

# STUDI KARAKTERISTIK DAN KESTABILAN EMULSI MINYAK MENTAH INDONESIA

**Nuki Lindya Susanti (L2C607040) dan Yusrina Arum Rahardian (L2C607061)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058  
Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS

## 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 agitasi dan penambahan fine / solid particles 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. Dari penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa perlakuan agitasi dan penambahan fine particles ( $\text{CaCO}_3$ ) berpengaruh terhadap kestabilan emulsi minyak mentah. Semakin tinggi kecepatan agitasi maka semakin stabil emulsi suatu minyak mentah. Semakin banyak fine particles yang ditambahkan maka semakin stabil emulsi suatu minyak mentah.*

**Kata kunci:** *karakteristik; kestabilan emulsi; minyak mentah*

## 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 agitation and addition of fine / solid particles 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. From the research, it is known that agitation and addition of fine particles ( $\text{CaCO}_3$ ) influenced the stability of crude oil. The higher the agitation velocity, the greater emulsion stability of crude oil. The more addition of fine particles, the greater emulsion stability of crude oil.*

**Key Words:** *characteristics; emulsion stability; crude oil*

## 1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Energi yang paling banyak digunakan bersumber dari minyak bumi. Saat ini Indonesia menjadi negara pengeksport minyak mentah, namun sudah digolongkan menjadi negara *net oil importer*, artinya nilai impor minyak lebih besar dibanding nilai eksportnya. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tuanya sumur-sumur minyak yang ada, juga belum diketemukannya sumber minyak yang baru. Semakin tua sumur minyak menunjukkan semakin besar kandungan airnya, di mana akan menyebabkan terbentuknya emulsi air dalam minyak (*water in oil emulsion*). 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. Minyak mentah merupakan campuran yang kompleks, mulai dari hidrokarbon sebagai komponen utama, minyak mentah juga mengandung komponen-komponen lain, yaitu sulfur, nitrogen, oksigen, logam, asphaltenes, resin, wax, *basic sediment and water* (BS & W), dan padatan (*suspended solid*).

Karakteristik minyak mentah sangat mempengaruhi kestabilan emulsinya, sedangkan minyak mentah yang berasal dari daerah / region berbeda mempunyai sifat karakteristik yang berbeda pula. Untuk itu, perlu diketahui karakteristik minyak mentah Indonesia dan kestabilan emulsinya agar bisa didapatkan penanganan yang tepat untuk proses pengolahan selanjutnya.

Tujuan penelitian ini adalah studi sifat fisik dan kimia minyak mentah Indonesia (minyak mentah Blora, Cepu, Jambi, dan Riau) dan mengetahui pengaruh parameter kecepatan agitasi dan konsentrasi *fine particles* bagi kestabilan minyak mentah tersebut.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan 4 sampel minyak mentah Indonesia yaitu Blora, Cepu, Jambi, dan Riau. Air yang digunakan adalah aquadest sedangkan pada variabel konsentrasi *fine particles* digunakan  $\text{CaCO}_3$ .

### Karakteristik Bahan Baku

Kajian karakteristik minyak meliputi :

#### 1. Karakteristik fisik (*physical characterization*)

Kajian karakteristik fisik meliputi densitas, viskositas, dan tegangan muka.

#### 2. Karakteristik kimia (*chemical characterization*)

Kajian karakteristik kimia meliputi salinitas, kandungan asphaltene, resin, wax dan sulfur.

### Persiapan Bahan Baku

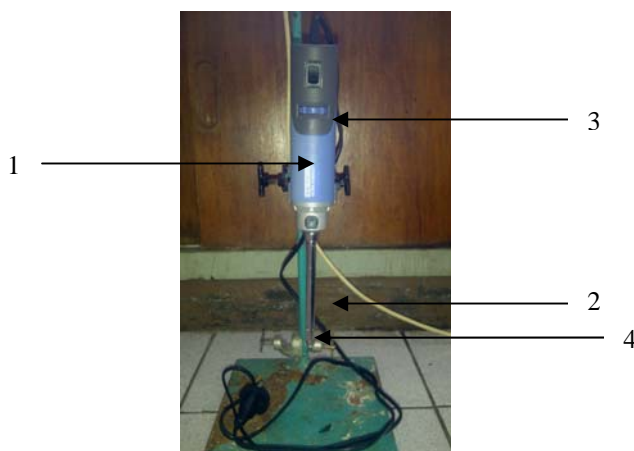
Minyak mentah yang telah diberi label nama daerahnya masing-masing diukur menggunakan gelas ukur sebanyak 10 ml kemudian tuangkan dalam beaker glass. 10 ml aquadest ditambahkan ke dalam beaker glass tersebut. Perbandingan minyak : air dibuat 1 : 1 dengan basis volume 20 ml. Setelah minyak dan air menjadi satu dalam beaker glass, bahan baku siap digunakan.

### Homogenisasi I

Homogenisasi I ini dilakukan untuk menghomogenkan bahan baku (minyak dan air) dengan variasi kecepatan agitasi sesuai variabel yang telah ditentukan yaitu 8000 rpm, 9500 rpm, 11500 rpm. Bahan baku yang telah siap, diaduk menggunakan alat homogenizer dengan waktu pengadukan konstan yaitu 2 menit, suhu yang digunakan  $30^\circ\text{C}$  dan kecepatan pengadukan sesuai 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.

### Homogenisasi II

Homogenisasi II ini dilakukan untuk menghomogenkan bahan baku (minyak dan air) dengan variasi penambahan *fine particles* sesuai variabel kedua yang telah ditentukan yaitu penambahan *fine particles* sebesar 100 ppm, 300 ppm, 500 ppm ke dalam 20 ml minyak dan air. *Fine particles* yang digunakan yaitu partikel-partikel halus yang berasal dari  $\text{CaCO}_3$ . Bahan baku yang telah siap, diaduk menggunakan alat homogenizer dengan waktu pengadukan konstan yaitu 2 menit, suhu yang digunakan  $30^\circ\text{C}$ , kecepatan pengadukan yang konstan yaitu 8000 rpm dan pada tiap-tiap minyak mentah yang dipakai ditambahkan *fine particles*  $\text{CaCO}_3$  sesuai variabel. Setelah dilakukan pengadukan selama 2 menit, akan terbentuk larutan emulsi antara minyak dan air, tuangkan ke dalam tabung reaksi berskala dan letakkan dalam rak.



Keterangan :

1. Homogenizer
2. Pengaduk
3. Pengatur kecepatan
4. Statif dan Klem

Gambar 1. Rangkaian alat homogenizer

## Pengolahan Data

Data percobaan diolah dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif yang meliputi kajian: hasil karakteristik sampel minyak mentah, volume minyak terpisah, volume air terpisah, waktu minyak dan air terpisah selama 72 jam, grafik hubungan waktu versus presentase minyak mentah, grafik hubungan waktu versus presentase air terpisah.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 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

### 3.2 Kajian pengaruh kecepatan agitasi

Gambar 4.1 s/d 4.7 menunjukkan pengaruh kecepatan agitasi pada kestabilan emulsi air dalam minyak. Emulsi yang paling tidak stabil ditunjukkan oleh perlakuan kecepatan agitasi 8000 rpm sedangkan emulsi paling stabil ditunjukkan oleh perlakuan kecepatan agitasi 11500 rpm. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan agitasi maka emulsi akan semakin stabil sehingga jumlah air terpisah semakin sedikit sedangkan jumlah minyak terpisah didapatkan hasil yang berbeda untuk masing-masing minyak mentah tersebut.

Kecepatan agitasi sangat berpengaruh terhadap ukuran droplet yang terbentuk. Kecepatan agitasi yang semakin tinggi akan mengakibatkan pencampuran minyak dan minyak yang membentuk ukuran droplet yang semakin kecil pula. Setelah emulsi W/O ini terbentuk, droplet-droplet ini akan bergabung satu sama lain melalui proses flokulasi yang diikuti oleh koalesensi. Ukuran droplet yang kecil akan relatif lebih stabil daripada droplet yang berukuran lebih besar. Hal ini disebabkan karena droplet yang besar memiliki tegangan muka yang lebih kecil bila dibandingkan dengan droplet kecil (Mat H.B *et al*, 2006). Droplet ukuran besar ini akan menarik droplet-droplet yang lebih kecil sehingga membentuk droplet yang lebih besar lagi.

Berdasarkan Gambar 4.8 dan 4.9, dapat diketahui bahwa minyak mentah yang mempunyai sifat asli emulsi paling stabil adalah minyak mentah Cepu dengan tidak adanya air yang terpisah bahkan dalam waktu yang lama. Sedangkan minyak yang mempunyai sifat asli emulsi paling tidak stabil adalah minyak mentah Riau kemudian diikuti oleh minyak mentah Jambi lalu minyak mentah Blora.

### 3.3 Kajian pengaruh konsentrasi *fine particles*

Gambar 4.10 s/d 4.17 menunjukkan pengaruh konsentrasi *fine particles* CaCO<sub>3</sub> pada kestabilan emulsi air dalam minyak. Hasil percobaan menunjukkan emulsi yang paling tidak stabil ditunjukkan oleh perlakuan penambahan 100 ppm CaCO<sub>3</sub> sedangkan emulsi paling stabil ditunjukkan oleh perlakuan penambahan 500 ppm CaCO<sub>3</sub>. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi *fine particles* maka emulsi akan semakin stabil sehingga jumlah air dan minyak yang terpisah akan semakin sedikit dan membutuhkan waktu yang semakin lama.

Keberadaan *fine particles* di dalam minyak mentah terbukti dapat menaikkan kestabilan emulsi W/O. Hal ini disebabkan karena *fine particles* menambah *interfacial area* di antara fasa minyak dan fasa air. Pada *interface* ini, partikel inorganik (CaCO<sub>3</sub>) bersama dengan molekul-molekul aktif, dalam hal ini adalah agregat asphaltene-resin, akan membentuk film antarmuka yang kuat yang akan menghalangi koalesensi dan menurunkan laju destabilisasi emulsi. Oleh karena itu, kajian penambahan *fine particles* ini tidak dapat lepas dari kandungan asphaltene dan resin (rasio R/A) di dalam masing-masing minyak mentah.

Kenaikan konsentrasi *fine particles* akan menaikkan volume emulsi, menurunkan ukuran droplet emulsi, dan menaikkan area total permukaan droplet sehingga memungkinkan lebih banyak agregat asphaltene-resin menempel pada *interface*. Pada rasio R/A yang rendah (minyak mentah Blora dan Cepu), agregat asphaltene yang besar akan

teradsorbsi pada partikel sehingga partikel akan berada pada fasa minyak dan air yang menyebabkan emulsi menjadi lebih stabil. Pada rasio R/A yang lebih tinggi (minyak mentah Riau dan Jambi), yang artinya kandungan asphaltene semakin sedikit sehingga makin sedikit pula agregat asphaltene yang teradsorbsi pada partikel. Hal ini menyebabkan partikel berada pada fasa air dan emulsi menjadi tidak stabil.

#### 4. 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 perlakuan agitasi dan penambahan *fine particles* ( $\text{CaCO}_3$ ) berpengaruh terhadap kestabilan emulsi minyak mentah. Semakin tinggi kecepatan agitasi, semakin stabil emulsi suatu minyak mentah. Semakin besar konsentrasi *fine particles*, semakin stabil emulsi suatu minyak mentah.

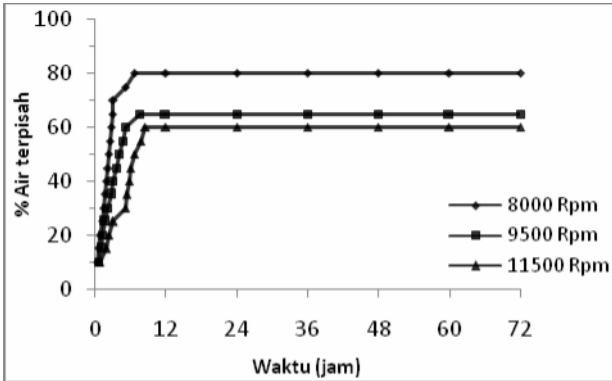
#### Ucapan Terima Kasih

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

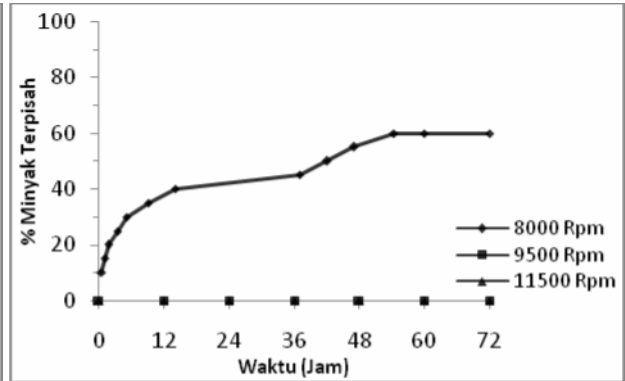
#### Daftar Pustaka

- Sullivan, A.P., Kilpatrick, P.K. 2002. The effect of inorganic solid particles on water and crude oil emulsion stability. *Ind. Eng. Chem. Res.* 41, 3389-3404.
- Speight, J.G. (1994). Chemical and Physical Properties of Petroleum Asphaltenes. In. T.F. Yen and G.V. Chilingarian. *Asphaltenes and Asphalt, 1*. Elsevier Science, Amsterdam.
- 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.
- Speight, J. G. (1991). The Chemistry and Technology of Petroleum. Marcel Dekker Inc. New York.

**1. Kajian pengaruh kecepatan agitasi  
Minyak mentah Riau**



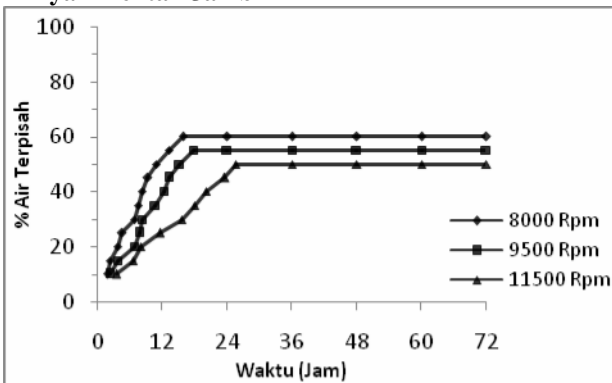
Gambar 4.1



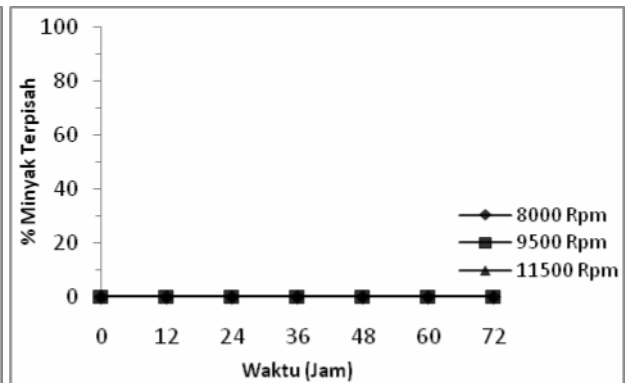
Gambar 4.2

Kestabilan emulsi minyak mentah Riau (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai kecepatan agitasi

**Minyak mentah Jambi**



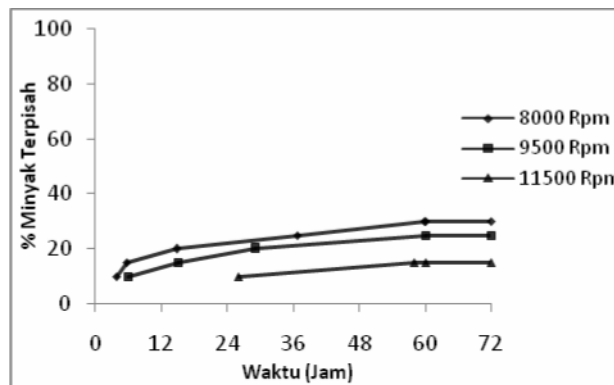
Gambar 4.3



Gambar 4.4

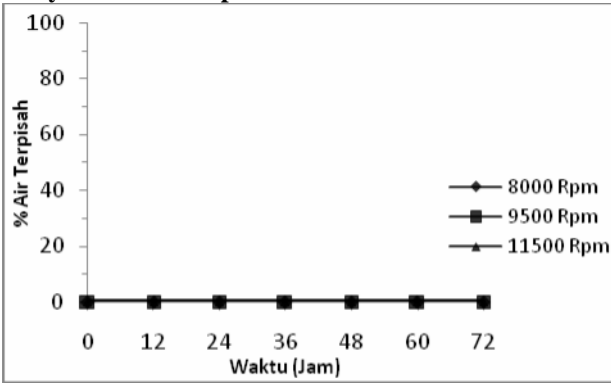
Kestabilan emulsi minyak mentah Jambi (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai kecepatan agitasi

**Minyak mentah Blora**

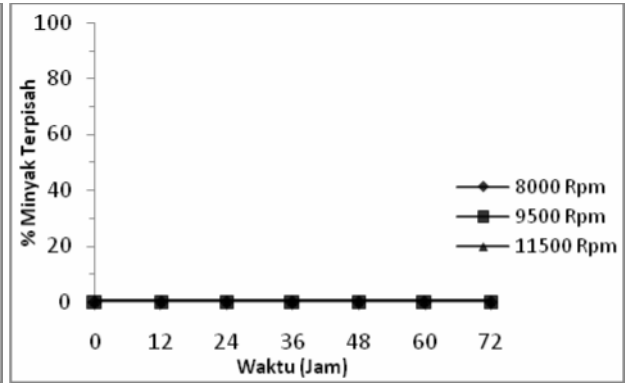


Gambar 4.5 Kestabilan emulsi minyak mentah Riau (ditinjau % minyak terpisah) pada berbagai kecepatan agitasi

**Minyak mentah Cepu**

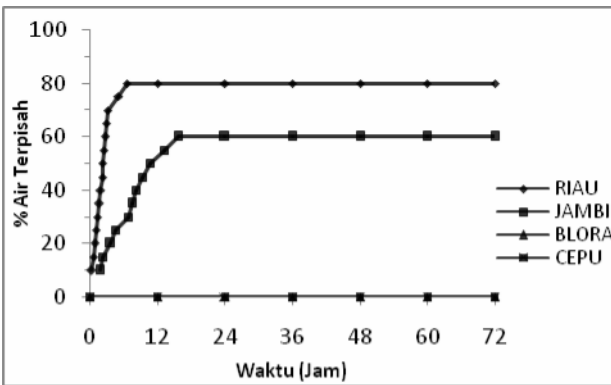


Gambar 4.6

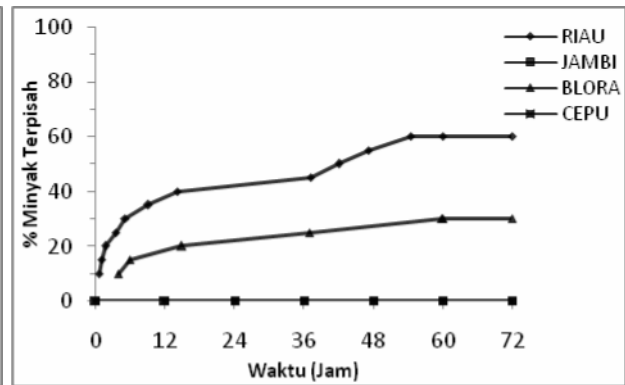


Gambar 4.7

Kestabilan emulsi minyak mentah Cepu (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai kecepatan agitasi



Gambar 4.8

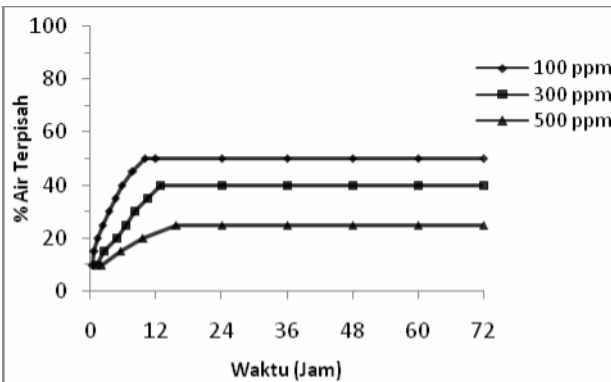


Gambar 4.9

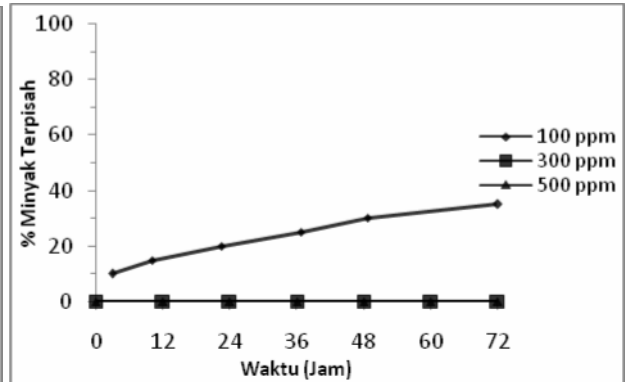
Kestabilan emulsi minyak mentah (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada kecepatan agitasi 8000 Rpm pada berbagai jenis minyak mentah Indonesia

**2. Kajian pengaruh konsentrasi fine particles**

**Minyak mentah Riau**



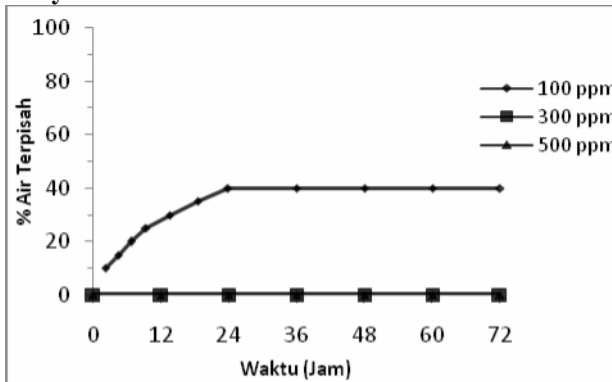
Gambar 4.10



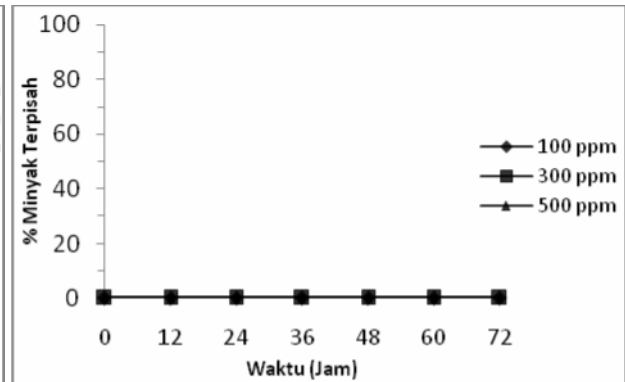
Gambar 4.11

Kestabilan emulsi minyak mentah Riau (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai konsentrasi *fine particles*

### Minyak mentah Jambi



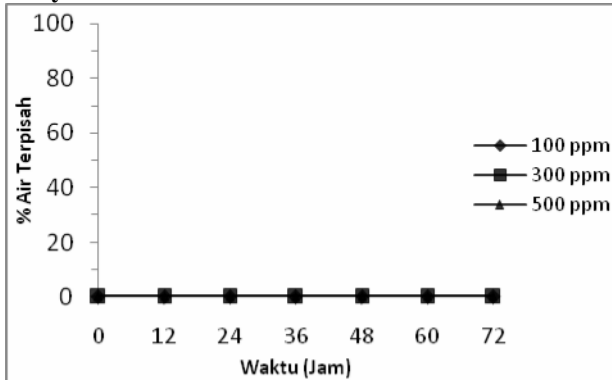
Gambar 4.12



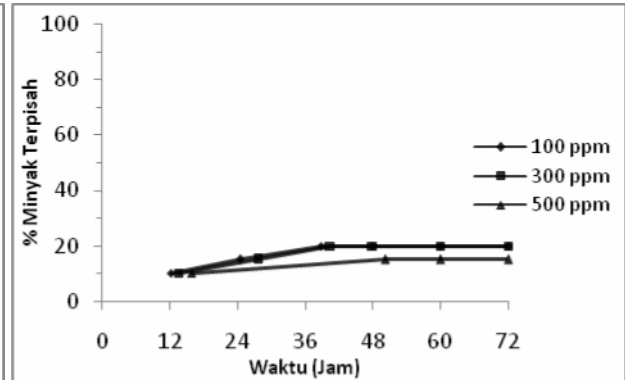
Gambar 4.13

Kestabilan emulsi minyak mentah Jambi (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai konsentrasi *fine particles*

### Minyak mentah Blora



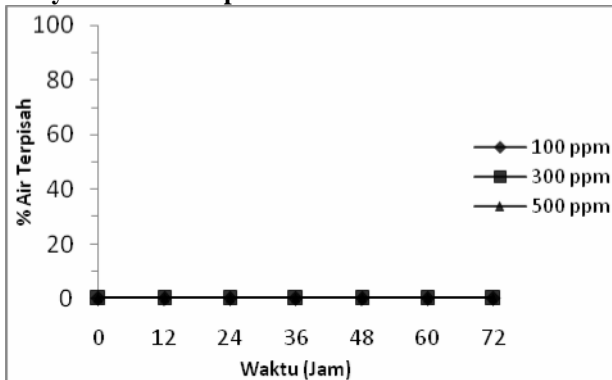
Gambar 4.14



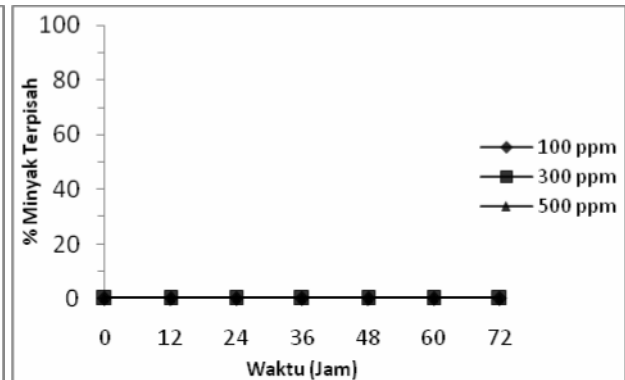
Gambar 4.15

Hubungan antara respon waktu (jam) dengan % air terpisah dan % minyak terpisah pada minyak mentah Blora pada 3 penambahan *fine particles* yang berbeda

### Minyak mentah Cepu



Gambar 4.14



Gambar 4.15

Kestabilan emulsi minyak mentah Cepu (ditinjau % air dan % minyak terpisah) pada berbagai konsentrasi *fine particles*