

**PENGARUH SUHU DAN SALINITY TERHADAP KESTABILAN EMULSI  
MINYAK MENTAH INDONESIA**

**Andry Nofrizal (L2C6 07 006), Yoga Adi Prashetya (L2C6 07 060)**

Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro Jln. Prof. Sudharto, Tembalang,  
Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. H. Bambang Pramudono, M.S.

**ABSTRAK**

*Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tentang karakterisasi dan kestabilan emulsi minyak mentah Indonesia. Lebih khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh parameter suhu dan penambahan salinity terhadap kestabilan emulsi minyak mentah Indonesia. Minyak mentah merupakan campuran yang kompleks dengan hidrokarbon sebagai komponen utamanya. Produksi minyak dari sumur selalu disertai dengan kandungan air yang menimbulkan emulsi air dalam minyak (W/O emulsion). Semakin tua sumur minyak, semakin besar kandungan airnya. Emulsi air dalam minyak menyebabkan berbagai masalah dalam proses. Minyak mentah yang berasal dari daerah berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda pula. Oleh karena itu perlu dilakukan studi karakteristik dan kestabilan emulsi. Studi karakteristik meliputi sifat fisika dan kimia minyak mentah. Studi kestabilan emulsi memberikan gambaran tentang metode yang tepat dalam penanganan emulsi minyak mentah. Kestabilan emulsi ditinjau dari waktu, volume air, dan volume minyak terpisah. Semakin tinggi suhu yang di berikan, ikatan emulsi pada minyak mentah semakin tidak stabil dan semakin banyak salinity yang di tambahkan ikatan emulsi minyak-air semakin stabil. Untuk uji temperatur, minyak mentah Jambi adalah minyak yang paling stabil diantara minyak lain dengan konsentrasi Resin 4,7%. Sedangkan untuk uji penambahan salinity NaCl, minyak mentah Cepu adalah minyak paling stabil pada rasio R/A paling rendah yaitu 2,82%.*

*Kata kunci : karakterisasi, kestabilan emulsi, minyak mentah Indonesia*

**ABSTRACT**

*The objective of this proposed research is to examine the characteristic and stability of Indonesia's crude oil emulsions. More specifically, this research aims to determine the effect of temperature and addition of salinity to the stability of Indonesia's crude oil emulsion. Crude oil is a complex mixture which hydrocarbons as a main component. Oil production from the well is always accompanied by water content leading to water in oil emulsion (W/O emulsion). The older the oil well, the greater the water content. Water in oil emulsion causes many problems during the process. Crude oil from different regions have different characteristics as well. Therefore it is necessary to study the characteristics and stability of emulsions. Characteristic study includes the physical and chemical properties of crude oil. Study of emulsion stability gives an idea about the proper method to handle crude oil emulsion. Emulsion stability in terms of time, the volume of separated water, and oil. The higher of temperature that is given, the bonding of the emulsion in crude oil increasingly unstable and for more salinity given in the bond of oil-water emulsion more stable. From the test of temperature, crude oil Jambi is the most stable among other oils with resin concentration of 4.7%. Meanwhile, from the test of addition of NaCl salinity, crude oil Cepu is most stable at a ratio of R / A at low at 2.82%.*

*Keyword : characterization, emulsion stability, Indonesian crude oil*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai lebih dari 3% cadangan minyak mentah dunia. Oleh karena itu, banyak kilang-kilang minyak yang berdiri di dataran maupun lepas pantai Indonesia. Untuk mendapatkan minyak mentah, kita harus melakukan kegiatan pengeboran, baik di darat maupun lepas pantai. Untuk pengeboran atau kilang minyak ini terdiri dari 6 tahap, dari penentuan lokasi sampai pada produksi.

Pada proses yang ke empat, Setelah lapisan di tembak dengan explosif, minyak yang terkandung diantara pori-pori batuan akan mengalir menuju tempat yang pressure nya lebih kecil (ke atmosferik atau ke permukaan tanah). Untuk mengontrol pergerakan ini, sumur diisi dengan liquid tertentu untuk menjaga under balance (sumur masih bisa di kendalikan dan tidak blow out), contoh liquid : Brine, diesel, ato air. Oleh karena sumur di isi dengan liquid tertentu, maka sangat mungkin bila terbentuk emulsi yang kuat. Pembentukan emulsi yang kuat ini menyebabkan banyak masalah seperti ketidakstabilan plant, peningkatan konsumsi demulsification, kerugian menggunakan tekanan tinggi, korosi dan penurunan produktivitas. Untuk membantu treatment design kita harus mengetahui terlebih dahulu data – data tentang kestabilan emulsi terhadap minyak mentah yang ada di Indonesia. Minyak mentah adalah cairan kompleks yang terdiri dari banyak komponen yang dapat memberikan kontribusi untuk stabilitas emulsi termasuk asphaltenes, resin, asam organik, dan padatan anorganik. Sesuai dengan peraturan pemerintah tentang pengolahan limbah pelumas bekas agar menggunakan teknologi yang ramah lingkungan, maka pegolahan limbah pelumas ini diusahakan semaksimal mungkin ramah lingkungan.

Emulsi air dalam minyak (W/O emulsion), dimana minyak mentah sebagai fase kontinu dan air (yang mengandung berbagai garam terlarut) sebagai fase terdispersi. Emulsi ini distabilkan oleh zat zat kimia alami yang terkandung dalam minyak mentah itu sendiri, seperti : asphaltene, resin, dan wax yang dikenal sebagai *interfacial active components* atau surfaktan alam. Adanya surfaktan alam dapat menyebabkan emulsi minyak mentah menjadi stabil, di mana akan menimbulkan berbagai masalah seperti karakteristik dan sifat fisik minyak yang mengalami perubahan signifikan. Densitas minyak asli dapat meningkat dari  $800 \text{ kg/m}^3$  menjadi  $1030 \text{ kg/m}^3$  ketika terjadi emulsi. Perubahan paling signifikan diamati pada viskositas, yang biasanya beberapa Mpa.s atau kurang menjadi sekitar 1000 Mpa.s (Fingas *et al.*, 1993)

### **RUMUSAN MASALAH**

Telah diketahui bahwa karakteristik minyak mentah sangat mempengaruhi kestabilan emulsinya. Sedangkan minyak mentah yang berasal dari daerah / region berbeda mempunyai sifat karakteristik yang berbeda pula (Elsharkawy *et al.*, 2000). Menurut hasil penelitian terdahulu, faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan emulsi diantaranya adalah faktor internal yang meliputi karakteristik (sifat-sifat fisika dan kimia) dari minyak mentah dimana faktor-faktor ini tidak mudah diubah atau dikendalikan. Faktor-faktor lain merupakan faktor eksternal yang dapat dikendalikan yaitu kondisi operasi misalnya temperatur, pH, salinitas air pembentuk emulsi, jenis pelarut demulsifier, *solid particles*, umur emulsi dan sebagainya (Bambang Pramudono, 2009). Dengan studi karakterisasi dan kestabilan emulsi ini diharapkan karakteristik dan sifat-sifat kestabilan emulsi minyak mentah Indonesia dapat diketahui sehingga dapat membantu dalam usaha penanganan masalah emulsi minyak mentah Indonesia.

## TUJUAN

Adapun tujuan dari program penelitian ini yaitu :

- a. Studi karakterisasi (*physical and chemical analysis*) minyak mentah Indonesia (minyak mentah Blora, Cepu, Jambi, dan Riau)
- b. Mengetahui pengaruh parameter suhu dan salinity bagi kestabilan emulsi minyak mentah Indonesia.
- c. Mengetahui perbandingan kestabilan emulsi minyak mentah Indonesia.

## METODE PENELITIAN

### Variabel Percobaan

#### a. Variabel Tetap

Variabel tetap pada penelitian ini adalah waktu pengadukan 2 menit, *homogenizer speed* 8000 rpm, volume pengadukan 20 ml dengan perbandingan minyak : air = 1 : 1.

#### b. Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan adalah jenis minyak mentah yang digunakan (Riau, Jambi, Cepu, Blora), penambahan *salinity* 0‰; 5‰; 10‰; 15‰; 20‰, dan temperatur 30 °C; 40°C; 50°C; 60°C; 70°C.

### Pembuatan Emulsi

Homogenisasi ini dilakukan untuk menghomogenkan bahan baku (minyak dan air) dengan kecepatan agitasi 8000 rpm dan variasi suhu sesuai variabel yang telah ditentukan yaitu 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C dan variasi salinity 0 ‰, 5 ‰, 10 ‰, 15 ‰, 20 ‰. Bahan baku yang telah siap, diaduk dengan alat homogenizer dengan waktu pengadukan konstan yaitu 2 menit, suhu dan salinity disesuaikan dengan variabel pada tiap-tiap minyak mentah yang dipakai. Setelah dilakukan pengadukan selama 2 menit, akan terbentuk larutan emulsi antara minyak dan air, tuangkan ke dalam tabung reaksi berskala dan letakkan dalam rak. Untuk suhu 40 °C, 50 °C, 60 °C, dan 70 °C di jaga konstan dalam oven.

### Respon atau Pengamatan

Penelitian ini dilakukan dengan melihat persentase air terpisah, dan persentase minyak terpisah. Data yang diamati adalah hubungan persentase separasi dan waktu.

### Cara Pengolahan Data

Data percobaan diolah dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif yang meliputi kajian:

- Hasil karakterisasi sampel minyak mentah
- Volume minyak terpisah
- Volume air terpisah
- Waktu minyak dan air terpisah
- Grafik hubungan waktu versus presentase minyak mentah
- Grafik hubungan waktu versus presentaseair terpisah

### Alat dan Bahan

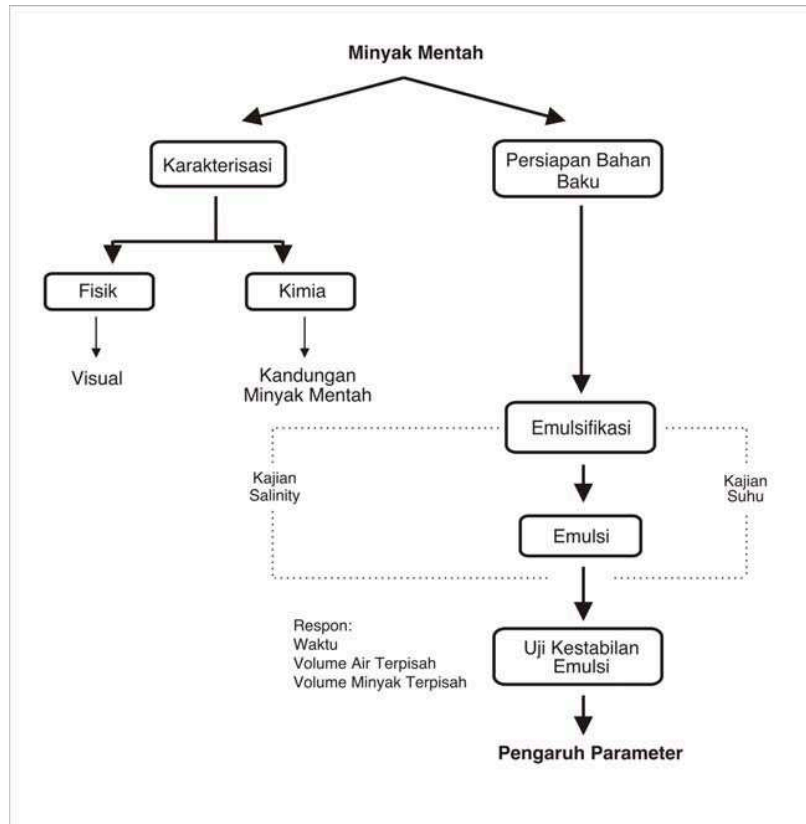
#### a. Bahan yang digunakan.

- Minyak mentah Cepu, Riau, Jambi, Blora.
- NaCl.
- Aquadest.

#### b. Alat yang digunakan

- Satu set homogenizer.
- Tabung reaksi berskala.

### Skema Pelaksanaan Percobaan



### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Studi karakteristik

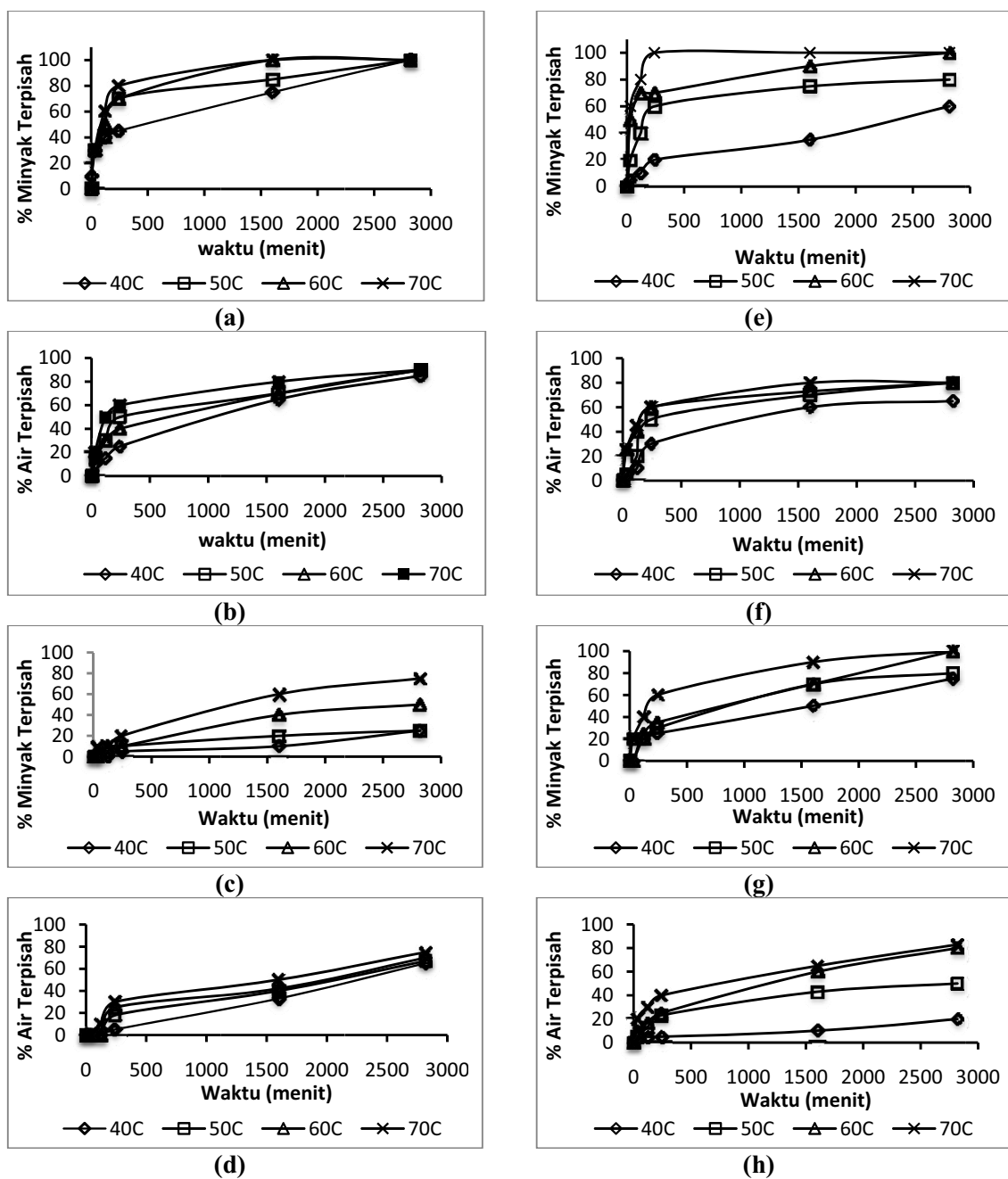
**Tabel 1. Karakteristik fisik (*physical characterization*) sampel minyak mentah**

	Blora	Cepu	Jambi	Riau
Spesific Gravity 60 °F	0,9297	0,8575	0,9329	0,8966
Viskositas kinematis 100 °F (Cst)	20,77	21,73	14,89	15,39
Tegangan muka (dyne/cm)	28,26	27,09	25,71	25,75

**Tabel 2. Karakteristik kimia (*chemical characterization*) sampel minyak mentah**

Jenis Crude Oil	Salinitas	Kandungan Sulfur (wt%)	Asphaltene (%)	Resin (%)	Wax (%)	Rasio R/A
Blora	0,0	0,1	2,381	7	2,162	2,94
Cepu	0,0	0,231	2,002	5,65	3,939	2,82
Jambi	0,0	0,09	0,548	4,7	0,996	8,58
Riau	0,0	0,08	0,404	7,04	1,271	17,43

### Kajian pengaruh temperatur



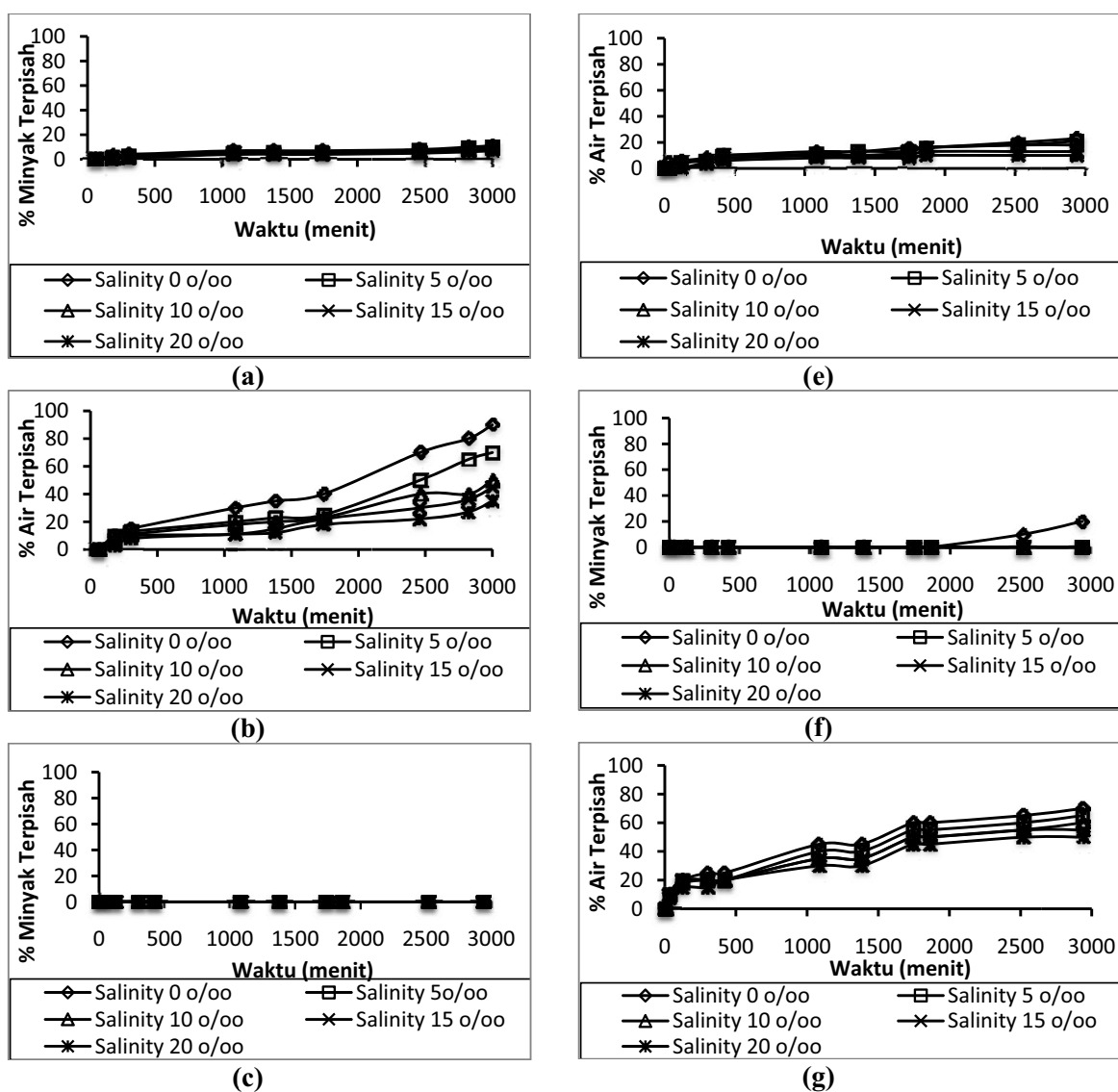
**Gambar 1.** Pengaruh temperatur : (a) Persentase minyak terpisah, (b) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Riau; (c) Persentase minyak terpisah, (d) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Jambi; (e) Persentase minyak terpisah, (f) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Blora; (g) Persentase minyak terpisah (h) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Cepu.

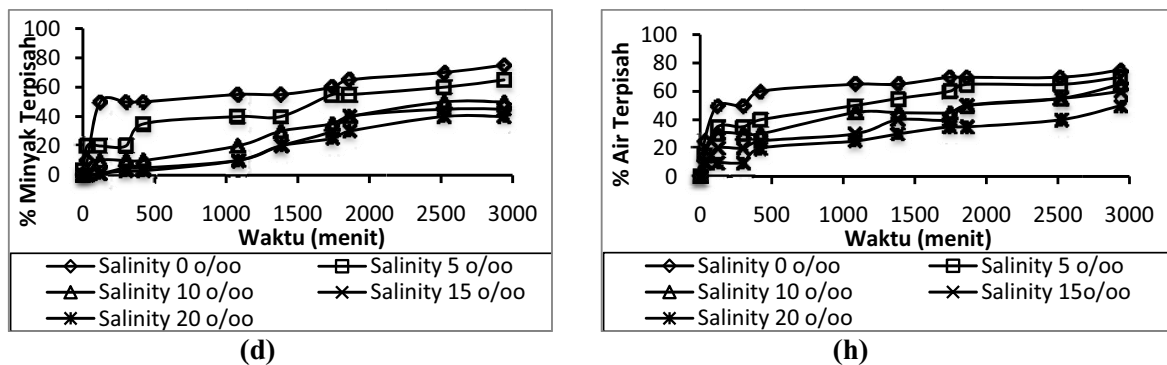
Gambar 2 (a) s/d (h) menunjukkan pengaruh temperature pada kestabilan emulsi air dalam berbagai minyak mentah. Emulsi yang paling tidak stabil ditunjukkan oleh temperature 70°C sedangkan emulsi paling stabil ditunjukkan temperature 40°C. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin temperatur maka emulsi akan semakin tidak stabil sehingga jumlah air terpisah semakin banyak sedangkan jumlah minyak terpisah didapatkan hasil yang berbeda untuk masing-masing minyak mentah tersebut.

Temperature yang dinaikan juga berperan aktif dalam mentidakstabilkan film yang kaku (rigid) yang disebabkan oleh penurunan viskositas antar muka. Selanjutnya frekuensi pengelompokan antar *droplets* naik karena menerima energi termal dari butiran, dengan kata lain panas akan mempercepat proses pemecahan emulsi.

Suhu tidak cukup berpengaruh untuk meningkatkan kelarutan air dalam minyak mentah secara signifikan, dan temperature yang tinggi menyebabkan banyak asphaltenes menjadi larut dalam minyak mentah. (Grace, 1992).

### Kajian penambahan Salinity.

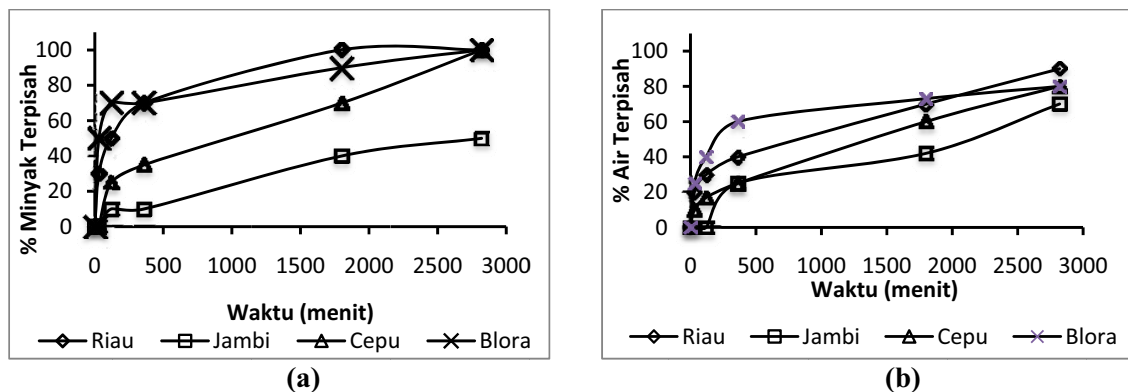




**Gambar 2.** Pengaruh *salinity* : (a) Persentase minyak terpisah, (b) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Riau; (c) Persentase minyak terpisah, (d) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Jambi; (e) Persentase minyak terpisah, (f) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Blora; (g) Persentase minyak terpisah (h) Persentase air terpisah, pada minyak mentah Cepu.

Gambar 2 (a) s/d (h) menunjukkan pengaruh penambahan *salinity NaCl* pada kestabilan emulsi air dalam minyak. Hasil percobaan menunjukkan emulsi yang paling tidak stabil ditunjukkan oleh perlakuan penambahan 0‰ NaCl sedangkan emulsi paling stabil ditunjukkan oleh perlakuan penambahan 20‰ NaCl. Hasilnya menunjukkan bahwa makin tinggi salinitas aqueous phase, makin kecil persentase air atau minyak yang terpisah dari emulsi. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi salinitas, emulsi makin stabil. *Aqueous phase* dengan salinitas nol (aquades) menunjukkan kondisi yang paling tidak stabil. Makin besar salinitas menyebabkan adanya larutan elektrolit yang bermuatan dalam sistem emulsi. Sehingga demulsifier yang bekerja memecah emulsi tidak dapat maksimal karena demulsifier akan diikat oleh anion dalam larutan *aqueous phase*.

#### Kajian jenis minyak mentah berdasarkan temperatur.



**Gambar 3.** Kestabilan emulsi berbagai jenis minyak mentah Indonesia uji temperatur dengan tinjauan: (a) persen minyak terpisah (b) persen air terpisah.

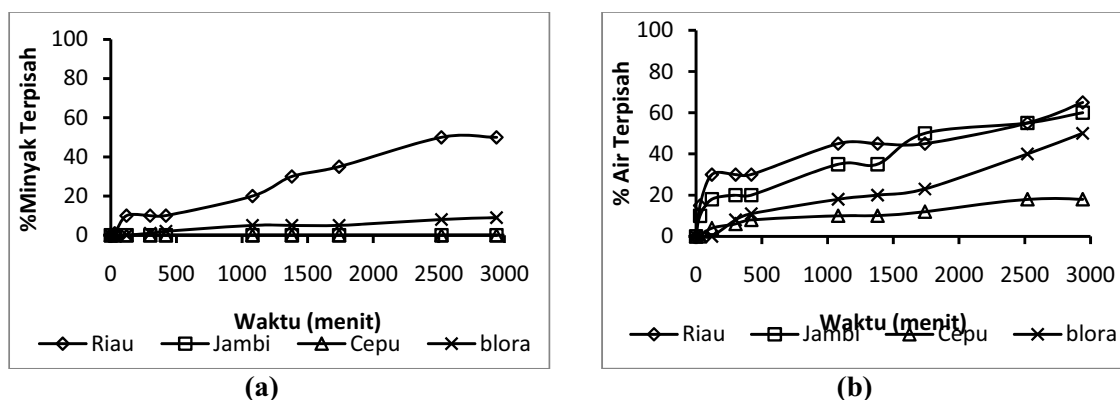
Suhu tidak cukup berpengaruh untuk meningkatkan kelarutan air dalam minyak mentah secara signifikan, dan temperature yang tinggi menyebabkan banyak asphaltenes menjadi larut dalam minyak mentah. (Grace, 1992).

Viskositas antarmuka dari fasa internal akan menurun seiring meningkatnya suhu. Hal ini dikarenakan tingkat drainase film meningkat secara proporsional pada suhu. Momentum

antara *droplets* akan meningkat sebelum terjadi pencampuran. Kedua fasa cair yang bercampur akan terpisah disebabkan karena densitas yang berbeda antara kedua fasa tersebut. Di tinjau dari rasio R/A minyak mentah Riau memiliki rasio R/A paling besar. Kandungan asphalten yang cukup rendah dan resi yang cukup tinggi membuat minyak mentah Riau semakin cepat untuk memisah dari emulsinya.

Konsentrasi surfaktan alam (asphaltene, resin, dan wax) juga mempunyai peran besar terhadap kestabilan emulsi minyak mentah. Pada banyak penelitian tentang surfaktan alam ini, kestabilan emulsi tergantung pada kandungan asphalten. Asphaltene mampu menyetabilkan emulsi sendiri tanpa adanya resin dan wax, namun tanpa keberadaan asphaltene, resin dan wax tidak mampu menyetabilkan emulsi. Di tinjau dari rasio R/A minyak mentah Riau memiliki rasio R/A paling besar. Kandungan asphalten yang cukup rendah dan resi yang cukup tinggi membuat minyak mentah Riau semakin cepat untuk memisah dari emulsinya. Konsentrasi resin yang terlalu besar dapat menurunkan kestabilan emulsi W/O ini karena resin konsentrasi tinggi membuat agregat asphaltene larut dalam minyak sehingga mengurangi permukaan aktif pada interface minyak-air.

#### Kajian jenis minyak mentah berdasarkan penambahab *salinity*



**Gambar 4.** Kestabilan emulsi berbagai jenis minyak mentah Indonesia uji penambahan *salinity* dengan tinjauan: (a) persen minyak terpisah (b) persen air terpisah.

Gambar 4(a) di atas menunjukkan urutan kestabilan emulsi masing-masing minyak mentah berdasarkan penambahan *salinity* 10‰ dan suhu 30°C. Pada minyak mentah Riau dan Blora, minyak yang terpisah jumlahnya 50% dan 9%, sedangkan pada minyak mentah Jambi dan Cepu tidak ada minyak yang terpisah sama sekali. Gambar 4(b) menunjukkan bahwa air terpisah pada minyak mentah Riau, Jambi, Blora, Cepu jumlahnya adalah 65%, 60%, 50%, 18%.

Dari Gambar tersebut dapat diketahui bahwa minyak mentah yang mempunyai sifat asli emulsi paling stabil adalah minyak mentah Cepu dengan tidak adanya minyak dan sedikit air yang terpisah bahkan dalam waktu yang lama. Minyak mentah yang mempunyai sifat asli emulsi paling tidak stabil adalah minyak mentah Riau kemudian diikuti oleh minyak mentah Blora lalu minyak mentah Jambi.

Viskositas minyak mentah yang tinggi akan meningkatkan kemampuan minyak untuk mempertahankan sejumlah besar droplet air dibandingkan dengan minyak mentah dengan viskositas rendah (Mat H.B *et al*, 2006).

### Kesimpulan

Dari hasil studi karakteristik dapat diketahui karakteristik 4 sampel minyak mentah Indonesia yaitu Blora, Cepu, Jambi, dan Riau. Hasil penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa penambahan *salinity* NaCl dan temperatur berpengaruh terhadap kestabilan emulsi minyak mentah. Semakin tinggi temperatur, emulsi minyak mentah semakin tidak stabil. Semakin besar konsentrasi *salinity* NaCL yang di tambahkan, semakin stabil emulsi suatu minyak mentah.

### Ucapan Terima Kasih

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS selaku dosen pembimbing penelitian.
2. Bapak Ir. Abdullah, MS, PhD sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
3. Orangtua, keluarga penyusun dan teman-teman yang telah memberikan doa, support, dan materi

### Daftar Pustaka

- Elsharkawy, A.M., Al-Sahaf, T.A., Fahim, M.A. 2000. *Effect of inorganic solids, wax to asphaltene ratio, and water cut on the stability of water-in-crude oil emulsions*. College of Engineering and Petroleum. Kuwait University. Kuwait
- Fingas, M., Fieldhouse, B., Bobra, M., and Tennyson, E. (1993). *The Physics and Chemistry of Emulsions*. Proceed Workshop on Emulsion. Marine Spill Response Corporation, Washington, DC
- Grace, R. (1992), *Commercial Emulsion Breaking*. In.: Schramm, L.L. *Emulsions Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry*. American Chemical Society, Washington DC. 313-338.
- Mat H.B., Samsuri A., Abdul Rahman, W.A.W., Rani, S.I., 2006. *Study on demulsifier formulation for treating Malaysian crude oil emulsion*. Universiti Teknologi Malaysia. Project No. 02-02-06-0015 EA098/VOT 74004
- Nuri, W. 2010. *Pemisahan emulsi minyak mentah Indonesia menggunakan gelombang mikro*. Magister Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- NRT Science & Technology Committee. 1997. *Emulsion Breakers and Inhibitors For Treating Oil Spills*. Fact Sheet.
- Pramudono, Bambang. *Destabilisasi Sistem Emulsi : Detol-Asphaltene-Rsin Menggunakan Agen Pendemulsi Methyl Trioctyl Ammonium Chloride*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI 2009. Bandung, 19-20 Oktober 2009