

# **Pelarutan Minyak Beku Pada Sumur Produksi Dengan Campuran Pelarut Organik**

**Nancy Maulirany, Bahruddin, Yelmida A**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Panam Pekanbaru 28293

## **Abstrak**

Endapan yang disebabkan karena tingginya kandungan parafin dan asphaltan dalam minyak mentah dapat terdeposisi dalam lubang sumur (*wellbore*) ataupun pipa produksi (*testline*). Endapan ini disebut dengan minyak beku atau *frozen oil*. Pada penelitian akan diamati pengaruh suhu, campuran pelarut dan waktu perendaman terhadap kelarutan parafin dan asphaltan dalam minyak mentah serta mengetahui komposisi hidrokarbon dan fraksi SARA (saturate, aromatik, resin dan asphaltan) dalam filtrat hasil pengujian kelarutan. Campuran pelarut yang digunakan dalam penelitian ini ada 4 (empat) kelompok yaitu pelarut A (xylen + minyak solar), pelarut B (toluen + minyak solar), pelarut C (xylen + minyak solar + alkilbenzen sulfonat) dan pelarut D (toluen + minyak solar + alkilbenzen sulfonat), dengan suhu larutan 60 dan 90 °C serta waktu perendaman 5, 10, 20 dan 30 menit. Dari hasil perhitungan % kelarutan menunjukkan bahwa pelarut C pada suhu 90 °C dan waktu perendaman 30 menit memiliki kelarutan yang paling besar yaitu 92%. Walaupun kelarutan pelarut C adalah yang tertinggi, tetapi penambahan Alkilbenzen Sulfonat pada pelarut C dan D tidak cukup banyak meningkatkan kelarutan dibandingkan dengan pelarut A dan B yang tanpa Alkilbenzen Sulfonat. Dari hasil analisa gas chromatography (GC) pada filtrat dan sampel awal minyak beku menunjukkan bahwa pada sampel awal minyak beku C29 memiliki konsentrasi tertinggi sebesar 12,04% sedangkan pada filtrat C29 tidak lagi tinggi, larut ke fraksi yang lebih ringan. Dari analisa konsentrasi saturate, aromatik, resin dan asphaltan (SARA) pada filtrat dan sampel awal minyak beku, menunjukkan bahwa asphaltan pada sampel awal minyak beku memiliki konsentrasi yang tertinggi yaitu 36,17% sedangkan pada filtrat konsentrasi asphaltan tidak lagi tinggi.

Kata kunci : analisa SARA, asphaltan, gas kromatogram, minyak solar, parafin, toluen, xylen,

## **Abstract**

Precipitation caused by the high content of paraffin and asphaltene in crude oil can be deposited in the wellbore and/or production pipe. Deposit was called the frozen oil. In this research will be observed the influence of temperature, solvent mixture and soaking time on the solubility of paraffin and asphaltene in crude oil and hydrocarbon composition and determine the fraction of SARA (saturate, aromatic, resin and asphaltene) in the filtrate of solubility test results. Solvent mixtures used in this study there are four (4) groups: solvent A (xylen + diesel fuel), solvent B

(toluene + diesel fuel), solvent C (xylen + diesel fuel + alkylbenzene sulfonate) and solvent D (toluene + diesel fuel + alkylbenzene sulfonate), with temperature 60 and 90 0C and soaking time 5, 10, 20 and 30 minutes. % Solubility shows that the solvent C at a temperature of 90 0C and 30 minutes soaking time has the greatest solubility is 92%. Even though the solubility of the solvent C is the highest, but the addition of alkylbenzene sulfonate in solvents C are not enough increases the solubility compared to the solvent A without alkylbenzene sulfonate. From the analysis of Gas Chromatography (GC) at filtrate and original frozen oil showed that the original frozen oil C29 frozen oil has the highest concentration of 12.04%, while in the filtrate C29 is no longer high, soluble fractions into lighter ones. From the analysis of the concentration of saturate, aromatic, resin and asphaltene (SARA) at filtrate and original frozen oil, indicating that the initial sample asphaltene frozen oil have the highest concentration of 36.17%, while the concentration asphaltene in the filtrate no longer high.

Keywords : asphaltene, diesel fuel, gas chromatography, paraffin, SARA, toluen, xylen,

## 1. Pendahuluan

Salah satu masalah yang timbul pada proses produksi minyak bumi adalah terbentuknya endapan organik. Endapan ini disebabkan karena tingginya kandungan parafin dan asphaltan dalam minyak mentah yang dapat terdeposisi dalam lubang sumur (*wellbore*) ataupun pipa produksi (*testline*). Endapan tersebut menyebabkan penyumbatan pada lubang sumur dan atau pipa produksi (*testline*) dan secara bertahap dapat menurunkan produksi. Endapan ini disebut dengan minyak beku atau *frozen oil* [1].

Minyak beku disebabkan oleh perubahan kondisi tertentu seperti adanya pekerjaan pada sumur (*workover*) dan penggunaan *killing fluid* pada formasi yang menyebabkan terjadinya perubahan tekanan dan suhu yang mengganggu kesetimbangan kimia sehingga berbagai komponen dalam minyak mentah tidak lagi dalam larutan, terpisah dan kemudian membentuk endapan. Minyak mentah bila ada sedikit perubahan membentuk endapan parafin dan asphaltan [3].

Permasalahan minyak beku dapat diatasi dengan melakukan beberapa hal misalnya dengan cara mekanikal, menggunakan fluida panas, dan yang lebih sering dilakukan adalah dengan cara kimiawi yaitu menggunakan pelarut. Pada beberapa kasus, penggabungan metoda mekanikal dan pelarut kimia memberikan hasil yang optimal [2]. Pemilihan campuran pelarut yang tepat akan memberikan hasil yang maksimal untuk pelarutan parafin dan asphaltan.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan menggunakan campuran beberapa pelarut untuk mengatasi masalah minyak beku. Campuran pelarut yang digunakan adalah Xylen dan Toluene, dengan minyak solar dan 5% dispersant. Beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan dalam pemilihan pelarut diantaranya adalah pelarut harus cocok dengan *reservoir fluids* dan *formation materials*, pelarut mudah dihilangkan dari *reservoir* setelah pekerjaan, murah dan mudah dioperasikan, tidak beracun berbahaya untuk lingkungan [4].

Analisa *Gas Chromatography* (GC) juga dilakukan dalam penelitian untuk mengetahui secara kualitatif dan kuantitatif hidrokarbon pada sampel minyak beku dan melihat pengaruh pelarutan terhadap kandungan hidrokarbon. Selain itu juga dilakukan analisa SARA (*Saturate, Aromatic, Resin, Asphaltene*) adalah pemisahan fraksi minyak bumi berdasarkan *solubility* dan *polarity* [5].

## 2. Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Sampel minyak beku yang berasal dari sumur minyak lapangan Duri-Riau
- b. Bahan Kimia Xylen, Toluena, Minyak Solar dan Alkilbenzen Sulfonat

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap yaitu Sampel minyak beku dan jenis pelarut yaitu xylen, toluena, minyak solar dan alkilbenzen sulfonat. Sedangkan untuk variabel bebasnya yaitu nisbah pelarut untuk setiap paket pelarut seperti pada tabel 1

Tabel 1. Nisbah pelarut untuk setiap paket pelarut

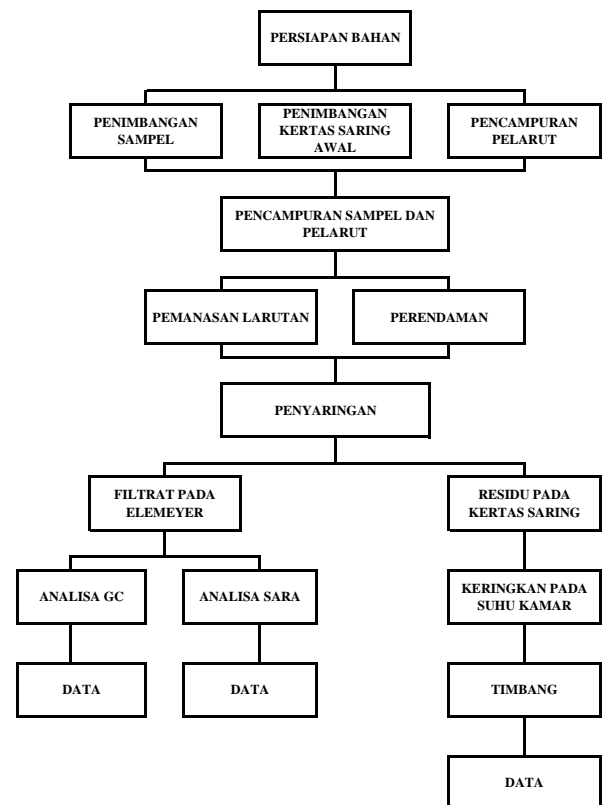
| Pelarut              | A   | B   | D   | E   |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Xylen                | 65% |     | 65% |     |
| Toluena              |     | 65% |     | 65% |
| Minyak solar         | 35% | 35% | 30% | 30% |
| Alkilbenzen sulfonat |     |     | 5%  | 5%  |

Suhu larutan 60 °C dan 90 °C serta waktu perendaman 5, 10, 20 dan 30 menit

### Prosedur Penelitian Pengujian Kelarutan

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut, sebanyak 65% v/v atau 32.5 ml Xylen dan 35% v/v atau 17.5 ml solar (untuk pelarut A) dimasukkan kedalam *beaker glass* 250 ml.

Kemudian pelarut A ditambahkan ke dalam labu *elemeyer* 250 ml yang berisi sampel minyak beku sebanyak 10 gram. Buat campuran pelarut dan sampel sebanyak 4 larutan, untuk masing-masing waktu 5, 10, 20 dan 30 menit. Selanjutnya labu *elemeyer* yang berisikan sampel dan pelarut dimasukkan ke dalam *water bath*, panaskan larutan hingga mencapai suhu 60 °C. Prosedur yang awal diulangi lagi untuk nisbah pelarut B, C dan D. Demikian juga untuk suhu larutan 90 °C.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Pengujian kelarutan dilakukan dengan menyaring larutan dengan kertas saring yang sudah ditimbang berat awalnya pada menit ke-5 sampai menit ke-30 untuk masing-masing variabel bebas 1 dan 2. Biarkan sisa larutan pada kertas saring selama 1 malam

dengan suhu kamar, kemudian kertas saring ditimbang.

Sehingga % kelarutan dapat dihitung dengan rumus:

Berat zat terlarut dinyatakan sebagai x;

Zat Terlarut (x) gram

= Berat sampel awal – Berat residu

Maka :

$$\% \text{ kelarutan} = \frac{\text{gram zat terlarut} \times 100\%}{\text{berat sampel awal}}$$

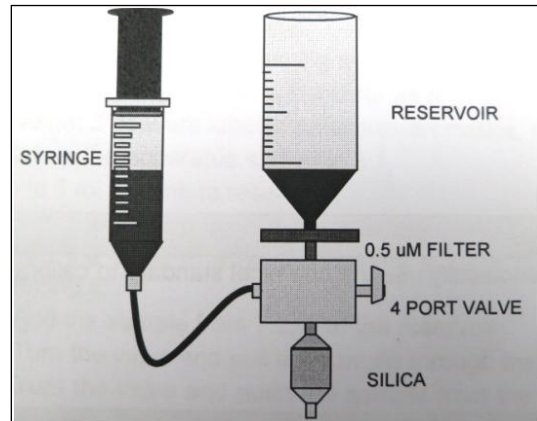
### Analisa Gas Chromatography

Analisa gas kromatogram pada sampel awal *crude oil* dan zat terlarut (hasil penyaringan) dari pelarut A, B, C dan D pada menit ke 30 dan suhu 60 dan 90 °C. Sehingga didapat 9 (sembilan) sampel yang dilakukan analisa gas kromatogram. Prosedur analisa Gas Chromatography dilakukan dengan standar baku di Laboratorium Technology & Support, Gas Analysis Section, PT. Chevron Pacific Indonesia dengan suhu awal oven 30 °C, akhir 300 °C dan *retention time* 100 menit.

### Analisa SARA (Saturated, Aromatic, Resin and Asphaltene)

Analisa kandungan asphaltan dalam *crude oil* pada sampel awal *crude oil* dan zat terlarut (hasil penyaringan) dari pelarut A, B, C dan D pada menit ke 30 dan suhu 60 dan 90 °C.

Sehingga didapat 9 (sembilan) sampel yang dilakukan analisa SARA untuk mengetahui kandungan asphaltan.



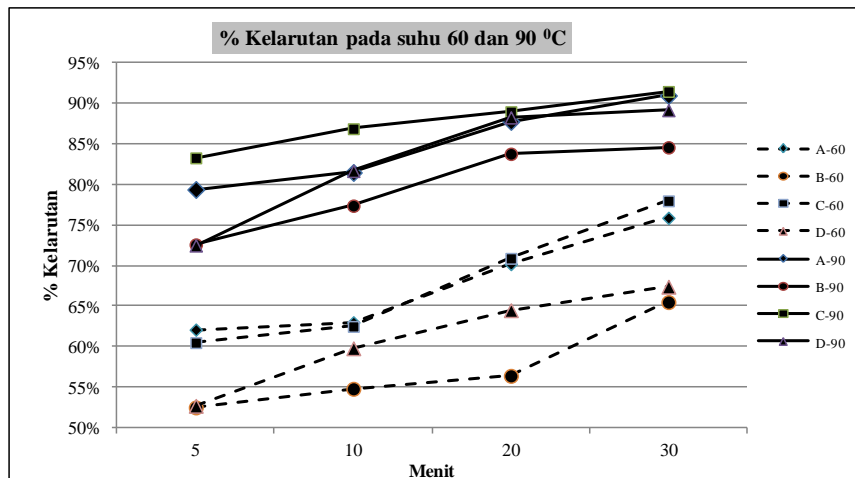
Gambar 2. Rangkaian Peralatan Filtrasi analisa SARA

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh suhu terhadap kelarutan

Kelarutan dapat didefinisikan sebagai jumlah maksimum zat terlarut yang akan melarut dalam sejumlah pelarut pada suhu tertentu. Pengaruh kenaikan suhu pada kelarutan zat berbeda-beda antara yang satu dengan yang lainnya. Tetapi pada umumnya kelarutan zat padat dalam cairan bertambah dengan naiknya suhu.

Gambar 3. merupakan grafik yang menunjukkan pengaruh kenaikan suhu larutan terhadap % kelarutan.



Gambar 3. Pengaruh Suhu larutan terhadap % Kelarutan

Tabel 2. Uji ANOVA pengaruh suhu terhadap % kelarutan

$\alpha$  0.05

SUMMARY

| Groups | Count | Sum   | Average  | Variance |
|--------|-------|-------|----------|----------|
| 60     | 16    | 10.19 | 0.636875 | 0.005703 |
| 90     | 16    | 13.42 | 0.83875  | 0.003532 |

ANOVA

| Source of Variation | SS       | df | MS       | F        | P-value  | F crit   |
|---------------------|----------|----|----------|----------|----------|----------|
| Between Groups      | 0.326028 | 1  | 0.326028 | 70.61025 | 2.23E-09 | 4.170877 |
| Within Groups       | 0.138519 | 30 | 0.004617 |          |          |          |
| Total               | 0.464547 | 31 |          |          |          |          |

Tabel 2 data uji ANOVA terhadap pengaruh kenaikan suhu larutan terhadap % kelarutan. Pada tabel *summary* menunjukkan nilai rata-rata (*mean*) % kelarutan pada suhu 60 °C sebesar 63,7% dan nilai rata-rata (*mean*) % kelarutan pada suhu 90 °C sebesar 83,9%. Ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu larutan dari 60 °C menjadi 90 °C mengakibatkan kenaikan nilai rata-rata (*mean*) % kelarutan sebesar 20%.

Pengujian hipotesa;

$H_0$  : Tidak ada pengaruh kenaikan suhu larutan terhadap kelarutan minyak beku

$H_1$  : Ada pengaruh kenaikan suhu larutan terhadap kelarutan minyak beku

Penarikan kesimpulan:

F Hitung > F tabel : Tolak  $H_0$

F Hitung < F tabel : Terima  $H_0$

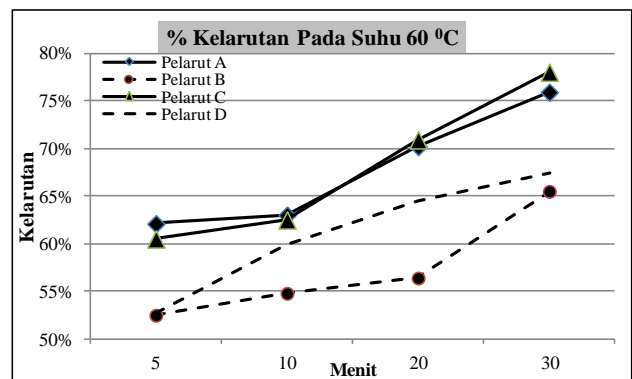
Dari Tabel 2 ANOVA didapat nilai F hitung = 70,61 dan F *crit*/F tabel = 4,17 sehingga nilai F hitung > F *crit*/F tabel maka kesimpulannya tolak  $H_0$  artinya ada pengaruh kenaikan suhu larutan terhadap kenaikan kelarutan minyak beku.

Hal ini disebabkan karena ketika pemanasan dilakukan, mengakibatkan semakin renggangnya jarak antar molekul zat padat tersebut. Merenggangnya jarak antar molekul zat padat menjadikan

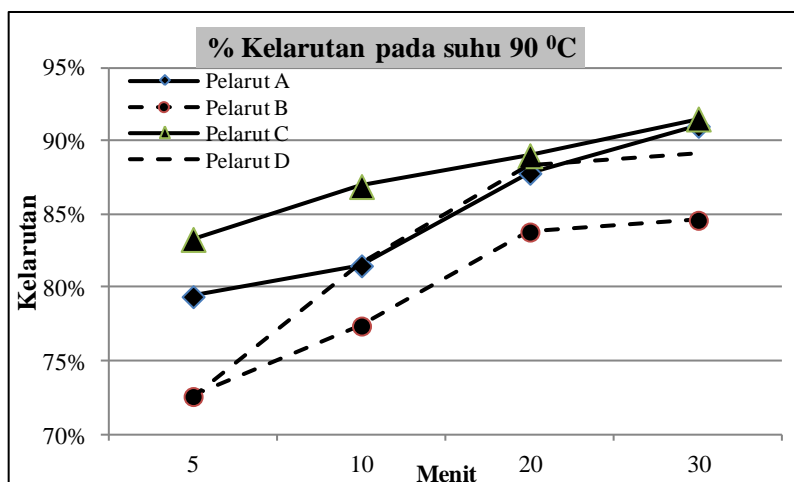
kekuatan gaya antar molekul tersebut menjadi lemah sehingga mudah terlepas oleh gaya tarik molekul-molekul pelarut atau disebut juga dengan perpindahan massa antar molekul zat terlarut dan zat pelarut.

**Pengaruh Campuran Pelarut Terhadap Kelarutan**

Pada penelitian ini campuran pelarut yang digunakan sesuai dengan tabel 1. Dari gambar 3 dan gambar 4 merupakan grafik yang menunjukkan pengaruh campuran pelarut terhadap % kelarutan.



Gambar 4. Pengaruh campuran pelarut terhadap Kelarutan pada Suhu 60 °C



Gambar 5. Pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan suhu 90 °C

Tabel 3. Uji ANOVA pengaruh campuran pelarut terhadap % Kelarutan

$\alpha = 0.05$

SUMMARY

| Groups   | Count | Sum  | Average | Variance |
|----------|-------|------|---------|----------|
| PelarutA | 8     | 6.11 | 0.76375 | 0.011627 |
| PelarutB | 8     | 5.49 | 0.68625 | 0.016998 |
| PelarutC | 8     | 6.24 | 0.78    | 0.014086 |
| PelarutD | 8     | 5.77 | 0.72125 | 0.017498 |

ANOVA

| Source of Variation | SS       | df | MS       | F        | P-value  | F crit   |
|---------------------|----------|----|----------|----------|----------|----------|
| Between Groups      | 0.043084 | 3  | 0.014361 | 0.954108 | 0.427989 | 2.946685 |
| Within Groups       | 0.421463 | 28 | 0.015052 |          |          |          |
| Total               | 0.464547 | 31 |          |          |          |          |

Dari tabel 3 *summary* menunjukkan bahwa pelarut C yang menggunakan Xylen sebagai pelarut utama, memiliki nilai rata-rata (*mean*) 78% kelarutan atau 2% lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata (*mean*) kelarutan pelarut A. Hal ini menunjukkan penambahan Alkilbenzen Sulfonat pada pelarut C tidak banyak meningkatkan kelarutan. Untuk pelarut D yang menggunakan Toluene sebagai pelarut utama, memiliki nilai rata-rata (*mean*) 72,1% kelarutan atau 3% lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata (*mean*) kelarutan pelarut B.

Kondisi ini sama dengan pelarut A dan C yang mana penambahan Alkilbenzen Sulfonat pada pelarut D tidak banyak meningkatkan kelarutan. Sehingga dalam hal penambahan Alkilbenzen Sulfonat juga tidak banyak meningkatkan kelarutan dan dapat diabaikan. Pengujian hipotesa dengan ANOVA;

$H_0$  : Tidak ada pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan minyak beku

$H_1$  : Ada pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan minyak beku

Penarikan kesimpulan:

F Hitung > F tabel : Tolak  $H_0$   
 F Hitung < F tabel : Terima  $H_0$

Dari Tabel 3 ANOVA didapat nilai F hitung = 0,95 dan F *crit*/F tabel = 2,95 sehingga nilai F hitung < F *crit*/F tabel maka kesimpulannya terima  $H_0$  artinya tidak ada pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan minyak beku. Dari kesimpulan uji ANOVA tersebut dapat ditentukan bahwa pelarut A yang menggunakan Xylen sebagai pelarut utama adalah merupakan pelarut Xylen terkutubkan. Sehingga molekul Xylen memiliki dipol sesaat yang akan menginduksi senyawa nonpolar lainnya dalam hal ini adalah minyak beku. Kedua molekul nonpolar pelarut dan zat terlarut tersebut akan saling berinteraksi melalui gaya tarik menarik antara dipol sesaat dan dipol terinduksi. Sehingga terjadi proses kelarutan. Dibandingkan dengan Toluene yang memiliki 1 gugus alkil (metil), dipol sesaat karena pergerakan elektron dalam inti Benzen dan 1 gugus alkil lebih kecil daripada dipol sesaat molekul Xylen. Hal ini dapat dilihat dari hasil % kelarutan pelarut A

yang terbaik dan lebih ekonomis dengan nilai kelarutan 91%.

Hal ini disebabkan karena kerja Xylen lebih dominan dibandingkan kerja Alkilbenzen Sulfonat dalam melarutkan minyak beku. Selain itu karena Xylen merupakan senyawa nonpolar yang tidak memiliki muatan, tetapi tidak terkutubkan. Elektron-elektron dari inti benzen dan 2 gugus alkil (dimetil) pada Xylen bergerak bebas dan menyebabkan muatan molekul dan pelarut C yang menggunakan Xylen lebih tinggi dibanding pelarut B dan pelarut D yang menggunakan Toluene sebagai pelarut utama.

### ***Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Kelarutan***

Dari tabel 4 *summary* pada menit ke 30 memiliki nilai rata-rata (*mean*) % kelarutan 80,5% atau 13,4% lebih tinggi dibanding pada menit ke 5.

Tabel 4. Uji ANOVA pengaruh waktu perendaman terhadap % Kelarutan  
 $\alpha = 0.05$

| SUMMARY       |              |            |                |                 |  |
|---------------|--------------|------------|----------------|-----------------|--|
| <i>Groups</i> | <i>Count</i> | <i>Sum</i> | <i>Average</i> | <i>Variance</i> |  |
| Menit ke 5    | 8            | 5.37       | 0.67125        | 0.013213        |  |
| Menit ke 30   | 8            | 6.44       | 0.805          | 0.010771        |  |

| ANOVA                      |           |           |           |          |                |               |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| <i>Source of Variation</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
| Between Groups             | 0.071556  | 1         | 0.071556  | 5.967017 | 0.028438       | 4.60011       |
| Within Groups              | 0.167888  | 14        | 0.011992  |          |                |               |
| Total                      | 0.239444  | 15        |           |          |                |               |

Pengujian hipotesa dengan ANOVA;  
 $H_0$  : Tidak ada pengaruh waktu perendaman terhadap kelarutan minyak beku  
 $H_1$  : Ada pengaruh waktu perendaman terhadap kelarutan minyak beku

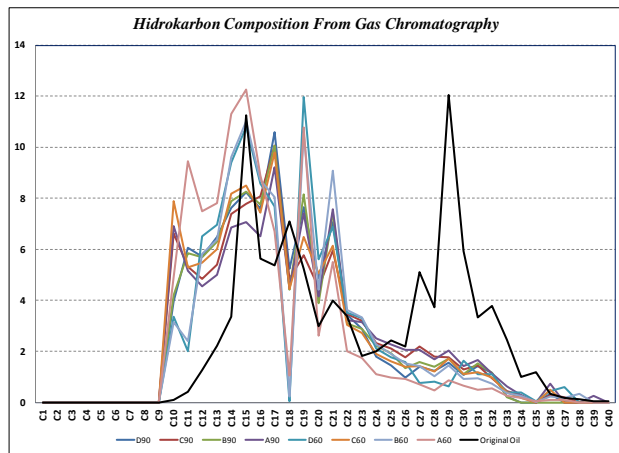
Penarikan kesimpulan:  
 F Hitung > F tabel : Tolak  $H_0$   
 F Hitung < F tabel : Terima  $H_0$   
 Dari tabel 4 ANOVA didapat nilai F hitung = 5,97 dan F *crit*/F tabel = 4,6 sehingga nilai

$F_{hitung} > F_{crit}/F_{tabel}$  maka kesimpulannya tolak  $H_0$  artinya adanya pengaruh waktu perendaman terhadap kelarutan minyak beku.

Hal ini membuktikan bahwa waktu perendaman mempengaruhi kelarutan. Waktu perendaman yang terbaik adalah menit ke 30. Semakin lama waktu perendaman, semakin tinggi kelarutan yang didapat. Hal ini disebabkan karena kontak antar zat terlarut dan pelarut semakin lama.

**Analisa komponen Hidrokarbon dalam crude oil awal dan filtrat hasil dari pengujian kelarutan dengan Gas Chromatography (GC)**

Analisa komponen hidrokarbon pada sampel awal minyak beku (*crude oil*) sebelum dilakukan pelarutan dan sampel hasil penyaringan (*filtrate*) setelah ditambahkan pelarut dengan menggunakan alat *Gas Chromatography*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui komponen hidrokarbon awal sebelum dilarutkan dengan setelah dilarutkan dengan campuran pelarut.



Gambar 6. Hasil Analisa Minyak Beku dengan Gas Chromatography (GC)

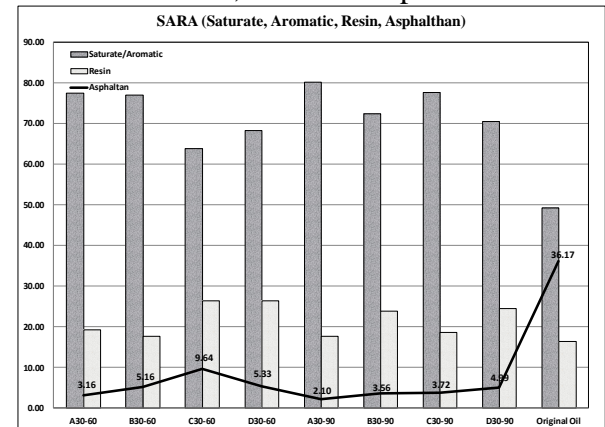
Dari gambar 6 terlihat bahwa rantai hidrokarbon C1 - C40 dari sampel *original oil* dan sampel filtrat hasil dari kelarutan terdapat perbedaan C29 yang mana pada *original oil* C29 memiliki konsentrasi

12,04%, paling tinggi dibanding rantai hidrokarbon yang lainnya. Dengan tingginya konsentrasi C29 mengakibatkan minyak mentah akan membentuk endapan atau disebut juga minyak beku (*frozen oil*). Setelah ditambahkan campuran pelarut, konsentrasi C29 tidak lagi lebih besar dibanding dengan konsentrasi atom C lainnya.

Hal ini disebabkan karena Parafin dan Asphaltan merupakan hidrokarbon rantai panjang yang memiliki berat molekul yang besar sehingga pada sampel awal *original oil* sehingga sebelum terjadi proses kelarutan dengan penambahan pelarut konsentrasi C29 lebih tinggi dibanding dengan yang lainnya atom C dengan berat molekul lebih rendah.

**Analisa SARA untuk kandungan asphaltan dalam crude oil**

Analisa SARA (*Saturate, Aromatic, Resin, Asphaltene*) pada sampel *original* sebelum dilakukan pelarutan dan sampel hasil penyaringan (*filtrate*) setelah ditambahkan pelarut dengan menggunakan alat penyaringan SARA. Hal ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi saturate/aromatic, resin dan asphaltan.



Gambar 7. Hasil Analisa SARA

Dari gambar 7 menunjukkan bahwa konsentrasi asphaltan pada *original oil* sebesar 36,17%. Berat molekul asphaltan meningkat seiring dengan meningkatnya



jumlah atom C dari parafin. Hal ini didukung dari hasil *gas chromatography* bahwa konsentrasi atom C<sub>29</sub> sebesar 12,04%. Setelah dilarutkan dengan pelarut A, B, C dan D konsentrasi asphaltan berkurang. Pelarut A pada suhu 90 °C memiliki konsentrasi asphaltannya paling rendah yaitu sebesar 2,10%. Hasil SARA ini membuktikan bahwa pelarut A adalah pelarut yang dapat melarutkan parafin dan asphaltan dalam minyak beku dengan kelarutan yang paling baik yaitu 91%.

#### 4. Kesimpulan

1. Pengaruh suhu larutan terhadap kelarutan minyak beku berdasarkan uji ANOVA didapat nilai F hitung = 70,61 dan F tabel = 4,17 sehingga nilai F hitung > F tabel artinya ada pengaruh suhu larutan terhadap kenaikan kelarutan minyak beku. Kenaikan suhu larutan dari 60 °C menjadi 90 °C mengakibatkan kenaikan nilai rata-rata (*mean*) % kelarutan sebesar 20%.
2. Pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan minyak beku berdasarkan uji ANOVA didapat nilai F hitung = 0,95 dan F tabel = 2,95 sehingga nilai F hitung < F tabel artinya tidak ada pengaruh campuran pelarut terhadap kelarutan minyak beku.
3. Mengacu pada point 2, penambahan 5% Alkilbenzen Sulfonat pada pelarut C dan D tidak berpengaruh terhadap kelarutan sehingga dapat diabaikan. Hal ini dapat sebagai pertimbangan bahwa pelarut A merupakan pelarut yang terbaik secara ekonomis lebih murah dan memiliki % kelarutan yang tinggi.
4. Pengaruh waktu perendaman terhadap kelarutan minyak beku berdasarkan uji ANOVA didapat didapat nilai F hitung = 5,97 dan F tabel = 4,6 sehingga nilai F hitung > F tabel artinya ada pengaruh waktu perendaman terhadap kelarutan minyak beku. Nilai rata-rata (*mean*) kelarutan pada menit ke 30 adalah 80,5% atau 13,4% lebih tinggi dibanding pada menit ke 5.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang sudah sangat mendukung hingga selesainya penelitian ini. Dan juga terima kasih kepada para bapak/ibu dosen penguji Ibu Zultiniar, Ibu Hafidah dan Bapak Ahmad Fadli yang sudah memberi kritik dan saran untuk lebih baiknya penelitian ini. Terima kasih juga buat teman-teman yang sudah membantu selama pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, Y., 2001, *Frozen Oil Treatment in Area-1*, AMT A234, Duri
- [2] Allen, T.O dan Roberts, A.P., 1993, *Production Operation, Well Completion, Workover and Stimulation*, Edisi ke-4, Oil & Gas Consultants International, Inc, USA
- [3] Civan, F., 2000, *Reservoir Formation Damage*, Gulf Publishing Company, Texas
- [4] Fan, Y., 1996, *Chemical Removal of Formation Damage from Paraffin Deposition Part 1 – Solubility And Dissolution Rate*, SPE 31128
- [5] Siswadi , A, D dan Permatasari G, 2010, *Ekstraksi Asphaltene Dari Minyak Bumi*, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro