada potongan 350 - EP (520°C). Dari data di atas dapat dilihat bahwa sampel fraksi B memiliki kandungan *wax* yang lebih tinggi yaitu 19%. Sedangkan kandungan *wax* yang lebih rendah dimiliki oleh sampel fraksi nomor A. Semakin tinggi kandungan *wax* maka semakin banyak kandungan parafin dalam fraksi minyak bumi, maka akan mempersulit untuk mendapatkan minyak pelumas dengan titik tuang yang rendah [8].

4.1.6. *Congealing Point*

Titik pembekuan lilin petroleum adalah suatu suhu pada saat lilin petroleum, jika dibiarkan dingin dibawah suhu tertentu akan berhenti mengalir [8]. Hasil uji *congealing point* yaitu :

Tabel IV.6. Data Hasil Uji *Congealing Point*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	<i>Congealing Point</i> (°C)
A	350 - EP (520°C)	52
B	350 - EP (520°C)	56
C	-	-

Dari data di atas menunjukkan titik beku lilin dari berbagai sumber fraksi. Sampel fraksi B merupakan fraksi minyak bumi yang memiliki titik pembekuan lilin yang sangat tinggi, maka fraksi minyak bumi ini lebih sulit mengalir pada pipa penyaluran pada suhu yang sama dibandingkan dengan sampel fraksi A. Sedangkan sampel fraksi A cenderung lebih mudah mengalir.

4.1.7. *Conradson Carbon Residue* (CCR)

Sisa karbon *conradson* adalah sisa karbon yang tertinggal setelah produk minyak bumi dikenakan pirolisis yaitu pemanasan tanpa berkontak dengan udara [15]. Pada uji fraksi minyak bumi didapat hasil uji CCR yaitu :

Tabel IV.7. Data Hasil Uji CCR

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	CCR (%wt)
A	350 - EP (520°C)	0
B	350 - EP (520°C)	0,044
C	-	-

Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas dan jumlah trigliserida [15]. Nilai residu karbon minyak bumi dapat digunakan sebagai informasi dalam jual beli minyak bumi. Standar bahan bakar solar sebesar 0,1%. Sehingga dari hasil sisa pembakaran sampel tersebut baik dan tidak dapat merusak mesin [15] [18].

4.1.8. ASTM Color

ASTM color menggunakan sumber cahaya standar (air), sampel cair ditempatkan ke dalam tabung sampel dan dibandingkan dengan warna standar. Nilai skalanya berkisar antara 0,5–0,8 [18]. Bila tidak diperoleh warna yang tepat sama dan warna sampel berada diantara 2 warna standar, laporkan warna yang tertinggi dari kedua warna standar [8].

Tabel IV.8. Data Hasil Uji ASTM Color

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	ASTM Color
A	180 – 350	L 3,5
	250 – 350	L 4
B	180 – 350	L 0,5
	250 – 350	L 0,5
C	-	-

Dari data diatas dapat dilihat hasil sampel fraski B merupakan fraksi ringan yang memiliki densitas yang kecil dan warnanya cenderung cerah. Penentuan warna produk minyak bumi digunakan terutama untuk tujuan pengendalian manufaktur dan merupakan karakteristik kualitas karena warna mudah diamati oleh pengguna produk [8].

4.1.9. Flash Point “PMCC”

Uji flash point digunakan untuk menentukan titik nyala produk minyak bumi dan biodiesel. Titik nyala merupakan suhu terendah terkoreksi terhadap tekanan barometer 760 mmHg (101,3 kPa) saat api penguji menyebabkan uap yang berada di atas permukaan sampel dapat menyala pada pengujian selama 5 detik [21]. Perbedaan antara *flash point* “Abel” dan *flash point* “PMCC” yaitu *flash point* “Abel” digunakan untuk sampel yang memiliki *flash point* kurang dari 65°C. Jika *flash point* dibawah suhu ruangan, sampel harus didinginkan

terlebih dahulu. *Flash point* "PMCC" digunakan sampel yang memiliki *flash point* lebih dari 65°C [8].

Tabel IV.9. Data Hasil Uji *Flash Point* "PMCC"

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	<i>Flash Point</i> "PMCC" (°C)
A	180 – 350	84
	250 – 350	126
B	180 – 350	86
	250 – 350	124
C	-	-

Uji titik nyala "PMCC" menunjukkan pada sampel fraksi A pada perpotongan 250 – 350 memiliki titik nyala tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar 126°C. Ini menandakan bahwa sampel fraksi tersebut lebih sedikit mengandung fraksi ringan. Pada sampel fraksi A pada perpotongan 180 – 350 memiliki titik nyala terendah yaitu sebesar 84°C yang menandakan sampel fraksi ini mengandung lebih banyak fraksi ringannya. Jadi evaluasi mutu minyak bumi, sampel yang memiliki fraksi ringan yang dominan dan memiliki titik nyala yang rendah memerlukan penyimpanan khusus seperti pendinginan dan tangki khusus untuk prosedur keselamatan [21] [18]

4.1.10. Distilasi

Distilasi adalah teknik pemurnian atau pemisahan suatu cairan dengan cairan yang lainnya. Dalam proses ini cairan diuapkan, diembunkan kembali, dan ditampung. Hasil dari uji distilasi yaitu :

Tabel IV.10. Data Hasil Uji Distilasi Sampel A

Pengamatan	Satuan	Potongan Fraksi (°C)			
		180 – 250	150 – 300	180 – 350	250 – 350
IBP	°C	184	155	190	246,5
5 %vol	°C	193	176	211	264
10 %vol	°C	198	187	223	270
20 %vol	°C	203	203	237	276
30 %vol	°C	206	214	248	281
40 %vol	°C	212	224	258	286
50 %vol	°C	217	233	268	290,5
60 %vol	°C	222	241	278	296,5
70 %vol	°C	226	250	289	303
80 %vol	°C	232	260	302	312,5

90 %vol	°C	237	270	318,5	327
95 %vol	°C	243	277	334,5	340,5
FBP	°C	248	288	348,5	351
Distilat	vol %	99	99	98,5	98,5
Residu	vol %	1	1	1,5	1,5
Kehilangan	vol %	0	0	0	0

Tabel IV.11. Data Hasil Uji Distilasi Sampel B

Pengamatan	Satuan	Potongan Fraksi (°C)						
		C ₅ – 80	C ₅ – 100	100 – 180	180 – 250	150 – 300	180 – 350	250 – 350
IBP	°C	27	33	109	183	157	190	250
5 %vol	°C	38	45	121	195,5	178	212,5	260,5
10 %vol	°C	44	53,5	127	201,5	193	224,5	266
20 %vol	°C	50,5	62	134	208,5	213	239	270,5
30 %vol	°C	54	66,5	139	214	228	249,5	275
40 %vol	°C	57	70,5	144,5	219,5	239	358,5	279,5
50 %vol	°C	59,5	73,5	148,5	224,5	248	265,5	284
60 %vol	°C	62,5	77	153,5	230	256	274,5	289,5
70 %vol	°C	66,5	81	158	235	263	284	295,5
80 %vol	°C	71,5	86,5	163	240	270	295,5	305
90 %vol	°C	78	93	168,5	245	276	309	316,5
95 %vol	°C	83,5	99,5	174,5	250	283,5	319,5	325
FBP	°C	90	106	185	260	296,5	330	335,5
Distilat	vol %	98,5	98,5	98,5	99	98,5	98,5	99
Residu	vol %	0	0	1	1	1,5	1,5	1
Kehilangan	vol %	1,5	1,5	0,5	0	0	0	0

Tabel IV.12. Data Hasil Uji Distilasi Sampel C

Pengamatan	Satuan	Potongan Fraksi (°C)				
		C ₅ – 80	C ₅ – 100	100 – 180	180 – 250	150 – 300
IBP	°C	22	32	103,5	183	150
5 %vol	°C	28	44	112,5	191,5	159,5
10 %vol	°C	32	50	117	196	164,4
20 %vol	°C	38	58	122	201,5	173
30 %vol	°C	43	65	126,5	205,5	180
40 %vol	°C	49	70,5	131	209,5	189
50 %vol	°C	54,5	76	136	214,5	199,5
60 %vol	°C	60,5	81,5	141,5	218,5	211
70 %vol	°C	67,5	87	147,5	224	225
80 %vol	°C	75	93	155	230	242
90 %vol	°C	83	100	164	237	262
95 %vol	°C	89	106	172	243	274
FBP	°C	95	111	182,5	248	284
Distilat	vol %	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5

Residu	vol %	0	0	0,5	1,5	1,5
Kehilangan	vol %	1,5	1,5	1	0	0

Dari nilai IBP atau disebut juga titik didih pertama dari sampel fraksi C rata-rata memiliki komposisi fraksi ringan lebih banyak daripada IBP dua sampel fraksi lainnya karena memiliki IBP lebih cepat. Nilai titik didih akhir atau disebut juga FBP dari sampel fraksi A pada perpotongan fraksi 250 – 350 memiliki FBP tertinggi yaitu 351°C yang menandakan bahwa fraksi ini mengandung fraksi berat diantara potongan fraksi lainnya dari tiga sampel fraksi diatas. Semakin banyak fraksi berat dari distilasi minyak bumi, maka distribusi unsur belerang semakin besar berpengaruh sebagai pengotor dan pencemar [8].

4.1.11. *Smoke Point*

Titik asap ialah tinggi nyala maksimum dalam millimeter, dimana suatu bahan bakar menyala tanpa mengeluarkan asap apabila ditentukan dengan suatu peralatan dan kondisi operasi tertentu [8]. Uji titik asap memperoleh hasil yaitu :

Tabel IV.13. Data Hasil Uji *Smoke Point*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Smoke Point (mm)
A	180 – 250	16
	150 – 300	14
B	180 – 250	11
	150 – 300	10
C	180 – 250	19
	150 – 300	18

Dari data dapat dilihat sampel fraksi C pada potongan 180 – 250 memiliki titik asap yang paling tinggi daripada potongan fraksi yang lain. Hal ini dikarenakan sampel fraksi C memiliki kandungan senyawa aromatik yang tinggi. Bahan bakar yang baik harus memiliki titik asap yang tinggi. Batas minimum titik asap untuk kerosin adalah 15 [8]. Jadi dapat dikatakan bahwa sampel fraksi C baik digunakan.

4.1.12. *Copper Strip*

Uji ini dilakukan untuk mengukur pengaruh bahan bakar terhadap tingkat korosi tembaga [15]. Hasil dari uji *copper strip* ini yaitu :

Tabel IV.14. Data Hasil Uji *Copper Strip*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Suhu	Copper Strip
A	180 – 250	100°C	1a
	150 – 300		1a
B	C ₅ – 80	50°C	1a
	C ₅ – 100		1a
	C ₅ – 80	100°C	1b
	C ₅ – 100		1b
	180 – 250		3a
	150 – 300		3a
C	C ₅ – 80	50°C	1a
	C ₅ – 100		1a
	C ₅ – 80	100°C	1a
	C ₅ – 100		1a
	180 – 250		1b
	150 – 300		1b

Fraksi ataupun produk minyak bumi lainnya memiliki batas maksimal *copper strip* yaitu kelas 1 [8]. Dari data sampel fraksi B memiliki hasil uji 3a pada potongan fraksi 180 – 250 dan juga pada potongan 150 – 300. Ini berarti kedua sampel fraksi tersebut memiliki tingkat korosi yang lebih tinggi dari sampel fraksi lainnya. Korosi produk minyak bumi terhadap berbagai macam logam disebabkan oleh senyawa belerang korosif yang terdapat dalam produk minyak bumi [8]. Dapat disimpulkan bahwa pada sampel fraksi B memiliki kandungan belerang yang tinggi, sehingga tingkat korosinya pun lebih tinggi. Sampel fraksi A memiliki tingkat korosi 1a serta sampel fraksi C memiliki tingkat korosi 1a dan 1b, berarti tingkat korosi pada kedua sampel ini tidak terlalu mengkhawatirkan dan sampel ini masih aman digunakan.

4.1.13. *Aniline Point*

Titik anilin adalah temperatur minimum pancampuran seimbang untuk volume yang seimbang antara anilin dan sampel [8]. Hasil dari uji titik anilin yaitu :

Tabel IV.15. Data Hasil Uji *Anilin Point*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Anilin Point (°C)
A	100 – 180	31,2
	180 – 250	49,4
	150 – 300	50
	180 – 350	51,2
	250 – 350	52
B	100 – 180	27,2
	180 – 250	46,6
	150 – 300	43,4
	180 – 350	55,6
	250 – 350	61,1
C	100 – 180	46,4
	180 – 250	60,1
	150 – 300	55,9

Dilihat dari tabel di atas bahwa seluruh sampel tersebut memiliki titik anilin antara 27°C – 62°C. Titik anilin digunakan sebagai parameter yang berguna dalam perhitungan panas pembakaran dan indeks kadar hidrogen [8].

4.2. Pengaruh Sifat-sifat Fisik Minyak Bumi terhadap Produk yang Dihasilkan

Hasil di atas dapat digunakan untuk menentukan produk dominan yang akan dihasilkan. Cara menentukannya yaitu dengan melihat hasil analisa di atas dengan ketentuan karakteristik produk minyak bumi. Dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel IV.16. Perbandingan Hasil Viskositas Kinematik dengan Produk Gas oil dan *Heavy*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Viskositas Kinematik (cSt)					Gas Oil (cSt)		<i>Heavy</i> (cSt)	
		100°F	122°F	140°F	180°F	210°F	Min	Maks	Min	Maks
A	180 – 250	1,957	1,626	1,424	-	-	2,0	4,5	6,0	55,0
	150 – 300	2,757	2,250	1,933	-	-				
	180 – 350	3,911	3,053	2,546	-	-				
	250 – 350	5,812	4,302	3,461	-	-				
	350 - EP (520°C)	-	34,81	22,89	-	6,951				
	Rsd > 350°C	-	-	766,5	222,9	108,9				
	Rsd > EP (520°C)	-	-	5207	990,5	371,9				

B	180 – 250	1,662	1,390	1,225	-	-	2,0	4,5	6,0	55,0
	150 – 300	1,966	1,620	1,410	-	-				
	180 – 350	2,936	2,309	1,943	-	-				
	250 – 350	4,061	3,101	2,555	-	-				
	350 - EP (520°C)	-	32,29	20,94	-	6,169				
	Rsd > 350°C	-	-	3060	492,5	173,4				
C	180 – 250	1,531	1,284	1,135	-	-				
	150 – 300	1,324	1,124	1,004	-	-				
	Fraksi > 300°C	-	-	13,27	7,041	4,874				

Sampel A lebih banyak memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil. Sampel B juga memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil. Sedangkan sampel C memenuhi karakteristik untuk menjadi produk *heavy*.

Tabel IV.17. Perbandingan Hasil Pour Point dengan Produk Gas Oil dan *Heavy*

Sampel	Potong Fraksi (°C)	Titik Tuang (°C)	Gas Oil (°C)		Heavy (°C)	
			Min	Maks	Min	Maks
A	180 – 350	Below -36	-	18	-	30
	250 – 350	Below -36				
	350 - EP (520°C)	24				
	Rsd > 350°C	30				
	Rsd > EP (520°C)	42				
B	180 – 350	-12	-	18	-	30
	250 – 350	-6				
	350 - EP (520°C)	56				
	Rsd > 350°C	48				
	Rsd > EP (520°C)	>50				
C	Fraksi > 300°C	27				

Sampel A lebih banyak memenuhi karakteristik untuk menjadi produk *heavy*. Sampel B memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil dan *heavy*. Sedangkan sampel C juga memenuhi karakteristik untuk menjadi produk *heavy*.

Tabel IV.18. Perbandingan Hasil Flash Point dengan Produk Kerosin, Gas Oil dan *Heavy*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Titik Nyala "Abel" (°C)	Kerosin (°C)		Gas Oil (°C)		Heavy (°C)	
			Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
A	180 – 250	61	38	-	55	-	60	-
	150 – 300	82						
B	180 – 250	69	38	-	55	-	60	-
	150 – 300	58						

C	100 – 180	1						
	180 – 250	67						
	150 – 300	43						

Sampel A, B dan C sama-sama memenuhi karakteristik untuk menjadi produk kerosin, gas oil dan *heavy*.

Tabel IV.19. Perbandingan Hasil RVP dengan Produk Gasolin

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	RVP (Psi)	Gasolin (Psi)	
			Min	Maks
A	C ₅ – 100	6,2	6,53	8,70
B	C ₅ – 80	17,4		
	C ₅ – 100	10,4		
C	C ₅ – 80	19,4		
	C ₅ – 100	11		

Tidak ada sampel yang memenuhi karakteristik uji RVP untuk menjasi produk gasolin.

Tabel IV.20. Perbandingan Hasil CCR dengan Produk Gas Oil dan *Heavy*

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	CCR (%wt)	Gas Oil (%wt)		Heavy (%wt)	
			Min	Maks	Min	Maks
A	350 - EP (520°C)	0	-	0,3	-	22
B	350 - EP (520°C)	0,044				
C	-	-				

Sampel A dan B memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil maupun *heavy*.

Tabel IV.21. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel A dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Penga- matan	Satuan	Distilasi				Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
		Potongan Fraksi (°C)				Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
		180 – 250	150 – 300	180 – 350	250 – 350						
10 %vol	°C	198	187	223	270	-	70	-	-	-	-
50 %vol	°C	217	233	268	290,5	77	110	-	-	-	-
90 %vol	°C	237	270	318,5	327	-	180	-	-	-	340
95 %vol	°C	243	277	334,5	340,5	-	-	-	-	-	360
FBP	°C	248	288	348,5	351	-	215	-	310	-	370
Residu	vol %	1	1	1,5	1,5	-	2	-	-	-	-

Sampel A hanya memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil.

Tabel IV.22. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel B dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Penga- matan	Satuan	Distilasi				Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
		Potongan Fraksi (°C)				Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
		C ₅ – 80	C ₅ – 100	100 – 180	180 – 250						
10 %vol	°C	44	53,5	127	201,5	-	70	-	-	-	-
50 %vol	°C	59,5	73,5	148,5	224,5	77	110	-	-	-	-
90 %vol	°C	78	93	168,5	245	-	180	-	-	-	340
95 %vol	°C	83,5	99,5	174,5	250	-	-	-	-	-	360
FBP	°C	90	106	185	260	-	215	-	310	-	370
Residu	vol %	0	0	1	1	-	2	-	-	-	-

Tabel IV.23. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel B dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Penga- matan	Satuan	Distilasi			Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
		Potongan Fraksi (°C)			Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
		150 – 300	180 – 350	250 – 350						
10 %vol	°C	193	224,5	266	-	70	-	-	-	-
50 %vol	°C	248	265,5	284	77	110	-	-	-	-
90 %vol	°C	276	309	316,5	-	180	-	-	-	340
95 %vol	°C	283,5	319,5	325	-	-	-	-	-	360
FBP	°C	296,5	330	335,5	-	215	-	310	-	370
Residu	vol %	1,5	1,5	1	-	2	-	-	-	-

Sampel B memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gas oil.

Tabel IV.24. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel C dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Penga- matan	Satuan	Distilasi			Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
		Potongan Fraksi (°C)			Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
		C ₅ – 80	C ₅ – 100	100 – 180						
10 %vol	°C	32	50	117	-	70	-	-	-	-
50 %vol	°C	54,5	76	136	77	110	-	-	-	-
90 %vol	°C	83	100	164	-	180	-	-	-	340
95 %vol	°C	89	106	172	-	-	-	-	-	360
FBP	°C	95	111	182,5	-	215	-	310	-	370
Residu	vol %	0	0	0,5	-	2	-	-	-	-

Tabel IV.25. Perbandingan Hasil Distilasi Sampel C dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Pengamatan	Satuan	Distilasi		Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
		Potongan Fraksi (°C)							
		180 – 250	150 – 300	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
10 %vol	°C	196	164,4	-	70	-	-	-	-
50 %vol	°C	214,5	199,5	77	110	-	-	-	-
90 %vol	°C	237	262	-	180	-	-	-	340
95 %vol	°C	243	274	-	-	-	-	-	360
FBP	°C	248	284	-	215	-	310	-	370
Residu	vol %	1,5	1,5	-	2	-	-	-	-

Sampel C memenuhi karakteristik untuk menjadi produk kerosin dan gas oil.

Tabel IV.26. Perbandingan Hasil Smoke Point dengan Produk Kerosin

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Smoke Point (mm)	Kerosin (mm)	
			Min	Maks
A	180 – 250	16	15	-
	150 – 300	14		
B	180 – 250	11		
	150 – 300	10		
C	180 – 250	19		
	150 – 300	18		

Sampel C yang memenuhi karakteristik untuk menjadi produk kerosin.

Tabel IV.27. Perbandingan Hasil Copper Strip dengan Produk Gasolin, Kerosin dan Gas Oil

Sampel	Potongan Fraksi (°C)	Suhu	Copper Strip	Gasolin		Kerosin		Gas Oil	
				Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
A	180 – 250	100°C	1a	-	-	-	-		
	150 – 300		1a						
B	C ₅ – 80	50°C	1a	-	1	-	1	-	1
	C ₅ – 100		1a						
	C ₅ – 80	100°C	1b	-	-	-	-		
	C ₅ – 100		1b						
	180 – 250	100°C	3a	-	-	-	-		
	150 – 300		3a						
C	C ₅ – 80	50°C	1a	-	1	-	1		
	C ₅ – 100		1a						
	C ₅ – 80	100°C	1a	-	-	-	-		
	C ₅ – 100		1a						
	180 – 250		1b						
	150 – 300		1b						

Sampel B dan C memenuhi karakteristik untuk menjadi produk gasolin dan kerosin. Namun untuk produk gasoil hanya sampel A dan C.

4.2.1. Sampel A dan Sampel B

Sampel A dan B mempunyai dominan produk yang sama yaitu gas oil. Hal ini dilihat dari perbandingan hasil uji sampel nomor A dan B terhadap karakteristik setiap produk. Produk-produk gas oil yaitu solar, disel dan biodiesel. Dari 13 analisa diatas terdapat beberapa analisa yang berpengaruh terhadap dominan produk yaitu gas oil, antara lain :

a. Viskositas Kinematik

Semakin rendah viskositas kinematik menyebabkan minyak lebih cepat mengalir, sehingga aliran bahan bakar dari tangki bahan bakar ke ruang bakar semakin cepat. Hal ini terjadi karena semakin rendah nilai viskositas kinematik, gaya gesek fluida dengan permukaan semakin kecil [20]. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengkabutan bahan bakar minyak sehingga pembakaran menjadi kurang sempurna [15].

b. *Pour Point*

Pada uji titik tuang berhubungan dengan viskositas, yaitu dengan semakin rendah viskositas, maka semakin mudah produk untuk mengalir pada kondisi tertentu. Titik tuang menunjukkan suhu dimana minyak mulai membeku atau berhenti mengalir. Titik tuang yang tinggi akan membuat mesin sulit dinyalakan pada suhu yang rendah [15]. Nilai titik tuang rendah sangat menguntungkan saat operasi kerja mesin pada musim dingin. Pada musim dingin biasanya terjadi pembentukan kristalisasi setelah temperatur ruang mencapai titik tuang bahan bakar. Hal ini mempunyai dampak pada kemampuan mengalir bahan bakar menjadi berkurang. Rendahnya titik tuang dapat menjaga agar bahan bakar tetap memiliki kemampuan yang baik untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki ke ruang bakar [20].

c. ASTM Color

Warna dapat berfungsi sebagai indikasi tingkat penyempurnaan bahan. Penentuan warna secara visual dari berbagai macam produk minyak bumi seperti pelumas, minyak pemanas, dan minyak solar. Bila rentang warna produk tertentu diketahui dan diperoleh hasil di luar rentang yang telah ditetapkan berarti menunjukkan kemungkinan adanya kontaminasi dengan produk lain [8].

d. *Flash Point*“PMCC”

Sampel yang memiliki titik nyala yang rendah berarti sampel tersebut memiliki banyak fraksi ringan. Sampel yang memiliki fraksi ringan yang dominan dan memiliki titik nyala yang rendah memerlukan penyimpanan khusus seperti pendinginan dan tangki khusus untuk prosedur keselamatan karena sampel tersebut mudah terbakar [21].

e. Distilasi

Semakin tinggi nilai distilasi menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki banyak fraksi berat. Jika semakin banyak fraksi berat dari distilasi minyak bumi, maka distribusi unsur belerang semakin besar berpengaruh sebagai pengotor dan pencemar [8].

f. Anilin

Apabila titik anilin tinggi maka kandungan aromatik pada sampel tersebut tinggi. Kandungan aromatik sangat diperlukan pada minyak bumi karena berguna untuk proses pembakaran [8].

4.2.2. Sampel C

Sampel C memiliki dominan produk yaitu kerosin. Produk-produk yang berasal dari kerosin contohnya minyak tanah dan avtur. Beberapa analisa yang memiliki pengaruh terhadap dominan produk kerosin yaitu :

a. Viskositas Kinematik

Semakin rendah viskositas kinematik menyebabkan minyak lebih cepat mengalir, sehingga aliran bahan bakar dari tangki bahan bakar ke ruang bakar semakin cepat. Hal ini terjadi karena semakin rendah nilai viskositas kinematik, gaya

gesek fluida dengan permukaan semakin kecil [20]. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengkabutan bahan bakar minyak sehingga pembakaran menjadi kurang sempurna [15].

b. *Flash “Abel”*

Sampel yang memiliki titik nyala yang rendah berarti sampel tersebut memiliki banyak fraksi ringan. Sampel yang memiliki fraksi ringan yang dominan dan memiliki titik nyala yang rendah memerlukan penyimpanan khusus seperti pendinginan dan tangki khusus untuk prosedur keselamatan karena sampel tersebut mudah terbakar [21][18].

c. *Distilasi*

Semakin tinggi nilai distilasi menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki banyak fraksi berat. Jika semakin banyak fraksi berat dari distilasi minyak bumi, maka distribusi unsur belerang semakin besar berpengaruh sebagai pengotor dan pencemar [8].

d. *Smoke Point*

Apabila titik asap tinggi maka kandungan aromatik pada sampel tersebut tinggi. Kandungan aromatik sangat diperlukan pada minyak bumi karena berguna untuk proses pembakaran [8].

e. *Copper Strip*

Bila *copper strip* menunjukkan nilai yang tinggi maka sampel tersebut mengandung banyak kandungan sulfur. Kandungan sulfur berpengaruh pada tingkat korosif sampel tersebut [15].

f. *Aniline Point*

Apabila titik anilin tinggi maka kandungan aromatik pada sampel tersebut tinggi. Kandungan aromatik sangat diperlukan pada minyak bumi karena berguna untuk proses pembakaran [8].

Tabel IV.28. Identifikasi Gasolin, Kerosin, Gas Oil, dan Heavy pada Sampel A, B, C

Parameter	Sampel A				Sampel B				Sampel C			
	Gasolin	Kerosin	Gas Oil	Heavy	Gasolin	Kerosin	Gas Oil	Heavy	Gasolin	Kerosin	Gas Oil	Heavy
<i>Kinematik Viscosity</i>	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓
<i>Pour Point</i>	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓
<i>Flash Point "Abel"</i>	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
<i>Reid Vapour Pressure</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wax Content</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Congealing Point</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conradson Carbon Residu</i>	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-
<i>ASTM Color</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flash Point "PMCC"</i>	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-
<i>Distilasi</i>	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-
<i>Smoke Point</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-
<i>Copper Strip</i>	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-
<i>Aniline Point</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jumlah</i>	-	1	5	2	1	2	5	3	1	4	3	3

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan :

1. Hasil dari masing-masing sampel sebagai berikut :

Parameter	Sampel		
	A	B	C
<i>Kinematic Viscosity</i> (cSt)	1,424 - 5207	1,225 - 3060	1,004 - 13,27
<i>Pour Point</i> (°C)	Below -36 - 42	-12 - >50	27
<i>Flash Point "Abel"</i> (°C)	61 - 82	58 - 69	1 - 67
<i>Reid Vapour Pressure</i> (Psi)	6,2	10,4 - 17,4	11 - 19,4
<i>Wax Content</i> (%wt)	14,33	19	-
<i>Congealing Point</i> (°C)	52	56	-
<i>Conradson Carbon Residu</i> (%wt)	0	0,044	-
<i>ASTM Color</i>	L 3,5 - L 4	L 0,5	-
<i>Flash Point "PMCC"</i> (°C)	84 - 126	86 - 124	-
<i>Distilasi</i> (°C)	155 - 351	27 - 335,5	22 - 284
<i>Smoke Point</i> (mm)	14 - 16	10 - 11	18 - 19
<i>Cooper Strip Test</i>	1a	1a - 3a	1a - 1b
<i>Aniline Point</i> (°C)	31,2 - 52	27,2 - 61,1	46,4 - 60,1

Sampel A memiliki viskositas yang tinggi, memiliki banyak fraksi berat, sedikit kandungan parafin, tidak ada kandungan karbon, tidak begitu banyak mengandung senyawa aromatik. Sampel B memiliki kekentalan yang tidak terlalu tinggi, fraksi berat yang terkandung juga tidak terlalu banyak, mengandung banyak senyawa parafin, tidak terlalu banyak mengandung senyawa aromatik. Sampel C memiliki viskositas yang rendah, memiliki sedikit fraksi berat, memiliki kandungan aromatik yang tinggi.

2. Adapun sampel A dan B memiliki sifat-sifat fisika yang dominan sebagai gas oil. Sedangkan sampel C memiliki sifat sifat fisika yang dominan untuk membuat kerosin.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, saran penelitian lanjutan yaitu melakukan uji kimia untuk dalam rangka mengidentifikasi kandungan sulfur, air (*water content*), merkaptan, dan logam (*metal content*) dari masing-masing fraksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Hatta, E. M. T and S. Anita, "Karakterisasi dan Penentuan Kematangan Minyak Mentah (*Crude Oil* Langgak, Riau)," 2013.
2. I. R. Ardiansyah, "Proses Pengolahan Minyak Bumi (Minyak Mentah dan Komposisinya)," 2014.
3. Suliantara and T. Susantoro, "Pemetaan Cekungan Target Eksplorasi Migas Kawasan Timur Indonesia," 2013.
4. Sulistyono, Suntoro and M. Masykuri, "Kajian Dampak Tumpahan Minyak dari Kegiatan Operasi Kilang Minyak Terhadap Kualitas Air dan Tanah (Studi Kasus Kilang Minyak Pusdiklat Migas Cepu)," 2004.
5. M. H. A. Najib, P. P. A, N. Kumaeti and H. A. Aji, "Studi Pengaruh Laju Alir NaOH Dalam Proses Absorpsi Gas CO₂," 2007.
6. C. F. Zuhra, "Penyulingan, Pemrosesan dan Penggunaan Minyak Bumi," 2003.
7. N. T. Majid and Nurkholis, "Pembuatan Teh Rendah Kafein Melalui Proses Ekstraksi Dengan Pelarut Etil Asetat," 2009.
8. Risdiyanta, "Mengenal Kilang Pengolahan Minyak Bumi (*Refinery*) di Indonesia," Forum Teknologi, 2009.
9. M. Fuad, "Simulasi Distribusi Titik Didih Distilasi TBP dan Hempel Menggunakan Model Matematika Riazzy," 2013.
10. R. A. K. Nadkarni, "*Guide to ASTM Test Methods for the Analysis of Petroleum Products and Lubricants*," 2004.

11. N. Saksono, "Magnetizig Kerosin For Increasing Combution Efficiency," *Jurnal Teknologi*, 2005.
12. Hartiniati, "Hidrokonversi Katalitik Residu Minyak Bumi: Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi," *Reaktor*, Vol 10 No. 2, 2006.
13. Soedarto, "Analisa Minyak Bumi," *Degradasi Minyak Mentah*, vol. 4, 2001.
14. W. P. Raharjo, "Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Campuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada *Atomizing Burner*," 2006.
15. I. K. Nugraheni, "Modifikasi Solar Menjadi Bahan Bakar Pertamina Dex," *Elemen*, vol. 1, 2014.
16. I. W. Sutapa and Rosmawaty, "Pengaruh Berat Katalis, Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap Terhadap Produk Biodisel dari Lemak Sapi," *Seminar Nasional Basic Science*, 2005.
17. M. R. Riazi, T. A. Albahri and A. H. AlQattan, "*Prediction Of The Reid Vapor Pressure Of Petroleum Fuels*," 2000.
18. P. L. Hariani, F. Riyanti and M. R, "Pengaruh Variasi Temperatur dan Konsentrasi Minyak Terhadap Rendemen dan Karakteristik Biodiesel dari Minyak Biji Kemiri (*Aleurites Moluccana*)," *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013.
19. "Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale)1," *Designation*, 2000.
20. G. B. Susilo, "Pembuatan Bahan Bakar dari Pirolisis Limbah Plastik Jenis Polietilen, Polistiren and Other," *Jurnal Teknologi Technoscintia*, vol. 8, 2016.

21. A. N. Standard, "Standard Test Methods For Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester," *ASTM International*, Vols. Designation : D93-02a, 2003.