

# STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PERALATAN LABORATORIUM ENHANCED OIL RECOVERY

*by* Joko Pamungkas

---

**Submission date:** 14-Jan-2022 08:58AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1741429700

**File name:** 5.\_Buku.pdf (2.62M)

**Word count:** 4803

**Character count:** 29468

# **STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PERALATAN LABORATORIUM *ENHANCED OIL RECOVERY* (EOR)**



**Disusun oleh :**

**Dr. Ir. Harry Budiharjo Sulistiyarso, MT**

**Dr. Ir. Dyah Rini R, MT**

**Ir. Joko Pamungkas, MT**

**Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.**



**Jurusan Teknik Perminyakan  
Fakultas Teknologi Mineral  
UPN "Veteran" Yogyakarta**

**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR**  
**PERALATAN LABORATORIUM *ENHANCED OIL***  
***RECOVERY***

Disusun oleh :

**Dr. Ir. Harry Budiharjo Sulistiyarso, MT**

**Dr. Ir. Dyah Rini R, MT**

**Ir. Joko Pamungkas, MT**

**Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.**

**Jurusan Teknik Perminyakan**  
**Fakultas Teknologi Mineral**  
**UPN "Veteran" Yogyakarta**

**Tim Penulis :**

Dr. Ir. Harry Budiharjo Sulistiyarso, MT

Dr. Ir. Dyah Rini R, MT

Ir. Joko Pamungkas, MT

Indah Widiyaningsih, S.T., M.T.

**ISBN : 978-623-6896-79-2**

**Editor :**

Salma Azizah

Dian Indri Astuti

Resa Nanda Vidya Sari

**Desain Sampul dan Tata Letak :**

Vitus Oky Himawan

**Penerbit/ Redaksi**

LPPM, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”

Yogyakarta

Cetakan Pertama Oktober 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.



## **KATA PENGANTAR**

Penulisan buku ini dimaksudkan untuk memberikan arahan atau petunjuk standar prosedur operasional penggunaan peralatan Laboratorium Perolehan Minyak Tahap Lanjut. Buku ini juga diharapkan dapat memberikan petunjuk secara terperinci mengenai spesifikasi, deskripsi, dan langkah-langkah penggunaan peralatan sehingga dapat dilakukan pengujian laboratorium sesuai dengan prosedur teknis yang tersedia.

Apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah turut berpartisipasi dalam penyusunan dan penyempurnaan buku ini yang turut memberikan sumbangan pemikiran pada buku panduan ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat.

Yogyakarta, Agustus 2021

Penulis

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II ELECTRONIC DENSITY BALANCE .....	2
BAB III VISKOMETER BROOKFIELD DV3TLV.....	15
BAB IV <i>SPINNING DROP INTERFACIAL TENSIOMETER</i> ..	29
BAB V <i>GAS CHROMATOGRAPHY TRACE GC 1310</i> .....	39
BAB VI <i>CORE FLOODING</i> .....	46
BAB VII OVEN MEMMERT UNB 400.....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	66

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latarbelakang**

Laboratorium Riset EOR merupakan sarana dan tempat untuk mendukung proses pembelajaran yang didalamnya terkait dengan pengembangan dan pengelolaan pemahaman, keterlampilan dan inovasi dari bidang ilmu reservoir terkhusus pada metode perolehan minyak tahap lanjut. Laboratorium Riset EOR merupakan laboratorium yang dirintis secara mandiri oleh Jurusan Teknik Perminyakan. Laboratorium ini bertempat di Kampus 2 Babarsari Lantai Dasar Gedung Patimura. Saat ini Laboratorium Riset EOR dilengkapi alat-alat yang mendukung penelitian pada bidangnya seperti Viskosimeter, Tensiometer (untuk mengukur Interfacial tension/IFT), Gas Chromatograph (GC) dan alat untuk menentukan besarnya recovery pada reservoir minyak yaitu rangkaian alat Coreflooding. Sebagian balat ini diadakan secara mandiri oleh para perintis

termasuk juga bantuan dari Alumni. Pada kondisi saat ini Laboratorium Riset EOR memiliki tata ruang yang masih sederhana. Pada tahap awal telah dilakukan desain tata ruang yang lebih efektif dan efisien yang dapat diaplikasikan pada Laboratorium Riset EOR.

## BAB II

### ELECTRONIC DENSITY BALANCE



Gambar 2.1. *Electronic Density Balance*

#### **Spesifikasi**

- *Weighing balance range : 220 grams.*
- *Resolution: 1 milligram.*
- *Accessories: Beaker, stand sinker & thread.*
- *Paint: Powder coated.*
- *Power requirement: 230 Volts, 50Hz Single Phase.*

### **Prosedur penggunaan**

1. Nyalakan timbangan.
2. Bersihkan measuring plate dari kotoran yang menempel.
3. Lakukan kalibrasi terlebih dahulu sebelum memulai penimbangan.
4. Masukkan benda yang akan ditimbang kemudian tutup kaca pelindung, ini dilakukan agar tidak terpengaruh terhadap kondisi ruangan.
5. Catat semua angka yang terbaca di layar.
6. Kaca penutup measuring plate harus selalu tertutup

### **Ilustrasi Penggunaan *Electronic Density Balance***



Gambar 2.2. Mempersiapkan *electronic density balance*



Gambar 2.3. Menyalakan *electronic density balance*



Gambar 2.4. Mengkalibrasi *electronic density meter*

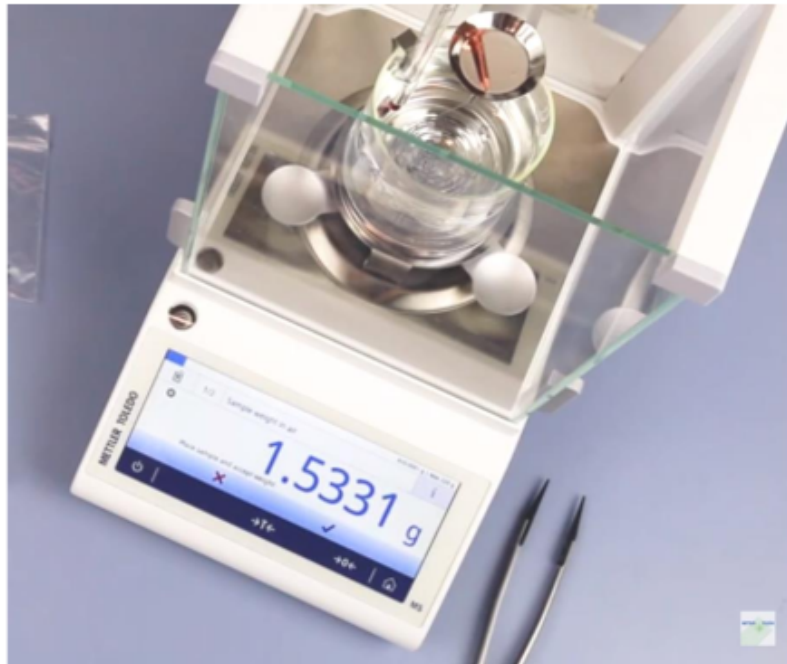


Gambar 2.5. *Electronic density balance* sudah terkalibrasi



Gambar 2.6. Pengukuran densitas padatan

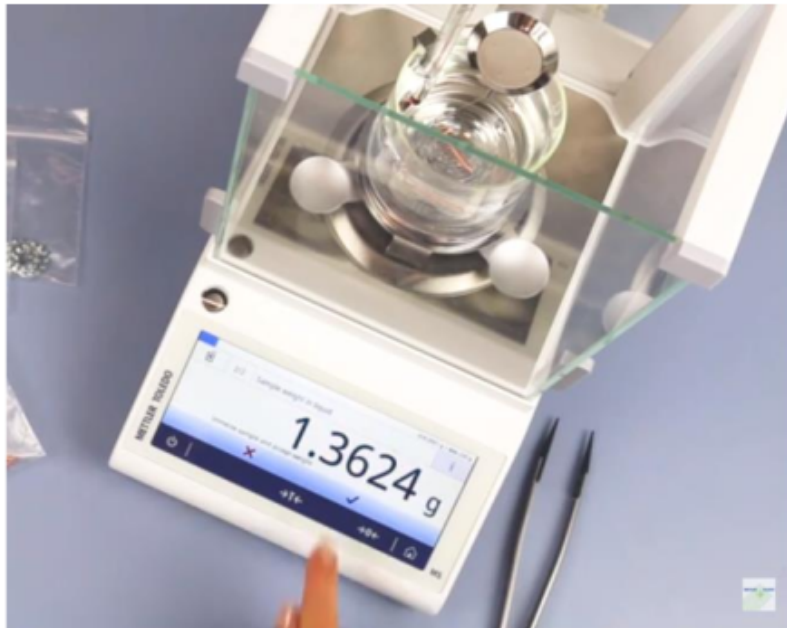




Gambar 2.7. Hasil pengukuran densitas di udara



Gambar 2.8. Pengukuran densitas di dalam air



Gambar 2.9. Hasil pengukuran densitas padatan di air



Gambar 2.10. Perhitungan akhir densitas padatan



Gambar 2.11. Hasil perhitungan densitas dicetak

### Dasar Teori

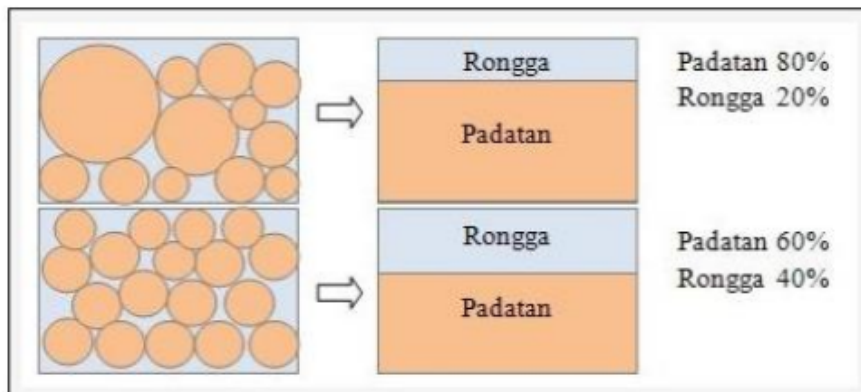
1

Densitas batuan secara umum adalah perbandingan antara massa dengan volume total pada batuan tersebut. Ada lima pengukuran density, yaitu: *true density*, *apparent density*, *particle density*, *bulk density*, and *in-place density*. Densitas sejati (*true density*) adalah massa dibagi dengan volume yang terisi oleh pori bebas yang terdapat pada suatu padatan. Penentuan *true density* secara tepat memerlukan pengisian struktur pori yang

lengkap dengan fluida yang tidak berinteraksi dengan padatan tersebut. Densitas nyata (*apparent density*) ditentukan dengan mencelupkan bobot sampel suatu padatan didalam sebuah cairan diikuti dengan pengukuran keakuratan cairan yang dipindahkan (metode *pycnometer*).

Densitas partikel (*particle density*) adalah bobot dari satuan volume dari suatu padatan, termasuk pori dan retakan. <sup>1</sup> Densitas keseluruhan (*bulk density*) adalah massa dari kumpulan suatu partikel padatan di sebuah wadah dibagi dengan volume dari wadah tersebut. Itu tergantung pada densitas sejati, ukuran partikel, dan distribusi ukuran, bentuk partikel, kadar air permukaan, dan tingkat kekompakan. Densitas insitu (*in-place density*) batubara memberikan pengertian bahwa lapisan batubara dapat ditunjukkan sebagai ton per *acre per feet* dari tebal lapisan atau ton per *square mile per feet* dari tebal lapisan. Densitas insitu (*in-place density*) harus ditentukan pada sampel yang dalam keadaan

jenuh untuk menyesuaikan keseimbangan kadar air yang ada dibawah kondisi insitu. Secara sederhana, suatu batuan memiliki dua komponen, komponen padatan dan komponen rongga (pori). Keberadaan komponen padatan maupun komponen rongga mempunyai nilai yang beragam pada tiap – tiap batuan sehingga massa jenis dari suatu batuan berbeda dengan batuan yang lainnya. Ilustrasi pada gambar di bawah menunjukkan dua jenis batuan yang terdiri dari presentase padatan dan rongga yang berbeda – beda. Namun rongga yang terdapat pada batuan tersebut juga dapat terisi oleh fluida, seperti air, minyak, ataupun gas bumi. Persentase rongga yang terisi oleh fluida dikenal dengan istilah kejenuhan fluida, untuk air dinamakan saturasi air ( $S_w$ ).



**Gambar 2.12. Model matriks dan rongga pada batuan**

Fluida minyak bumi dijumpai dalam bentuk cair, sehingga sesuai dengan sifat cairan pada umumnya, pada fasa cair jarak antara molekul- molekulnya relatif lebih kecil daripada gas. Sifat fisik minyak antara lain antara lain adalah densitas minyak.

**1** Terdapat pengaruh komponen padatan terhadap densitas batuan. Komponen padatan yang terdapat pada batuan juga dapat memiliki massa jenis yang berbeda – beda juga. Massa jenis ini dikenal dengan istilah densitas matriks, yang dapat dirumuskan melalui rumus seperti demikian:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

5 Densitas didefinisikan sebagai perbandingan berat masa suatu substansi dengan volume dari unit tersebut, sehingga densitas minyak ( $\rho_o$ ) merupakan perbandingan antara berat minyak (lb) terhadap volume minyak (cuft). Perbandingan tersebut hanya berlaku untuk pengukuran densitas di permukaan (laboratorium), dimana kondisinya sudah berbeda dengan kondisi reservoir sehingga akurasi pengukuran yang dihasilkan tidak tepat. Metode lain dalam pengukuran densitas adalah dengan memperkirakan densitas berdasarkan pada komposisi minyaknya.

5 Densitas atau berat jenis gas adalah perbandingan rapatan gas tersebut dengan rapatan gas standar. Kedua rapatan diukur pada tekanan dan temperature yang sama. Biasanya yang digunakan sebagai gasstandar adalah udara kering.

Densitas batuan berpori adalah perbandingan antara berat terhadap volume (rata-rata dari material). Densitas spesifik adalah perbandingan densitas batuan pada tekanan dan temperatur normal, yaitu kurang dari 103 kg/m<sup>3</sup>. Biasanya sebagai contoh densitas spesifik di Wairakei yaitu 1 - 3. Densitas spesifik batuan (bagian *solid*) antara 2,2 - 3. Densitas batuan lapangan panasbumi umumnya sangat berpengaruh terhadap *heat content* yang dikandung. Semakin besar densitas batuan semakin besar *heat content* yang dikandung batuan.

Densitas merupakan salah satu sifat fisik fluida reservoir panasbumi, dimana didalamnya terdapat dua fasa yaitu fasa cair dan fasa uap. Satuan densitas adalah massa/volume, biasanya kg/m<sup>3</sup>. Fluida panasbumi umumnya terdiri dari 70% atau lebih Sodium Chloride dan unsur lainnya adalah Potassium Chloride yang mempunyai efek pada suhu, maka densitas fluida dapat diperkirakan dengan mengkoreksi densitas air murni



dengan persamaan:

$$\rho = \rho + 0,0073$$

Harga 0,0073 menyatakan rata-rata harga slope untuk ketiga senyawa fluida panasbumi.

**BAB III**  
**VISKOMETER BROOKFIELD DV3TLV**



Gambar 3.1. *Viscometer Brookfield DV3TLV*

Model : DV3T  
Pembuatan : USA  
Speeds : 0.01 – 250 RPM  
Temperature : -100 to 300 °C  
Dimensi : 0 cm x 0 cm x 0 cm  
Berat : 0 kg  
Produk Katalog : DV3T\_support.pdf  
Instruksi manual : N / A  
Spesifikasi Teknis : N / A

## **DESKRIPSI SINGKAT**

*Viscometer* diprogram dengan 7-inch *Full Color Touch Screen Display* dengan *New User Interface*, Kontrol Ditingkatkan dan *Real Time Trend Indicator*.

## **KETERANGAN**

*Stand Alone Programming* atau dapat menggunakan termasuk *flash PG. Software* memungkinkan pengguna untuk membuat tes kustom berulang dengan semua built-in pilihan pada DV3T ditambah penambahan beberapa baris program (hingga 25 langkah). Buat program pada PC dan men-download ke *USB Flash Drive Upload* program dari *USB Flash Drive* untuk DV3T tersebut. Dengan Rheocalc T Software aksesoris sebagai opsional. Menganalisis karakteristik tegangan luluh, kurva aliran (pencampuran, memompa, penyemprotan), meratakan dan pemulihan. Suhu *Control* yang terintegrasi dengan koneksi ke *Baths* seri Brookfield TC dan *AP controller* atau Sistem Brookfield Thermosel Indra dan menampilkan terus menerus: Viskositas (cP atau

mPa.s), Suhu, *Shear* Tingkat / *Shear Stress*, % torsi, Kecepatan/*Spindle*, Status Program Langkah dan Matematika Model Perhitungan. Akurasi  $\pm 1\%$  dari jangkauan, pengulangan  $\pm 0,2\%$ .

Tersedia dalam model:

- DV3TLV. Kisaran 1-6000000 cps
- DV3TRV. Berkisar 100-40000000 cps
- DV3THA. Berkisar 200-80000000 cps
- DV3THB. Berkisar 800-320000000 cps
- DV3T5XHB. Kisaran 4.000-1600000000 cps

### **PENGUKURAN DENGAN VARIASI SUHU**

1. Menyiapkan larutan yang akan diukur viskositasnya.
2. Menghidupkan *Viscometer Brookfield*, lalu memilih menu *autozero*.
3. Menghidupkan *computer*, kemudian membuka aplikasi bawaan dari *Viscometer Brookfield* yang sudah *terinstall* pada *computer*.
4. Menyalakan *water bath* dan mengatur suhunya.

5. Larutan dimasukkan kedalam wadah sampel yang berbentuk silinder dengan tutup karet pada bagian bawahnya.
6. Memasang *spindle* pada *Viscometer Brookfield* dengan memutar skrup pada bagian atas *spindle*.
7. Masukkan wadah sampel kedalam silinder pemanas (jaket pemanas), lalu putar skrup pada jaket pemanas untuk mengencangkan dan memantapkan wadah sampel.
8. Pasangkan wadah sampel yang telah dilapisi jaket pemanas ke alat *Viscometer Brookfield* dan dikencangkan dengan memutar skrup pada bagian belakang *Viscometer Brookfield*.
9. Memastikan ketinggian larutan sampel yang diukur telah mencapai batas ketinggian tertentu (batas ketinggian terletak pada batang *spindle*).
10. Memilih menu external mode pada layar *Viscometer Brookfield*.
11. Mengisi parameter pengukuran pada *console* aplikasi bawaan *Viscometer Brookfield* (kecepatan putaran

- spindle*, jenis data yang ditampilkan, periode penampilan data, dll).
12. Mengkoneksikan *computer* dengan *viscometer brookfield* dpada menu *connection* (pilih COM3).
  13. Memilih menu *start* pada *console* aplikasi untuk memulai pengukuran (secara otomatis data hasil pengukuran akan muncul dalam bentuk grafik dan table).
  14. Memiih menu *save* dan pilih letak folder untuk menyimpan hasil pengukuran tersebut.
  15. Memilih menu *return* pada layar *Viscometer Brookfield* untuk mengakhiri pengukuran.
  16. Melepas wadah sampel yang terlapisi jaket pendingin dari *Viscometer Brookfield* dengan memutar skrup pada bagian belakang alat tersebut.
  17. Melepas *spindle* dari alat *Viscometer Brookfield* dengan cara memutar skrup pada bagian atas *spindle*.
  18. Mencuci *spindle* menggunakan air, lalu di lap hingga kering.

19. Melepaskan wadah sampel dari jaket pemanas dengan cara memutar skrup yang berada pada jaket pemanas tersebut, lalu wadah sampel ditarik.
20. Menuang sampel dari wadah sampel pengukuran kedalam wadah sampel penyimpanan.
21. Mencuci wadah sampel pengukuran (yang berbentuk silinder) menggunakan air, lalu di lap hingga kering.
22. Mengulangi langkah 5 sampai 21 jika ingin mengulangi pengukuran dengan larutan yang berbeda (jika ingin mengganti suhu pemanas, maka pencet tombol arah panah atas atau bawah pada *water bath*).
23. Menutup *console* aplikasi, mematikan *Viscometer Brookfield* dan *water bath* serta computer bila sudah selesai melakukan pengukuran.

#### **SOP VISKOMETER BROOKFIELD**

1. Suhu *water bath* tidak boleh melebihi 100°C.
2. Saat pengukuran dilakukan *spindle* tidak boleh disentuh dan *Viscometer Brookfield* tidak boleh di goyang-goyangkan.

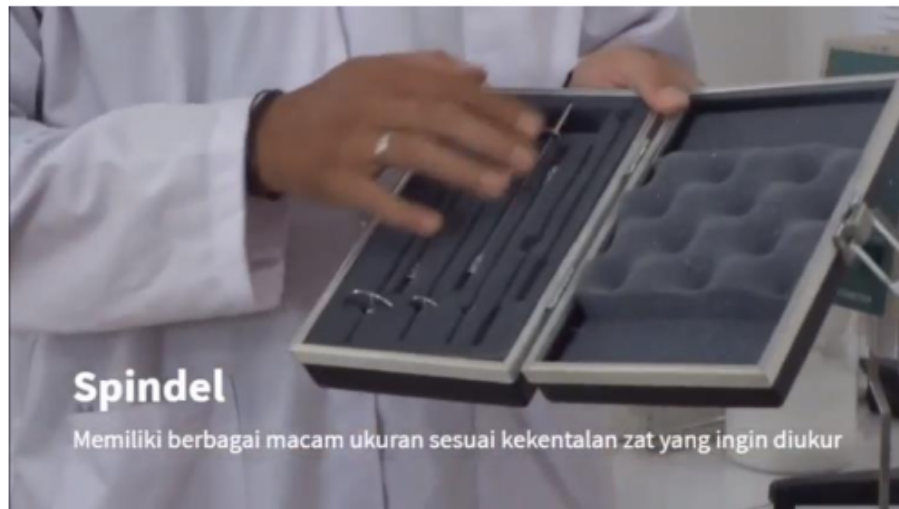
3. *Spindle* dan wadah sampel harus dalam keadaan bersih saat akan digunakan untuk melakukan pengukuran.
4. Pemasangan maupun pelepasan *spindle* pada *Viscometer Brookfield* harus dilakukan dengan berhati-hati.
5. Setiap melakukan pengukuran, ketinggian larutan sampel harus mencapai batas tertentu untuk memperoleh hasil pengukuran yang baik.

#### **ILUSTRASI PENGGUNAAN VISKOMETER BROOKFIELD**



Gambar 3.2. Kegunaan Viskometer Brookfield





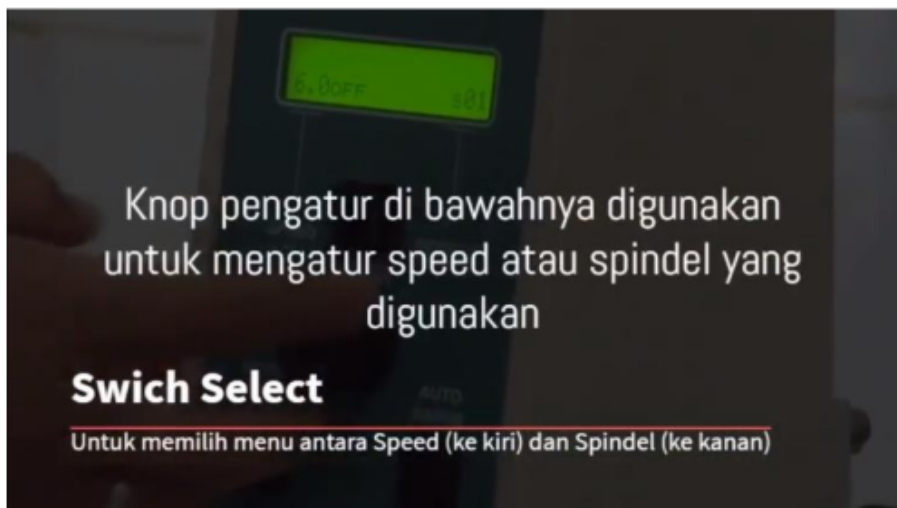
Gambar 3.3. Berbagai macam ukuran spindel



Gambar 3.4. Tombol power untuk menyalakan atau  
mematikan alat



Gambar 3.5. Knop untuk mengatur ketinggian alat



Gambar 3.6. Tombol switch select untuk memilih pengaturan speed atau spindel



Gambar 3.7. Menghidupkan motor untuk perputaran alat



Gambar 3.8. Memilih spindel



Gambar 3.9. Memasang splindel



Gambar 3.10. Mengatur kecepatan



Gambar 3.11. Meletakkan zat yang akan diuji



Gambar 3.12. Mengatur ukuran spindel



Gambar 3.13. Menghidupkan motor



Gambar 3.14. Melihat hasil pengukuran viskositas

## DASAR TEORI

6

Pengukuran viskositas menggunakan metode *Brookfield Viskometer* (Indra, 2009). Pada pengukuran ini nilai viskositas didapatkan dengan mengukur gaya puntir sebuah rotor silinder (*spindle*) yang dicelupkan ke dalam fluida. *Viskometer Brookfield* memungkinkan untuk mengukur viskositas dengan menggunakan teknik dalam *viscometry*. Alat ukur kekentalan (viskosimeter) dapat mengukur viskositas melalui kondisi aliran fluida yang diuji. Untuk dapat mengukur viskositas fluida dalam *Viskometer Brookfield*, bahan harus diam didalam wadah sementara poros bergerak sambil direndam dalam fluida. (Atkins 1994) dalam (Indra, 2009).

6

Adapun rumus Perhitungan Viskometer sebagai berikut:

Viskositas = Angka pengukuran x Faktor

Keterangan:

Faktor didapat dari tabel yang tercantum dalam alat viskometer.

## BAB IV

### *SPINNING DROP INTERFACIAL TENSIOMETER*



#### **SPESIFIKASI**

Measuring range	: $10^2 - 10^{-6}$ mN/m
Motor speed	: 0 – 15000 RPM
Control accuracy	: $\pm 3$ RPM
Temp Range	: 5 -100°C

#### **CARA PENGGUNAAN**

1. Siapkan sampel yang akan di gunakan
2. Masukkan sampel air formasi kedalam *tube*
3. Masukkan minyak sebanyak 1-2 $\mu$ L tutup *tube*  
(jangan sampai ada gelembung udara)

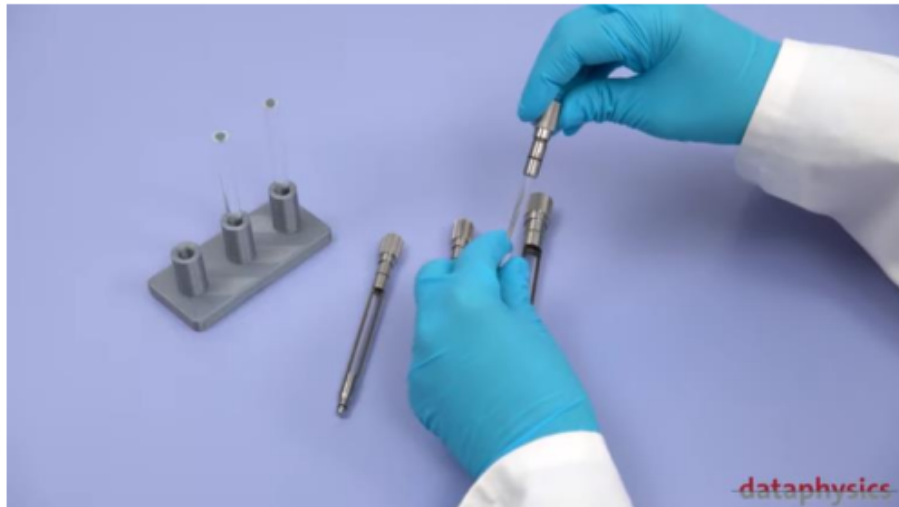


4. Atur suhu yang diinginkan
5. Atur kecepatan motor
6. Buat laporan
7. Atur densitas
8. Ukur tegangan antar muka di aplikasi yang tersedia
9. Menejemen data pengukuran

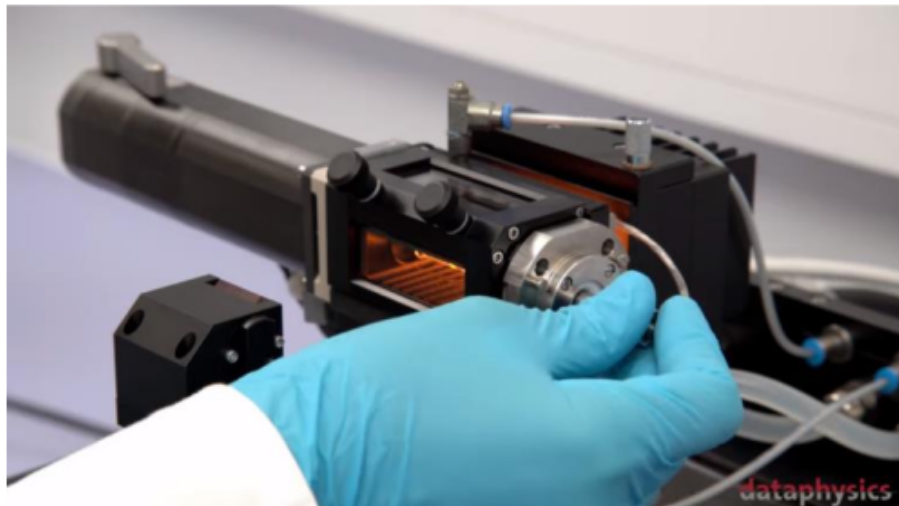
#### **ILUSTRASI PENGGUNAAN *SPINNING DROP* IFT**



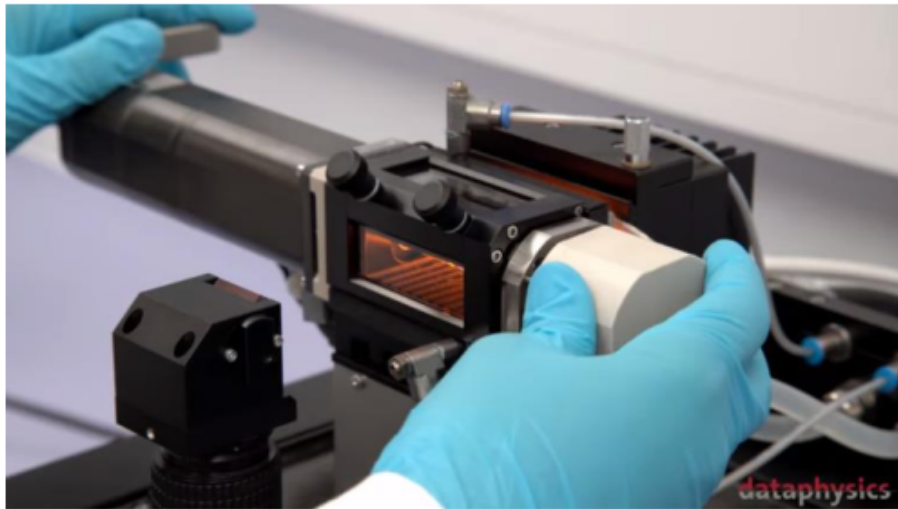
Gambar 4.2. Memasukkan sampel ke dalam *tube*



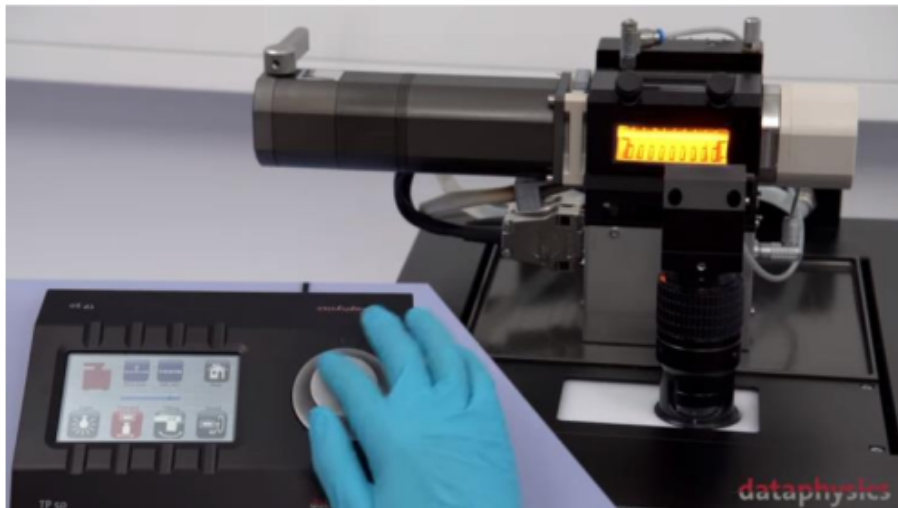
Gambar 4.3. Menutup *tube* tanpa ada gelembung udara



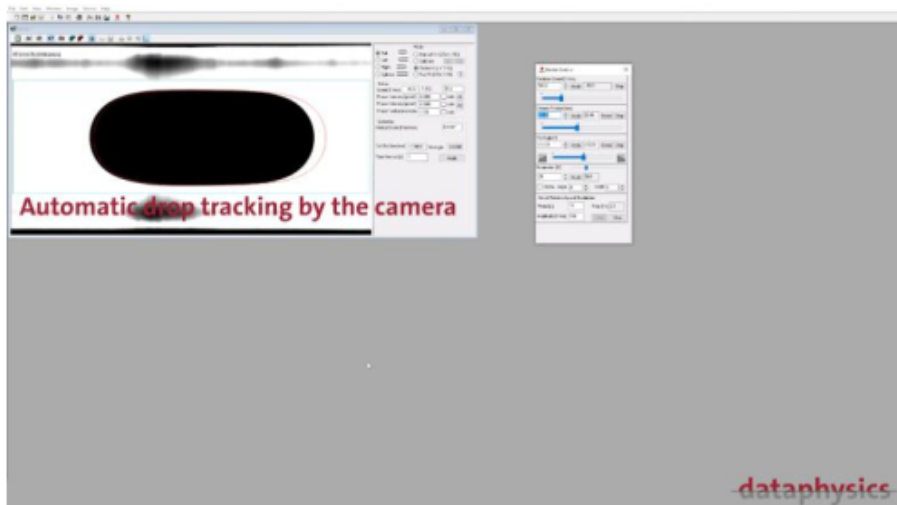
Gambar 4.4. Memasukkan *tube* ke dalam alat



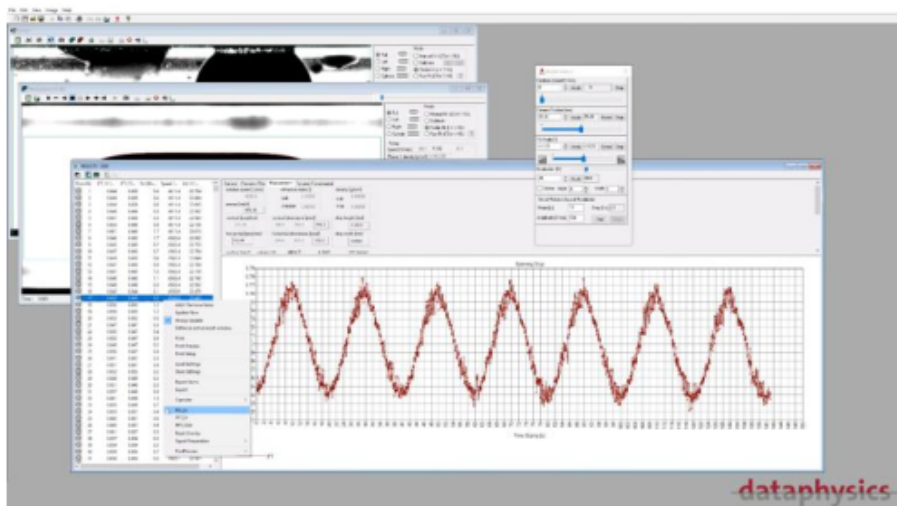
Gambar 4.5. Menutup alat supaya *tube* tidak bergeser



Gambar 4.6. Mengatur derajat kemiringan alat



Gambar 4.7. Pengukuran tegangan antar muka di aplikasi yang tersedia



Gambar 4.8. Menejemen data pengukuran

## DASAR TEORI

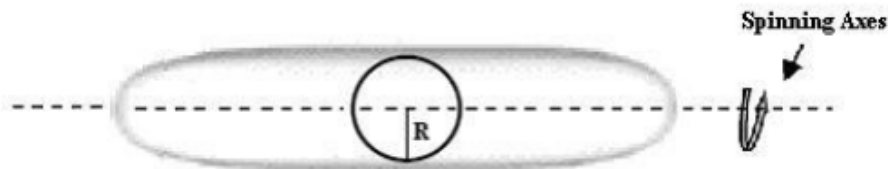
Metode *spinning drop* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tegangan antarmuka .

Pengukuran dilakukan dalam tabung horizontal berputar yang berisi cairan padat. Setetes cairan kurang padat atau gelembung gas ditempatkan di dalam cairan. Karena rotasi tabung horizontal menciptakan gaya sentrifugal ke arah dinding tabung, tetesan cairan akan mulai berubah bentuk menjadi bentuk memanjang; perpanjangan ini berhenti ketika tegangan antarmuka dan gaya sentrifugal seimbang. Tegangan permukaan antara dua cairan (untuk gelembung: antara cairan dan gas) kemudian dapat diturunkan dari bentuk penurunan pada titik kesetimbangan ini. Alat yang digunakan untuk pengukuran semacam itu disebut "*spinning drop tensiometer*".

Metode *spinning drop* biasanya lebih disukai untuk pengukuran tegangan permukaan yang akurat di bawah  $10^2$  mN/m. Ini mengacu pada penggunaan fluida dengan tegangan antarmuka rendah atau bekerja pada kecepatan sudut yang sangat tinggi. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mengukur tegangan antarmuka campuran polimer dan kopolimer.

Sebuah teori perkiraan dikembangkan oleh Bernard Vonnegut pada tahun 1942 untuk mengukur tegangan permukaan cairan, yang didasarkan pada prinsip bahwa tegangan antarmuka dan gaya sentrifugal seimbang pada kesetimbangan mekanik. Teori ini mengasumsikan bahwa panjang tetesan  $L$  jauh lebih besar daripada jari-

jarinya  $R$ , sehingga dapat didekati sebagai silinder melingkar lurus.



Gambar 4.9. Gaya sentrifugal seimbang pada kesetimbangan mekanik

Setiap sampel larutan surfaktan yang di uji interfacial tension menggunakan alat *spinning drop tensiometer* memiliki hasil yang berbeda-beda dalam menurunkan tegangan antarmuka hal ini dikarenakan di tiap-tiap surfaktan berbeda klasifikasi dan komposisinya. Namun guna mengetahui larutan surfaktan tersebut lolos atau tidak uji *interfacial tension* maka dilihat berdasarkan nilai IFT yang diberlakukan atau yang menjadi acuan.

Hubungan antara tegangan permukaan dan kecepatan sudut tetesan dapat diperoleh dengan cara yang berbeda. Salah satunya melibatkan mempertimbangkan energi mekanik total tetesan sebagai penjumlahan dari energi kinetik dan energi permukaannya:

$$E = E_k + \gamma_s$$

Energi kinetik silinder dengan panjang  $L$  dan jari-jari  $R$  yang berputar pada sumbu pusatnya diberikan oleh:

$$E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{4}mR^2\omega^2$$

di mana:

$$I = \frac{1}{2}mR^2$$

adalah momen inersia dari silinder berputar sekitar poros tengah dan  $\omega$  adalah kecepatan sudut nya. Energi permukaan tetesan diberikan oleh:

$$\gamma_s = 2\pi LR\sigma = \frac{2V}{R}\sigma$$

di mana  $V$  adalah volume konstan droplet dan  $\sigma$  adalah tegangan antar muka. Maka energi mekanik total tetesan adalah:

$$E = E_k + \gamma_s = \frac{1}{4}\Delta\rho VR^2\omega^2 + \frac{2V}{R}\sigma$$

di mana  $\Delta\rho$  adalah perbedaan antara kepadatan tetesan dan dari cairan sekitarnya. Pada kesetimbangan mekanik, energi mekanik diminimalkan, dan dengan demikian:

$$\frac{dE}{dR} = 0 = \frac{1}{2} \Delta \rho V R \omega^2 - \frac{2V}{R^2} \sigma$$

Mengganti dalam:

$$V = \pi L R^2$$

untuk silinder dan kemudian menyelesaikan hubungan ini untuk tegangan antarmuka menghasilkan:

$$\sigma = \frac{\Delta \rho \omega^2}{4} R^3$$

Persamaan ini dikenal sebagai ekspresi Vonnegut. Tegangan antarmuka cairan apapun yang memberikan bentuk yang sangat dekat dengan silinder pada keadaan tunak, dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan ini. Bentuk silinder lurus akan selalu berkembang untuk yang cukup tinggi; ini biasanya terjadi untuk  $L/R > 4$ . Setelah bentuk ini berkembang, peningkatan lebih lanjut  $\omega$  akan menurunkan  $R$  sambil meningkatkan  $L$  menjaga  $LR^2$  tetap untuk memenuhi konservasi volume.

Analisis matematis lengkap pada bentuk pemintalan tetes dilakukan oleh Princen, dkk. Kemajuan dalam algoritme numerik dan sumber daya komputasi yang tersedia mengubah penyelesaian persamaan parameter



implisit non linier menjadi tugas 'umum' yang cukup banyak, yang telah ditangani oleh berbagai penulis dan perusahaan. Hasilnya membuktikan pembatasan Vonnegut tidak berlaku lagi untuk metode *spinning drop*.

Metode *spinning drop* lebih mudah dibandingkan dengan metode lain yang banyak digunakan untuk memperoleh tegangan antarmuka, karena pengukuran sudut kontak tidak diperlukan. Keuntungan lain dari metode *spinning drop* adalah tidak perlu memperkirakan kelengkungan pada antarmuka, yang memerlukan kerumitan yang terkait dengan bentuk tetesan fluida.

Di sisi lain, teori ini disarankan oleh Vonnegut, dibatasi dengan kecepatan rotasi. Metode *spinning drop* diharapkan tidak memberikan hasil yang akurat untuk pengukuran tegangan permukaan yang tinggi, karena gaya sentrifugal yang diperlukan untuk mempertahankan *drop* dalam bentuk silinder jauh lebih tinggi dalam kasus cairan yang memiliki tegangan antarmuka tinggi.

**BAB V**  
**GAS CHROMATOGRAPHY TRACE GC 1310**



Gambar 5.1. GC Trace 1310

**LANGKAH PENGGUNAAN**

1. Periksa tegangan listrik, alat dioperasikan dengan tegangan 230V. Hubungkan alat dengan arus listrik.
2. Buka kran gas yang akan digunakan.
3. Nyalakan alat dengan menekan tombol *power* ke posisi *on*, maka alat akan melakukan inisialisasi kemudian nyalakan computer.
4. Doubleklik ikon "*Chromeleon*".

5. Setelah layar *Chromeleon* terbuka, Klik “ Create “  
pilih “*instrument method*”
6. Masukkan parameter alat sesuai metode yang digunakan
7. Simpan metode yang sudah dibuat
8. Membuat *Sequence*
9. Run Injeksi

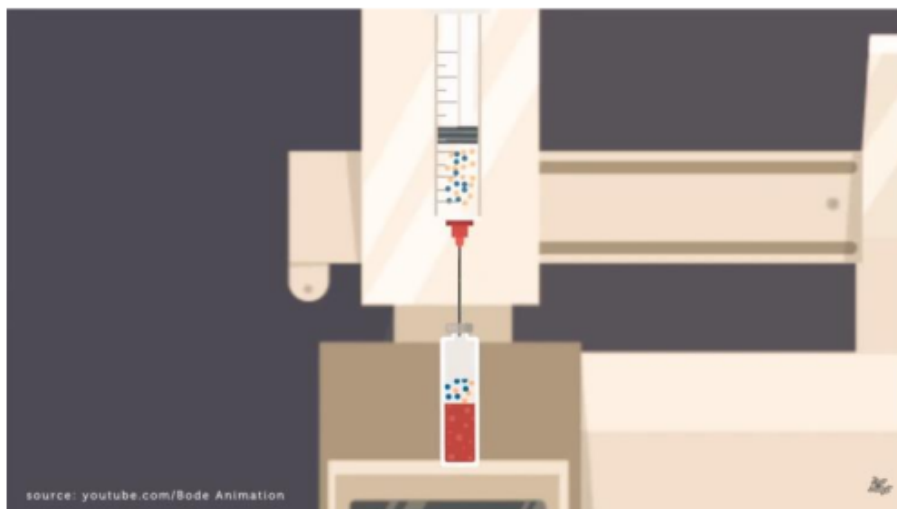
#### ILUSTRASI PENGGUNAAN GC TRACE 1310



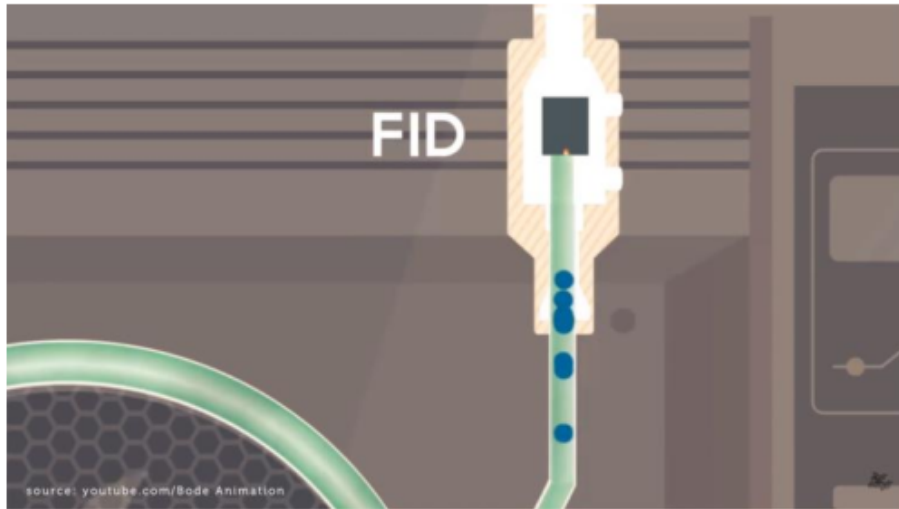
Gambar 5.2. Menghubungkan alat dengan arus listrik



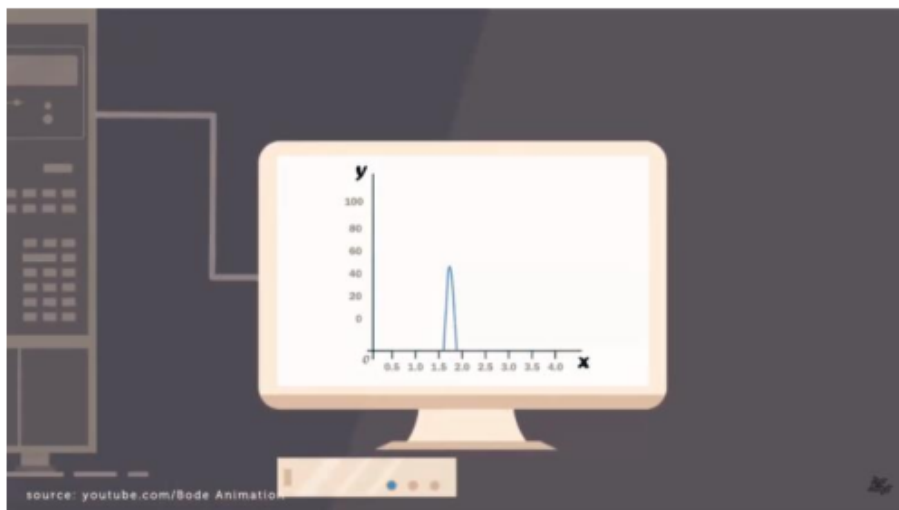
Gambar 5.3. Rangkaian alat penunjang GC *Trace 1310*



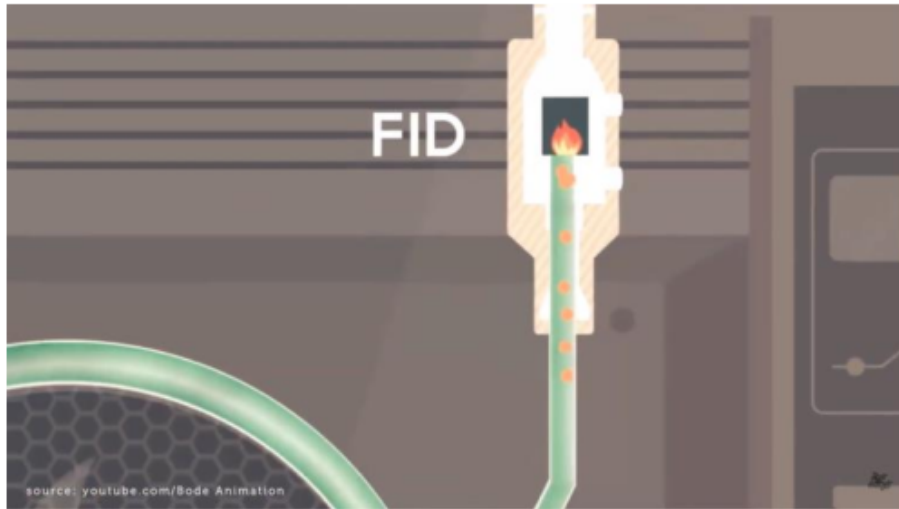
Gambar 5.4. Proses penginjeksian gas



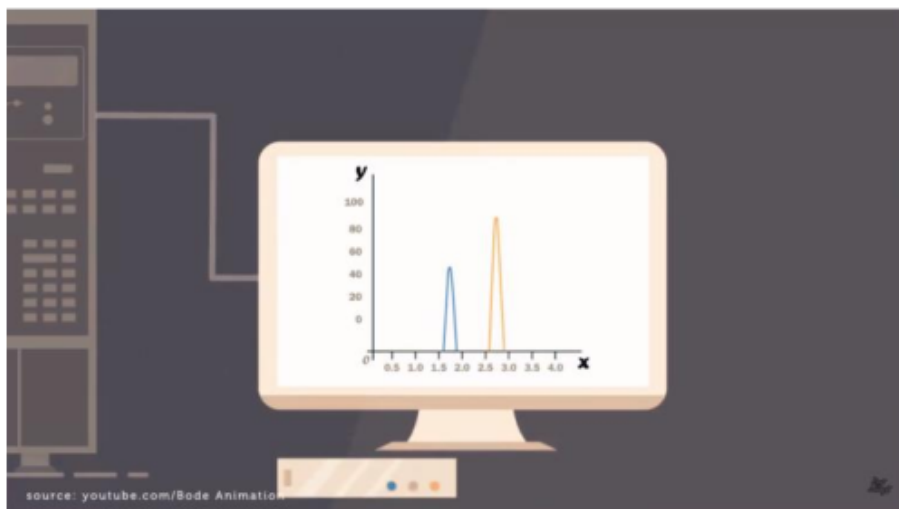
Gambar 5.5. Proses pemisahan molekul



Gambar 5.6. Pembacaan Gas Kromatografi



Gambar 5.7. Perubahan bentuk molekul menjadi energi listrik



Gambar 5.8. Grafik perubahan molekul menjadi energi listrik

## DASAR TEORI

2

Gas Chromatography (GC) adalah teknik analitis yang digunakan secara sangat luas. Digunakan untuk menentukan komposisi campuran zat kimia (sampel), kromatograf gas menggunakan beragam gas dalam operasinya, bergantung pada jenis detektor dan penganalisis tertentu. Menggunakan peralatan dan gas khusus optimal ketika melakukan Gas Chromatography akan sangat meningkatkan keakuratan hasil analisis Anda.

Gas pembawa digunakan untuk membawa sampel melalui kolom kromatograf gas. Pengotor kritis dalam gas pembawa seperti Air dan Oksigen dapat berinteraksi dengan fase stasioner dan menimbulkan masalah besar seperti noise baseline tinggi dan bleed kolom dalam kromatogram gas keluaran, yang menurunkan kepekaan penganalisis dan mengurangi masa pakai kolom.

Bergantung pada tekniknya, gas tambahan kadang diperlukan, seperti gas pengganti (makeup) yang digunakan di titik keluar kolom untuk menambah laju aliran ke detektor. Campuran kalibrasi juga digunakan untuk kalibrasi banyak penganalisis.

Jajaran gas khusus Experis® dari Air Products telah dikembangkan khusus bagi pengguna gas chromatography dan mencakup gas kemurnian super tinggi, campuran gas, dan peralatan penanganan gas. Teknologi BIP® berpaten milik kami menawarkan tingkat kemurnian tertinggi untuk Argon, Nitrogen, Helium, dan Hidrogen untuk aplikasi dan teknik gas chromatography yang paling menuntut, yang memerlukan tingkat Air, Oksigen, dan Hidrokarbon yang super rendah. Dengan jajaran lengkap campuran gas proses, kalibrasi, dan terakreditasi dengan beragam komponen pada tingkat serendah parts per billion (ppb), kami menawarkan kestabilan campuran, sertifikasi, dan keterlacakan untuk memenuhi kebutuhan kalibrasi kromatograf gas. Jajaran peralatan penanganan gas kami meliputi regulator tabung, manifold, katup, dan sistem penguras berkualitas tinggi, yang juga akan membantu mengoptimalkan kelancaran operasi dan akurasi analisis.



## **BAB VI**

### ***CORE FLOODING***

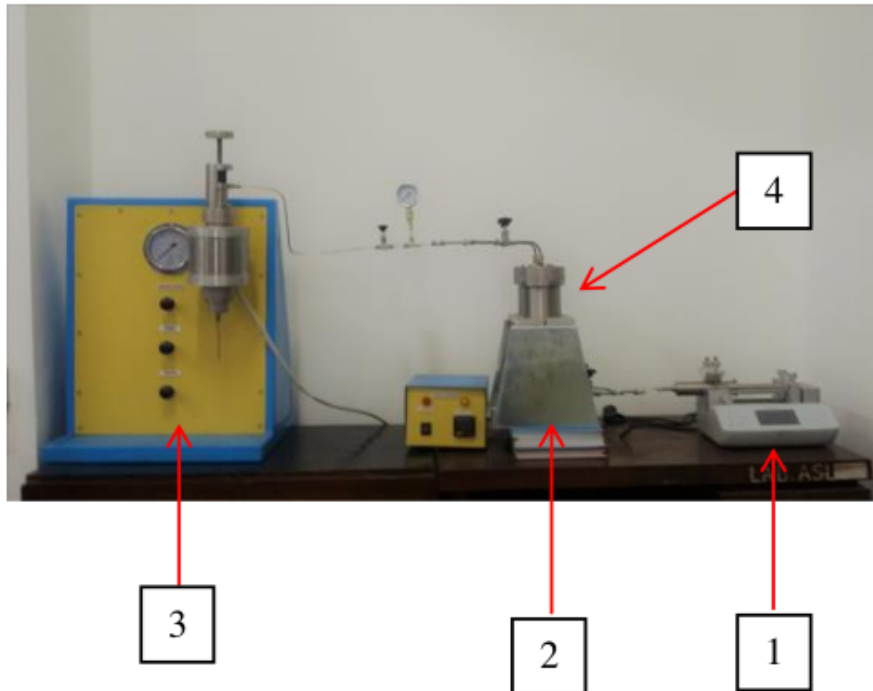
*Core flooding* adalah tes laboratorium dimana cairan atau kombinasi cairan disuntikkan ke dalam sampel batuan. Tujuannya meliputi pengukuran permeabilitas, permeabilitas dan saturasi, kerusakan formasi yang disebabkan oleh injeksi fluida, atau interaksi antara fluida dan batuan.

Batuan inti biasanya berasal dari reservoir minyak, tetapi beberapa pengujian menggunakan batuan singkapan. Fluida yang ditempatkan pada awal pengujian biasanya berupa air garam formasi yang disimulasikan, minyak (baik minyak mentah atau minyak sulingan), atau kombinasi air garam dan minyak. Cairan yang disuntikkan dapat berupa minyak mentah, air garam reservoir simulasi, cairan olahan, filtrate lumpur pengeboran, asam ,basa atau bahan kimia lain yang digunakan di ladang minyak.

*Coreflood* biasanya digunakan untuk menentukan opsi pengembangan optimal untuk reservoir minyak dan sering membantu mengevaluasi efek injeksi cairan yang dirancang khusus untuk meningkatkan atau meningkatkan perolehan minyak.

**Spesifikasi *Chemyx Fusioin 6000***

- *Syringe Size* : 100 mL
- *Minimum Flow rate* : 0001 $\mu$ / min
- *Maximum Flow rate* : 271 mL/ min
- *Linear Force* : 500 lbs
- *Max Press* : 300 Psi (with Syringe 100 ml)



Keterangan :

1. *Chemyx Fussion 6000*
2. *Imbibition test*
3. Peralatan *long coreflood*
4. *Hassler Core Holder*

**Gambar 6.1** Rangkaian *Coreflooding*

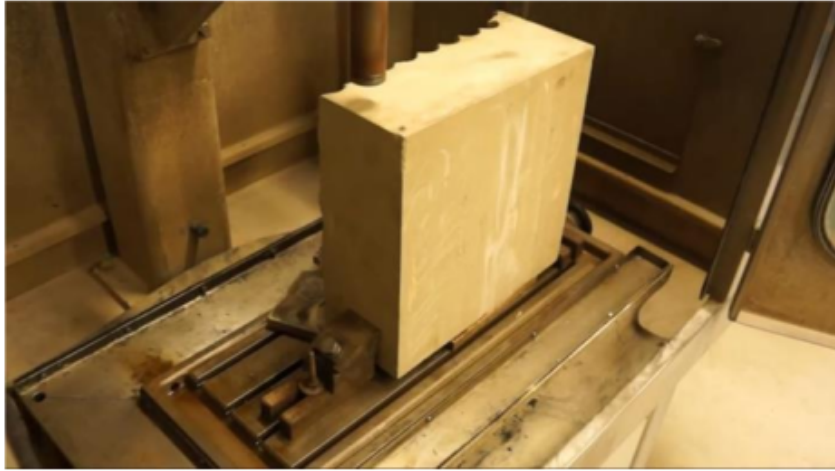
- *Chemyx Fussion 6000* adalah pompa jarum suntik yang dirancang untuk memberi dosis larutan kental, dan injeksi bahan semi-padat terhadap

tekanan. Sistem pompa jarum suntik ini juga memungkinkan kontrol suhu jarum suntik yang dipanaskan dan modulasi tekanan sambil memberikan aliran dan kinerja presisi yang sangat penting untuk keberhasilan eksperimental. Pompa jarum suntik tekanan tinggi Fusion 6000 memiliki kemampuan untuk mengontrol tekanan dan suhu terhadap penambahan tekanan atau bubur viskositas tinggi dengan presisi mikrofluida.

### **Langkah Pertama Siapkan**

*Field Core* Atau *Artificial Core*:

1. Seluruh *Field Core* dibersihkan, kemudian dibor menjadi *Short Core* ( $D = \pm 2.5\text{cm}$ ;  $L = \pm 5\text{cm}$ ).
2. Bersihkan semua *Short Core* dengan toluene dan metanol untuk menghilangkan semua fasa air dan fasa minyak. Ukur dimensi dan berat *Core*.
3. Hitung porositas *Core*.



**Gambar 6.2.** Ilustrasi *Field Core*



**Gambar 6.3.** Ilustrasi *Core* yang dibor



**Gambar 6.4** Ilustrasi *Short Core*



**Gambar 6.5.** Ilustrasi Cairan Toluena



**Gambar 6.6.** Ilustrasi Cairan Metanol

### **Langkah Kedua Siapkan**

Larutan kimia/ Surfaktan:

1. Air Formasi atau Air injeksi yang akan digunakan, harus disaring untuk menghindari padatan yang tidak larut.
2. Konsentrasi Surfaktan/larutan kimia yang akan digunakan harus ditentukan (% berat unit), kemudian menghitung jumlah Surfaktan/larutan kimia yang harus ditimbang untuk mendapatkan nilai yang tepat.

3. Tambahkan air injeksi hingga mencapai batas konsentrasi yang telah tentukan atau dihitung sebelumnya dan aduk sampai tercampur merata.

### **Langkah Ketiga Siapkan**

Minyak dari lapangan:

Minyak dari lapangan minyak yang akan digunakan harus disaring terlebih dahulu dan juga disiapkan untuk pengujian berikutnya.

### **Langkah Keempat Siapkan**

*Core Flooding*

1. *Core* disaturasikan dengan air formasi sampai 100% (dengan injeksi) minimum 3 PV
2. *Core* disaturasikan dengan minyak sampai tidak ada air yang dihasilkan. Catat volume air formasi dan minyak di yang ada di dalam *core*.
3. Injeksikan *Core* dengan menggunakan Air Formasi sampai tidak ada minyak yang diproduksi dan catat minyak yang diproduksi secara bertahap .



4. Lanjutkan injeksi dengan Surfaktan/ larutan kimia yang dipilih dan konsentrasi yang ditentukan sampai tidak ada lagi minyak yang diproduksi.
5. Hentikan proses injeksi dan lakukan tahap soaking(proses perendaman) selama satu atau dua hari (ini tergantung pada skenario yang dirancang untuk lapangan),
6. Lanjutkan injeksi ke dalam *Core* dengan menggunakan surfactan/larutan kimia hingga tidak ada lagi minyak yang dihasilkan. Jika perolehan minyak total yang diperoleh sudah mencapai hasil maksimal.
7. Catat volume air dan minyak yang ada di dalam botol reaksi berskala buat grafik Water Cut Vs PV.

### **SOP CORE FLOODING**

1. Pastikan arus listrik yang dialirkan ke pompa dan heater stabil.
2. Teliti Line injeksi sebelum digunakan agar pada saat dilakukan pemompaan tidak terjadi kenaikan tekanan yang bisa membahayakan.
3. Isi syringe dengan menggunakan glycerine sampai volume maksimal.
4. Masukkan *core* kedalam *core* holder dan berikan tekanan dengan cara membuka regulator nitrogen sampai batas tekanan yang diinginkan(jangan terlalu besar karena bisa merusak *core*)
5. Isi chamber dengan fluida atau larutan kimia
6. Pompakan dengan laju alir yang diinginkan amati kenaikan tekanan yang terjadi.
7. Stop pompa dan buang tekanan yang ada line injeksi.
8. Tutup regulator nitrogen dan buang tekanan yang berada di *core* holder.

9. Matikan semua arus listrik yang terhubung ke unit *core flooding*.
10. Keluarkan *core* dari *core holder* dan bersihkan seluruh peralatan *core flooding* dengan menggunakan toluene.

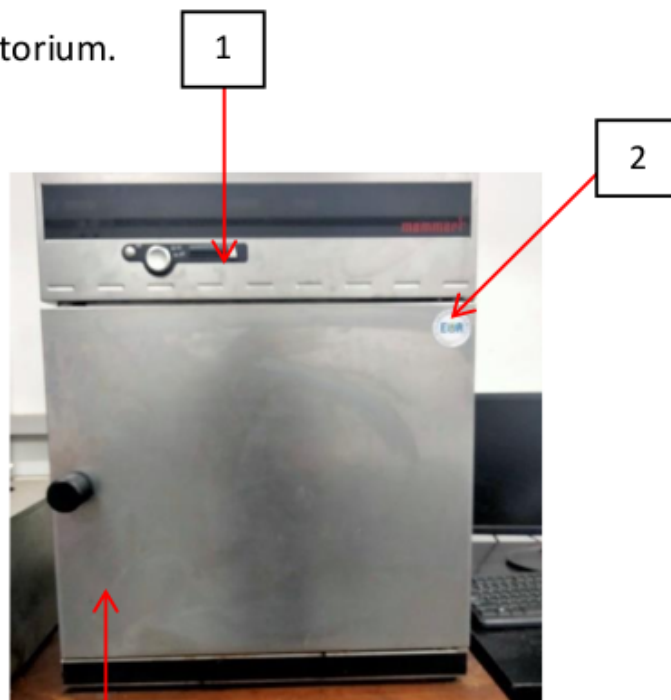


**Gambar 6.7.** Ilustrasi Cairan *Glycerin*

## BAB VII

### OVEN MEMMERT UNB 400

Oven termasuk alat pendukung praktikum karena dibutuhkan dalam melakukan percobaan tetapi bukan sebagai komponen utama. Oven <sup>3</sup> adalah alat laboratorium yang khusus yang digunakan untuk memanaskan atau mengeringkan suatu benda. Oven juga bisa digunakan untuk mengeringkan pelarut organik, zat kimia, hingga mensterilkan alat-alat gelas laboratorium.



**Gambar 7.1.** Oven Memmert UNB 400

3

Keterangan :

1. Tombol on/off dan tombol
2. Monitor penunjuk menu
3. Gagang pembuka oven

Salah satu jenis oven yang digunakan adalah Oven Memmert UNB 400. UNB 400 dengan interior w x h x d: 400 x 400 x 330 mm. Dan interior 2 rak tanpa-tipping yang terbuat dari stainless steel sehingga mudah dibersihkan Suhu penggunaan antara +30 ° C (minimum 5° C diatas ambient) sampai +220° C. Memiliki tegangan dan daya 230 V (+ / – 10%) 50/ 60 Hz ca. 1.400 W ( selama pemanasan).

#### **Cara Menggunakan**

1. Bersihkan oven sebelum digunakan.
2. Tancapkan stekker ke stop kontak.
3. Tekan tombol **on/off** dan tunggu beberapa saat.
4. Untuk pengaturan suhu, sentuh pada tombol pengaktifan suhu kemudian putar pada tombol

untuk mengatur suhu yang diinginkan dan tekan tombol tersebut untuk mengonfirmasi.

5. Untuk pengaturan waktu, sentuh pada tombol pengaturan waktu, kemudian putar pada tombol pengaturan waktu untuk mengatur waktu yang diinginkan dan tekan tombol untuk mengonfirmasi.
6. Untuk mengatur menu sentuh pada bagian tombol pengatur menu.
7. <sup>3</sup> Masukkan sampel ke dalam oven.
8. Setelah selesai matikan oven dengan menekan tombol **on/off**, ambil sampel dengan menggunakan sarung tangan.
9. Cabut stekker kabel dan setelah dingin bersihkan oven.



**Gambar 7.2** Tampilan tombol dan menu



**Gambar 7.3.** Menekan tombol on/off



**Gambar 7.4** Penunjuk Suhu



**Gambar 7.5.** Penunjuk Waktu





**Gambar 7.6.** Oven bagian dalam

#### **SOP Oven Memmert UNB 400**

- 7**
  1. Susun alat-alat seperti gelas ukur dll serapih mungkin.
  2. Apabila pemanasan diatas suhu 1000C, tidak boleh memasukkan alat/bahan yang terbuat dari karet, plastic atau bahan yang mudah rusak.
  3. Jangan mengeringkan pipet ukur dan labu ukur karena volume akan berubah.
  4. Catat waktu dan suhu/temperature setiap kali alat dijalankan.

5. Alat harus bersih dan bebas debu.

6. Alat-alat yang akan disterilkan di bungkus dengan kertas sampul atau Aluminium foil, bertujuan untuk menjaga dan melindungi bahan yang ada didalam gelas reaksi agar tidak terkontaminasi.

<sup>3</sup> Tidak semua alat gelas laboratorium bisa dikeringkan menggunakan oven laboratorium, hanya beberapa saja alat gelas yang bisa dikeringkan dengan oven, yaitu alat gelas yang memiliki ketelitian rendah. Contoh adalah tabung reaksi, tabung erlenmeyer, <sup>3</sup> gelas piala/beker glass, petridish/cawan petri. <sup>3</sup> Alat gelas dengan ketelitian tinggi tidak bisa dikeringkan menggunakan oven karena alat gelas itu akan memuai bila dipanaskan dan kan menyebabkan ketelitiannya <sup>3</sup> tidak lagi akurat. Contoh: pipet ukur, labu takar, dan pipet volum. Sementara zat zat kimia yang bisa dikeringkan dengan oven yaitu zat-zat kimia yang tidak mudah terbakar atau meledak jika dipanaskan dan tidak mengeluarkan uap atau bereaksi menjadi gas beracun. Contohnya natrium oksalat

( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ), natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), zat kalium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )

4 Oven berfungsi untuk mensterilkan alat-alat yang digunakan dalam sebuah penelitian. Contohnya seperti gelas ukur, cawan petri, dan sebagainya. Biasanya alat-alat yang disterilkan tersebut adalah alat-alat yang memiliki tingkat kualitas bahan yang baik, yaitu tahan terhadap suhu yang tinggi. Hal ini dikarenakan oven memiliki suhu sekitar  $105^\circ\text{C}$  untuk mengoptimalkan fungsinya sebagai alat sterilisasi, dengan mematikan spora, bibit kuman dan penyakit serta mikroorganisme pengganggu yang mungkin dapat merusak hasil pengamatan objek penelitian. Sehingga, alat-alat yang digunakan untuk proses pengambilan data penelitian menjadi valid. Selain itu, oven juga berfungsi untuk mengeringkan bahan yang menjadi objek suatu penelitian.

## Perawatan Oven

Dalam memaksimalkan kerja oven, serta menjaga kondisi maupun <sup>3</sup> umur oven perlu untuk melakukan perawatan oven secara rutin. Selalu bersihkan oven sebelum dan setelah digunakan. Bersihkan luar dan bagian dalam oven dengan kain lembut/lap, usahakan tidak menggunakan zat abrasif/korosif saat membersihkan oven. Jangan mengelap bagian atau area elemen pemanas. Pada bagian luar dibersihkan dengan lap basah.

Jika oven mengalami gangguan pada fungsinya atau hingga mengalami <sup>3</sup> kerusakan, segera hentikan penggunaan oven dan matikan oven. Lepaskan stekker dari sumber listrik dan segera hubungi teknisi untuk perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

<https://www.chemyx.com/syringe-pumps/fusion-6000/>

, akses 30 Juni 2021, 23.01 WIB

[https://www.corelab.com/sanchez/enhanced-oil-](https://www.corelab.com/sanchez/enhanced-oil-recovery/cfs-700)

[recovery/cfs-700](https://www.corelab.com/sanchez/enhanced-oil-recovery/cfs-700) , akses 30 Juni 2021, 23.01 WIB

<https://tm.itb.ac.id/laboratorium-ppm/> . akses 30 Juni

2021, 23.01 WIB

<https://www.klikdokter.com/info-sehat/read/3619458/>

, akses 4 Juli 2021, 12.23

<https://www.mandennews.com/> , akses 4 Juli 2021,

12.23

<https://www.cnbcindonesia.com/> , akses 4 Juli 2021,

12.23

<https://youtu.be/fGjWS0AAumg> , akses 4 Juli 2021,

12.23

[http://karyamandiriinstrument.com/memmert-unb-](http://karyamandiriinstrument.com/memmert-unb-400-oven-basic-53/)

[400-oven-basic-53/](http://karyamandiriinstrument.com/memmert-unb-400-oven-basic-53/) , diakses 30 Juni 2021, 15.27

<https://youtu.be/HTz54b42sRo> diakses 2 Juli 2021,  
20.41

<https://youtu.be/wRyypPFIgKI>, diakses 2 Juli 2021, 20.41

<https://youtu.be/C6ixXUGeeO0>, diakses 2 Juli 2021,  
20.41

ISBN 978-623-6896-79-2



9 786236 896792

# STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PERALATAN LABORATORIUM ENHANCED OIL RECOVERY

## ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repository.trisakti.ac.id">repository.trisakti.ac.id</a> Internet Source	7%
2	<a href="http://www.airproducts.co.id">www.airproducts.co.id</a> Internet Source	5%
3	<a href="http://www.jagadkimia.com">www.jagadkimia.com</a> Internet Source	4%
4	<a href="http://najakhsekar.blogspot.com">najakhsekar.blogspot.com</a> Internet Source	2%
5	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Internet Source	2%
6	<a href="http://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a> Internet Source	2%
7	<a href="http://ovenlab61.blogspot.com">ovenlab61.blogspot.com</a> Internet Source	2%

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 2%

Exclude bibliography  On