

EFEKTIVITAS ADITIF PENURUN TITIK TUANG TERHADAP MINYAK BUMI DAN MINYAK BAKAR

Oleh:

Ir. Subardjo Pangarso

INTISARI

Jenis minyak bumi (*crude oil*) Indonesia sebagian besar bertendensi parafinik, di mana dari jenis minyak bumi akan berpengaruh terhadap kualitas produknya.

Peranan efektivitas dari aditif penurun titik tuang (*Pour Point Depressant*) ini di Indonesia sangat besar artinya terhadap minyak bumi ataupun beberapa produknya, karena sifat produknya juga bertendensi parafinik untuk produk tengahan dan berat (*middle and heavy products*). Misalnya, minyak bakar akan mempunyai kualitas pembakaran yang tinggi tetapi selalu terbentur pada masalah titik tuang (*pour point*) yang terlalu tinggi.

Atas dasar hal tersebut di atas telah diadakan penelitian efektivitas aditif penurun titik tuang ini terhadap beberapa minyak bumi yang terdapat di Indonesia serta minyak bakar sebagai salah satu produknya.

Dalam penelitian ini dilihat sampai berapa derajat masing-masing aditif sanggup untuk menurunkan titik tuang minyak bumi dan minyak bakar residu, di mana sebelum dilakukan penambahan aditif, terlebih dahulu ditentukan pengujian karakteristik yang meliputi, titik tuang, gravitas spesifik, viskositas, kandungan lilin, kandungan air serta klasifikasinya.

Dari 4 (empat) macam aditif yang dicoba, berhasil ditemukan jenis aditif yang paling efektif untuk menurunkan titik tuang, yaitu 20 sampai 35 satuan terhadap minyak bumi yang mempunyai titik tuang mula antara $75^{\circ} - 90^{\circ}F$, sedang terhadap minyak bumi yang mempunyai titik tuang mula antara $100^{\circ} - 110^{\circ}F$ hanya dapat diturunkan titik tuangnya sebesar 15 - 20 satuan. Untuk minyak bakar residu dengan titik tuang antara $65^{\circ} - 75^{\circ}F$ dapat diturunkan sebanyak 20 satuan, tetapi penurunan tersebut hanya bertahan beberapa hari.

ABSTRACT

The Indonesian crude oil are mostly having parafine characteristics, where this kind of crude oil has an effect on its products. The effective Pour Point Depressant plays a big role on crude oil and some of its products, due to its parafinic characteristics for middle and heavy products. The above heavy oil problems have an effect on high combustion quality and its obstacle lies on its high pour point.

Based on the said case, a research has been made to check the effectiveness of pour point additives on a number of crude oil found in Indonesia and fuel oil as one of its products.

In this research we would like to watch until how many degrees of the respective additive to depress crude oil pour point and residue fuel where previously there additive increase, it was found that tested characteristics covering the pour point, specific gravity, viscosity wax content, water content, and their classification.

Our of four tested additives, it was discovered the effective additive for pour point depressant i.e. from 20 to 35 on crude oil and pour point which earlier had a pour point of $75 - 90^{\circ}F$, where as the crude oil having a pour point of 100 -

110°F, could only decrease by 15 to 20 units.

For residue oil with pour point between 65 to 75°F, could be decreased by 20 units, but such decrease runs for several days only.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Dari hasil-hasil evaluasi minyak bumi yang telah dilakukan PPPTMGB "LEMIGAS", ternyata bahwa minyak bumi Indonesia sebagian besar bertendensi parafinik yang umumnya mempunyai titik tuang tinggi sehingga pada suhu normal membeku, disebabkan tingginya kadar lilin. Hal ini sering menimbulkan kesukaran dalam menangani minyak bumi dan minyak bakar sebagai produknya pada temperatur rendah, karena berkurangnya atau menghilangnya sifat fluiditas (*fluidity*).

Gejala ini disebabkan oleh dua hal yaitu :

- adanya pembentukan kristal-kristal lilin
- naiknya viskositas.

Peranan aditif penurun titik tuang dalam hal ini sangat besar artinya, karena minyak bumi serta fraksi tengah atau fraksi beratnya (*middle* dan *heavy products*) yang bertendensi parafinik seperti solar dan minyak bakar (*gas oil* dan *residual fuel oil*) selalu terbentur pada masalah titik tuang yang terlalu tinggi. Reaksi minyak bumi serta produknya terhadap penambahan aditif penurunan titik tuang tidak dapat diramalkan begitu saja, karena demikian banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi, baik ditinjau dari segi minyak bumi dengan produk petroleumnya sendiri maupun dari segi aditifnya. Dari segi produknya perlu diperhatikan antara lain jenis minyak bumi dan jarak didih. Dari segi aditif dapat dilihat: konsentrasi, struktur rantai utama, panjang rantai samping.

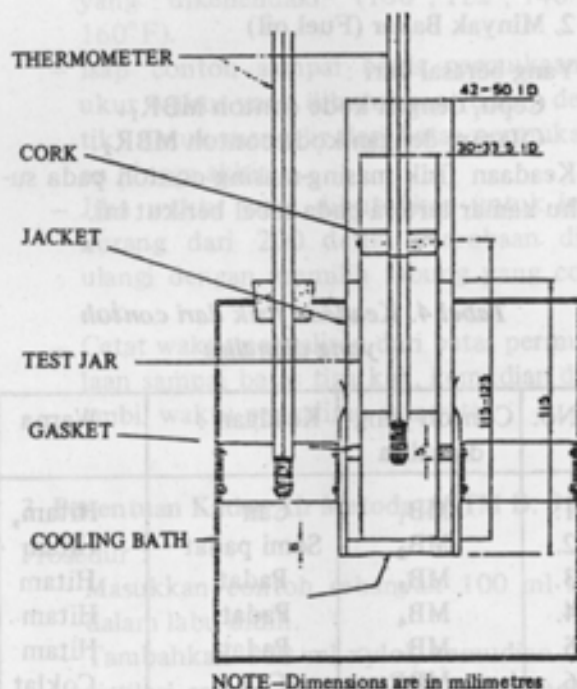
Di samping dua sumber pengaruh tadi, masih perlu diperhitungkan pula sumber pengaruh yang ketiga, yakni yang bersumber dari perlakuan-perlakuan fisik, umpamanya, pendinginan/pemanasan, waktu atau lama penyimpanan, pemutusan rantai aditif karena perlakuan mekanis dan sebagainya.

Demikian banyak dan kompleknya faktor-faktor yang terlihat dan mempengaruhi efektifitas aditif penurunan titik tuang, maka pe-

nelitian yang dimaksud ini mungkin mendekati kondisi yang praktis.

B. Hipotesa

1. Produk dengan jarak didih sempit dan titik akhir rendah, hanya sedikit memberikan atau sama sekali tidak memberikan respon terhadap penambahan aditif.
2. Makin tinggi berat molekul rata-rata dan makin lebar distribusi molekuler n-parafin, makin besar pula respon produk terhadap penambahan aditif.
3. Kecepatan pertumbuhan kristal-kristal lilin tidak boleh lebih besar dari pada kecepatan penyerapan aditif pada permukaan kristal.
4. Aditif dengan berat molekul tinggi akan memberikan pengaruh yang lebih nyata terhadap produk dengan berat molekul rata-rata yang tinggi pula.



Gambar: Alat Uji Titik Tuang

C. Metoda Evaluasi Hasil

Metoda evaluasi hasil yang digunakan di sini hanya berdasarkan kepada analisa kualitatif, artinya tidak ada perhitungan-perhitungan statistik.

Pengamatan dan analisa data dilakukan melalui tabel bagi setiap pengukuran kriteria untuk setiap contoh percobaan dan dibantu dengan ilustrasi-ilustrasi grafik.

II. PERSIAPAN PERCOBAAN

A. Penyediaan Contoh

Contoh yang akan dianalisa terdiri dari dua macam yaitu minyak bumi dan minyak bakar.

1. Minyak Bumi

Yang berasal dari bermacam-macam sumur dan beberapa pengapalan (*shipping*) dengan kode contoh sebagai berikut :

Sumur TABUAN-3 dengan kode contoh MB₁.
Sumur F-6, DST-4 dengan kode contoh MB₂.
Cinta ex MT "NILE RIVER"

dengan kode contoh MB₃.

Cinta ex MT "YAMA TAMA BARU"

dengan kode contoh MB₄.

Sumur AV-4, DST-7 dengan kode contoh MB₅.

2. Minyak Bakar (Fuel oil)

Yang berasal dari :

Cepu, dengan kode contoh MBR₁.

Cilacap, dengan kode contoh MBR₂.

Keadaan fisik masing-masing contoh pada suhu kamar tertera pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Keadaan fisik dari contoh yang dianalisa

No.	Contoh yang dianalisa	Keadaan	Warna
1.	MB ₁	Cair	Hitam,
2.	MB ₂	Semi padat	Hitam
3.	MB ₃	Padat	Hitam
4.	MB ₄	Padat	Hitam
5.	MB ₅	Padat	Hitam
6.	MBR ₁	Cair	Coklat
7.	MBR ₂	Cair	Coklat kehitaman

B. Penyediaan Aditif Penurunan Titik Tuang

Pada percobaan ini dilakukan dengan penambahan empat macam aditif dengan karakteristik yang ditunjukkan dengan data sebagai berikut :

1. Aditif Penurun Titik Tuang A

Suatu senyawa organik polimer yang larut dalam pelarut hidrokarbon aromatik.

Pemakaian yang efisien didapatkan, jika penambahannya dilakukan ketika minyak dalam keadaan panas.

Sifat-sifat fisika :

- Berupa cairan kental yang berwarna coklat kemerahan.
- Berat jenis pada 60°F, lb/Gall : 7,83
- Titik nyala : 112°F
- Titik tuang : 40°F
- Viscosity pada 130°F : 115 SUS
- 100°F : 220 SUS
- 80°F : 304 SUS

2. Aditif Penurun Titik Tuang B

Adalah suatu senyawa organik yang kompleks yang larut dalam pelarut hidrokarbon aromatik. Pemakaian yang efisien didapatkan jika penambahannya dilakukan ketika minyak dalam keadaan panas.

Sifat-sifat fisika :

- Berupa cairan yang berwarna coklat muda
- Gravitasi Spesifik pada 60°F : 0.893
- Viskositas pada 60°F : 50,8 SUS
- 100°F : 41,4 SUS
- 130°F : 37,3 SUS
- Titik tuang : 20°-30°F
- Titik Nyala : 108°F

3. Aditif Penurun Titik Tuang C

Senyawa organik larut dalam minyak dan air.

Sifat-sifat fisika :

- Berupa cairan yang berwarna kuning tua
- Gravitasi Spesifik pada 60°F : 0,9400
- Titik Nyala : 108°F
- Titik Tuang : -40°F
- Viskositas pada 100°F : 47 SUS

4. Aditif Penurunan Titik Tuang D

Senyawa organik larut dalam minyak dan air.

Sifat-sifat fisika :

- Berupa cairan yang berwarna kuning muda
- Gravitasi Spesifik pada 60°F : 0,888
- Titik tuang : di bawah -40
- Viskositas pada 0°F : 35,4 SUS
- 30°F : 33,0 SUS
- 60°F : 32,0 SUS

C. Bahan-bahan Kimia dan alat-alat yang digunakan

1. Bahan-bahan kimia yang digunakan

- Xilol
- n-Heptana
- Asam sulfat pekat (H₂SO₄)
- Dietil eter
- Etanol absolut
- Benzen
- Aseton
- Aquades
- Es kering

2. Alat-alat yang digunakan

- Penangas air (*Water Bath*) yang lengkap dengan Termometer
- Alat ekstraksi
- Kompur listrik
- Timbangan listrik analitik
- Gelas hidrometer
- Termometer
- Tabung Viskosimeter
- Labu ukur 250 ml
- Labu pemisah 1 liter
- Gelas ukur 50, 250, 500 ml.
- Gelas piala 100, 250 ml.
- Erlenmeyer 250 ml.
- Corong pemisah
- Termometer ASTM 5F
- Tabung Titik Tuang
- Gelas arloji 100 mm
- Pipet 50 ml.
- Termometer Backman
- Pengaduk
- Tabung untuk penentuan Berat molekul
- Kertas saring

D. Metoda Uji Baku Penentuan Karakteristik

1. Penentuan Gravitasi Spesifik dengan Hidrometer Metoda ASTM D 1298-80.

Prosedur :

- Masukkan contoh ke dalam tabung Hi-

drometer (gelas ukur 500 ml), tinggi contoh pada tabung sama dengan permukaan air dalam penangas air dan masukkan termometer dalam contoh tersebut.

- Atur suhu contoh sama dengan suhu dalam penangas.
- Masukkan gelas hidrometer perlahan-lahan ke dalam contoh dan kalau sudah tertahan tekan sedikit kira-kira dua skala ke dalam contoh dan lepaskan.
- Kemudian baca skala, gelas Hidrometer tidak boleh melekat pada dinding.
- Untuk masing-masing contoh dilakukan pembacaan skala tiga kali.

2. Penentuan Viskositas Kinematik Metoda ASTM D 445.

Prosedur :

- Pilih tabung kapiler yang bersih, kering, yang jika dipakai diperkirakan membutuhkan waktu alir lebih dari 200 detik.
- Panaskan contoh sampai cair kemudian masukkan ke dalam tabung viskosimeter dengan bantuan pompa isap.
- Contoh tersebut dimasukkan dalam penangas lebih kurang 15 menit pada suhu yang dikehendaki (100°, 122°, 140°, 160° F).
- Isap contoh sampai batas permukaan, ukur waktu yang dibutuhkan (dalam detik) untuk mengalir dari batas permukaan hingga akhir.
- Jika waktu yang dibutuhkan untuk ini kurang dari 200 detik, percobaan diulangi dengan memilih tabung yang cocok.
- Catat waktu pengaliran dari batas permukaan sampai batas tiga kali, kemudian diambil waktu pengaliran rata-rata.

3. Penentuan Kadar Air Metoda ASTM D. 95

Prosedur :

- Masukkan contoh sebanyak 100 ml ke dalam labu didih.
- Tambahkan 100 ml xylol, kemudian didistilasi selama dua jam dari mulai mendidih.
- Kadar air dapat dibaca pada skala dari tabung tersebut.

4. Penentuan Titik Tuang Metoda ASTM D 97

Prosedur :

- Contoh dipanaskan sampai cair, kemudian masukkan ke dalam tabung titik tuang sampai batas garis.
- Contoh dipanaskan dalam penangas sampai 120°F.
- Dinginkan, contoh yang mempunyai titik tuang rendah masukkan dalam bak pendingin.
- Amati, dengan memiringkan tabung selama lima detik, kalau contoh tidak mengalir lagi suhu dicatat.
- Titik tuang dari contoh adalah pembacaan suhu yang dicatat ditambah 5°F.

5. Penentuan Kadar Lilin Metoda Alkohol Eter

Prosedur :

- Timbang contoh sebanyak 4-6 gram, masukkan ke dalam labu pengekstrak.
- Tambahkan 50 ml n-heptana tiap gram, dan batu didih kemudian dilakukan distilasi tertutup (*total reflux*) selama dua jam dari mulai mendidih, biarkan satu malam.
- Saring contoh ke dalam labu pemisah, lanjutkan ekstrak dengan H₂SO₄ pekat dengan menambahkannya sebanyak 30 ml. Dikocok selama lima menit terus menerus, kemudian biarkan selama 15 menit, sampai terlihat batas sempurna antara sisa asam dan contoh kemudian sisa asam dibuang.
- Ulangi sampai tiga kali dengan setiap kali penambahan asam, sisa asamnya dibuang.
- Netralkan contoh di atas dari asam dengan *aquades* dan bila perlu ditambahkan beberapa butir garam NaCl untuk menghilangkan emulsi.
- Setelah pencucian terakhir pindahkan cairan ke dalam gelas piala dan tambahkan bubuk lempung penyerap warna 20 atau 30 gram, panaskan sampai timbul permulaan mendidih.
- Biarkan terjadi pemisahan satu menit dan disaring dengan kertas saring ke dalam labu 250 ml, encerkan sampai batas dengan n-heptana.

- Pipet 50 ml larutan, masukkan ke dalam piala yang sudah ditimbang. Uapkan n-heptana pada temperatur 176°F dengan alat penguap gelas piala, selesai penguapan gelas piala yang berisi lilin dan minyak dipanaskan dalam dapur pemanas (*oven*).
- Tambahkan 30 ml dietil eter, 30 ml etanol masukkan dalam tabung titik tuang.
- Sambil diaduk masukkan dalam termos pendingin sampai suhu -4°F dan biarkan selama dua jam.
- Saring dengan memakai penyaring porselen Gooch pada suhu tersebut dan bilasi tabung dengan alkohol eter (1:1) yang dingin.
- Gooch yang berisi endapan lilin dan pengaduk diletakkan dalam gelas piala tadi dan dipanaskan dalam dapur pemanas.
- Saat masih panas, tambahkan *benzen* panas 50 ml, sambil mencuci penyaring dan pengaduk.
- Uapkan *benzen* dalam alat penguap.
- Gelas piala yang berisi lilin diletakkan dalam oven pada suhu 110°C, kemudian masukkan dalam *eksikator* selama ± 30 menit, dan timbang endapan yang terdapat.

6. Penentuan Berat Molekul Aditif Penurun Titik Tuang Metoda IP 86/44.

Prosedur :

- Pipet 50 ml pelarut (*benzen*), masukkan dalam tabung pengukur berat molekul yang telah dilengkapi dengan *stirer* dan Termometer Backman.
- Tabung yang berisi pelarut ini masukkan dalam bak pendingin dan dikocok terus dengan pengaduk sampai kelihatan mengkristal.
- Saat skala termometer naik sampai tercapai keadaan stabil, catat berapa skala termometer (*freezing point* dari pelarut).
- Kemudian tambahkan sejumlah aditif Penurun Titik Tuang pada larutan dan ukur lagi berapa titik kristal (*freezing point*) dari campuran tersebut.
- Dengan menggunakan rumus Raoult's, maka berat molekul dari aditif tersebut dapat dihitung.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan karakteristik dari minyak bumi

Kode Contoh	Titik Tuang	Viskositas (cst)				Gravitas		Kandungan lilin %	Kandungan lilin %	Kuop
		100°F	122°F	140°F	160°F	Spesifix	API			
MB ₁	75	23,25	12,08	7,697	—	0,8430	36,4	5,3	0,4	12,6
MB ₂	90	24,65	24,66	9,760	—	0,8967	26,3	11,15	0,1	11,8
MB ₃	100	—	33,71	20,88	14,14	0,8661	31,9	16,67	—	12,5
MB ₄	105	—	40,44	24,02	14,72	0,9074	24,4	17,33	—	11,9
MB ₅	110	—	1075,8	732,2	459,0	0,9396	19,1	19,46	0,8	12,0

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik dari minyak bakar

Kode Contoh	Titik Tuang °F	Viskositas (cSt)			Gravitas		Kandungan lilin %	Kandungan air %	Kuop
		100°F	122°F	140°F	Spesifik	API			
MBR ₁	65	5,935	5,336	3,736	0,8670	31,7	7,21	—	11,8
MBR ₂	75	349,8	146,6	84,17	0,9546	16,7	9,93	0,025	11,5

Tabel 3. Hasil penentuan berat molekul dari aditif Penurun Titik Tuang.

Jenis aditif	Berat molekul
A	214
B	155
C	222
D	194

7. Penentuan KUOP Metoda UOP 375

Prosedur :

- Tentukan viskositas pada suhu pemeriksaan 100°F dan 122°F atau 210°F.
- Tentukan Gravitas °API pada 60°F.
- Cari KUOP dengan menggunakan grafik.

III. PELAKSANAAN PERCOBAAN

Sebelum dilakukan penambahan aditif Penurun Titik Tuang terhadap minyak bumi dan minyak bakar, terlebih dahulu dilakukan pengukuran karakteristik minyak bumi dan minyak bakar yang masing-masing hasilnya dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Selanjutnya dilakukan percobaan dengan menggunakan empat macam aditif Penurun Titik Tuang dengan konsentrasi yang sama. Di siapkan larutan aditif dalam *xylol*, sehingga didapat 0,1 gr/cc, kemudian ditambahkan ke dalam minyak bumi atau minyak bakar yang akan diteliti sebanyak 0,05 % sampai 0,40 %. Sesudah itu titik tuang diamati pada hari-hari ke 0, 1, 2, 3, 5, 10 dan 15.



HUBBAY – OIL (MALACCA STRAIT) LTD

• an additional contribution towards the achievement of the production target during Pelita IV

- Arthaloka Building 2nd Floor
- Jl. Jend. Sudirman 2 Jakarta
- Phone : 584001, Telex : 45218 Horse IA

Tabel 4. Hasil penetapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MB₁. (Titik tuang 75°F)

Aditif		Titik tuang hari ke, °F					
Jenis	Konsentrasi % berat	0	1	3	5	10	15
A	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	70	65	65	65	65	65
	0,1	65	60	60	60	60	60
	0,2	55	50	50	50	50	50
	0,3	45	40	40	40	40	40
B	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	70	70	70	70	70	70
	0,1	70	65	65	65	65	65
	0,2	65	60	60	60	60	60
	0,3	60	55	55	55	55	55
C	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	75	75	75	75	75	75
	0,1	75	70	70	75	75	75
	0,2	70	70	70	70	75	75
	0,3	65	60	60	60	65	65
D	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	75	75	75	75	75	75
	0,1	75	75	75	75	75	75
	0,2	75	70	70	70	75	75
	0,3	70	65	65	65	70	70
0,4	70	65	65	65	70	70	

Tabel 5. Hasil penetapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MB₂. (Titik tuang 90°F)

Aditif		Titik tuang hari ke, °F					
Jenis	Konsentrasi % berat	0	1	3	5	10	15
A	0,0	90	90	90	90	90	90
	0,05	85	85	85	85	85	85
	0,1	80	80	80	80	80	80
	0,2	75	70	70	70	70	70
	0,3	70	65	75	65	65	65
B	0,0	90	90	90	90	90	90
	0,05	90	90	90	90	90	90
	0,1	85	80	80	80	80	80
	0,2	80	75	75	75	75	75
	0,3	75	70	70	70	70	70
C	0,0	90	90	90	90	90	90
	0,05	90	90	90	90	90	90
	0,1	90	90	90	90	90	90
	0,2	85	80	80	80	85	85
	0,3	80	75	75	75	80	80
D	0,0	90	90	90	90	90	90
	0,05	90	90	90	90	90	90
	0,1	90	85	85	85	90	90
	0,2	90	85	85	85	90	90
	0,3	85	80	80	80	85	85
0,4	80	80	80	80	85	85	

Tabel 6. Hasil penetapan titik tuang setelah beberapa penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MB₃. (Titik tuang 100°F)

Aditif		Titik tuang hari ke, °F					
Jenis	Konsentrasi % berat	0	1	3	5	10	15
A	0,0	100	100	100	100	100	100
	0,05	95	95	95	95	95	95
	0,1	90	90	90	90	90	90
	0,2	85	80	80	80	80	80
	0,3	80	80	80	80	80	80
B	0,0	100	100	100	100	100	100
	0,05	100	100	100	100	100	100
	0,1	95	90	90	90	95	95
	0,2	90	85	85	85	95	95
	0,3	85	80	80	80	80	85
C	0,0	100	100	100	100	100	100
	0,05	100	100	100	100	100	100
	0,1	100	100	90	90	95	95
	0,2	95	85	85	85	90	90
	0,3	90	85	85	85	85	90
D	0,0	100	100	100	100	100	100
	0,05	100	100	100	100	100	100
	0,1	100	100	100	100	100	100
	0,2	100	100	100	100	100	100
	0,3	95	95	95	95	100	100
0,4	95	95	95	95	100	100	

Tabel 7. Hasil penetapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MB₄. (Titik tuang 105°F)

Aditif		Titik tuang hari ke, °F					
Jenis	Konsentrasi % berat	0	1	3	5	10	15
A	0,0	105	105	105	105	105	105
	0,05	105	100	100	100	100	100
	0,1	100	100	100	100	105	105
	0,2	95	90	90	90	90	95
	0,3	90	90	90	90	90	95
B	0,0	105	105	105	105	105	105
	0,05	105	105	105	105	105	105
	0,1	105	105	100	100	105	105
	0,2	100	100	95	100	100	100
	0,3	95	90	90	90	90	90
C	0,0	105	105	105	105	105	105
	0,05	105	105	105	105	105	105
	0,1	105	105	100	100	105	105
	0,2	100	95	95	100	100	100
	0,3	95	95	95	100	100	100
D	0,0	105	105	105	105	105	105
	0,05	105	105	105	105	105	105
	0,1	105	105	105	105	105	105
	0,2	105	100	100	100	105	105
	0,3	100	100	100	100	105	105
0,4	100	100	100	100	100	105	

Tabel 8. Hasil penerapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MB₁.
(Titik tuang 110°F)

Jenis	Aditif Konsentrasi % berat	Titik tuang hari ke, °F					
		0	1	3	5	10	15
A	0,0	110	110	110	110	110	110
	0,05	110	110	110	110	110	110
	0,1	110	110	110	110	110	110
	0,2	100	100	100	100	105	105
	0,3	95	95	95	95	95	100
	0,4	95	95	95	95	95	100
B	0,0	110	110	110	110	110	110
	0,05	110	110	110	110	110	110
	0,1	110	110	100	100	110	110
	0,2	105	100	100	100	110	110
	0,3	100	100	100	105	105	105
	0,4	95	95	95	95	100	100
C	0,0	110	110	110	110	110	110
	0,05	110	110	110	110	110	110
	0,1	110	105	105	105	110	110
	0,2	100	100	105	105	110	110
	0,3	100	100	100	100	105	105
	0,4	100	100	100	100	100	105
D	0,0	110	110	110	110	110	110
	0,05	110	110	110	110	110	110
	0,1	105	105	105	105	110	110
	0,2	105	105	110	100	105	105
	0,3	100	100	100	100	105	105
	0,4	100	100	100	100	105	105

Tabel 9. Hasil penerapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MBR.
(Titik tuang 65°F)

Jenis	Aditif Konsentrasi % berat	Titik tuang hari ke, °F					
		0	1	3	5	10	15
A	0,0	65	65	65	65	65	65
	0,05	60	60	60	65	65	65
	0,1	55	50	50	60	60	60
	0,2	50	50	50	55	60	60
	0,3	45	45	45	50	55	55
	0,4	45	45	45	50	55	55
B	0,0	65	65	65	65	65	65
	0,05	60	60	60	65	65	65
	0,1	60	55	55	60	60	60
	0,2	55	50	50	55	55	60
	0,3	50	50	50	55	55	55
	0,4	50	50	50	55	55	55
C	0,0	65	65	65	65	65	65
	0,05	65	65	65	65	65	65
	0,1	60	60	60	65	65	65
	0,2	55	50	50	60	60	60
	0,3	55	50	50	50	60	60
	0,4	55	50	50	50	60	60
D	0,0	65	65	65	65	65	65
	0,05	65	65	65	65	65	65
	0,1	65	65	65	65	65	65
	0,2	60	55	55	65	65	65
	0,3	60	55	55	60	60	60
	0,4	60	55	55	60	60	60

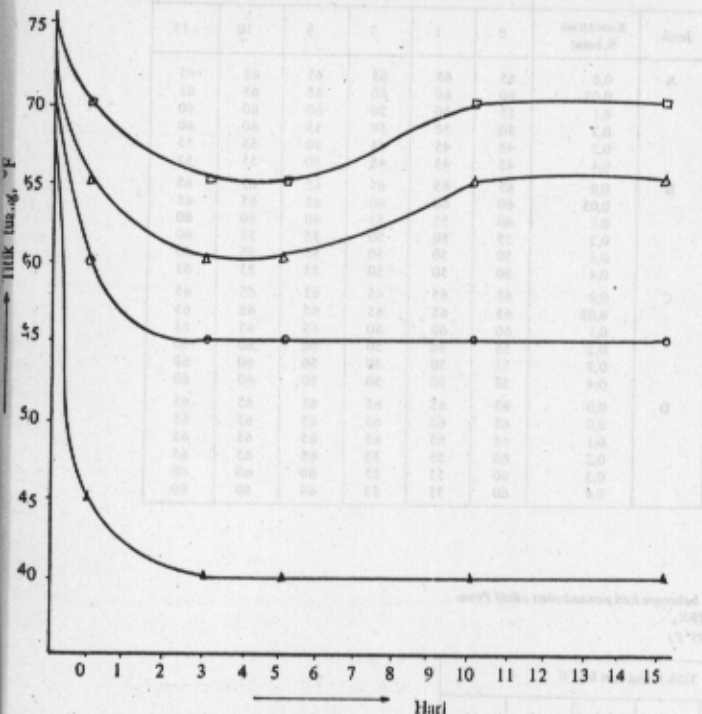
Tabel 10. Hasil penerapan titik tuang setelah beberapa hari penambahan aditif Penurunan Titik Tuang untuk contoh MBR₁.
(Titik tuang 75°F)

Jenis	Aditif Konsentrasi % berat	Titik tuang hari ke, °F					
		0	1	3	5	10	15
A	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	70	70	70	75	75	75
	0,1	65	60	60	65	70	70
	0,2	60	60	60	65	70	70
	0,3	55	50	50	55	60	60
	0,4	50	50	50	55	55	60
B	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	75	75	75	75	75	75
	0,1	70	65	65	70	75	75
	0,2	65	60	60	65	70	70
	0,3	60	55	55	60	65	70
	0,4	60	55	55	60	65	65
C	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	75	75	75	75	75	75
	0,1	75	75	75	75	75	75
	0,2	70	65	65	70	70	75
	0,3	65	60	60	60	65	70
	0,4	60	60	60	65	65	65
D	0,0	75	75	75	75	75	75
	0,05	75	75	75	75	75	75
	0,1	75	75	75	75	75	75
	0,2	70	65	65	70	75	75
	0,3	65	65	65	70	70	70
	0,4	65	65	65	70	70	70

Tabel 11. Kemampuan Aditif Penurun Titik Tuang.

Contoh	Titik tuang °F	% Lilin Kuop		Konsentrasi Aditif	Kemampuan aditif menurunkan titik tuang				Kestabilan (hari)
					A	B	C	D	
MB ₁	75	5,3	12,6	0,3 - 0,4	35	20	15	10	15
MB ₂	90	11,15	11,8	0,4	30	20	15	10	15
MB ₃	100	16,57	12,5	0,3 - 0,4	20	15	10	5	10
MB ₄	105	17,33	11,9	0,3 - 0,4	15	10	10	5	10
MB ₅	110	19,46	12,0	0,3 - 0,4	15	10	10	10	10
MBR ₁	65	7,21	11,8	0,3 - 0,4	20	15	10	5	3
MBR ₂	75	9,93	11,5	0,3 - 0,4	20	15	15	10	3

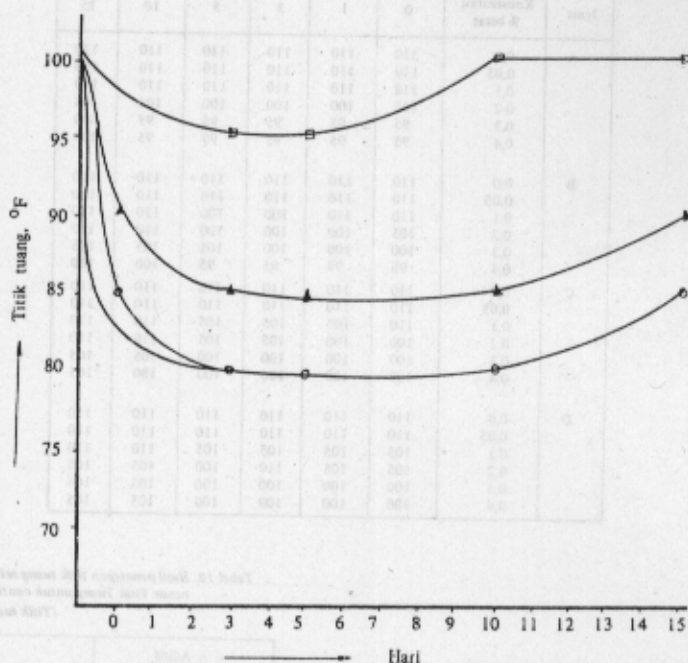
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MB₁ (Titik tuang asal 75° F)



Grafik 1. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

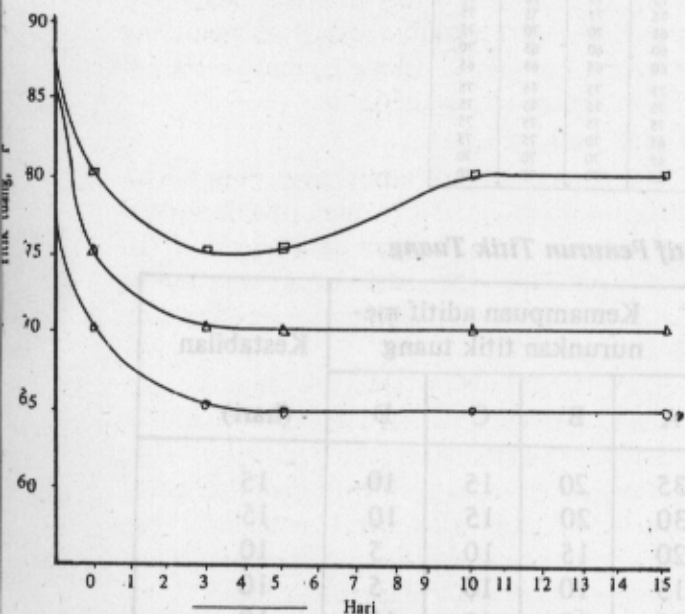
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MB₃ (Titik tuang asal 100° F)



Grafik 3. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

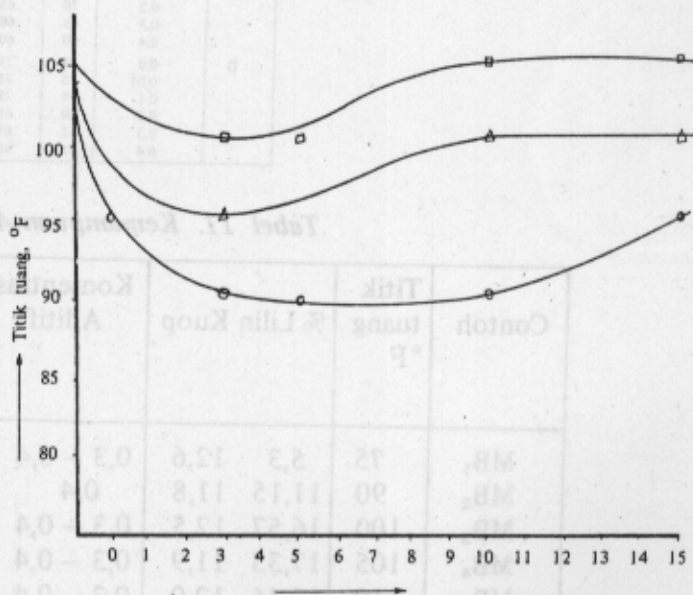
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MB₂ (Titik tuang asal 90° F)



Grafik 2. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

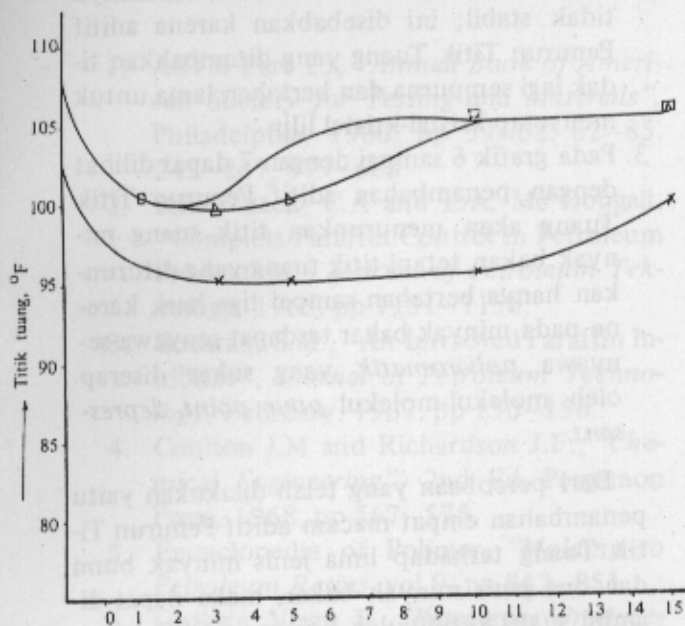
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MB₄ (Titik tuang asal 105° F)



Grafik 4. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

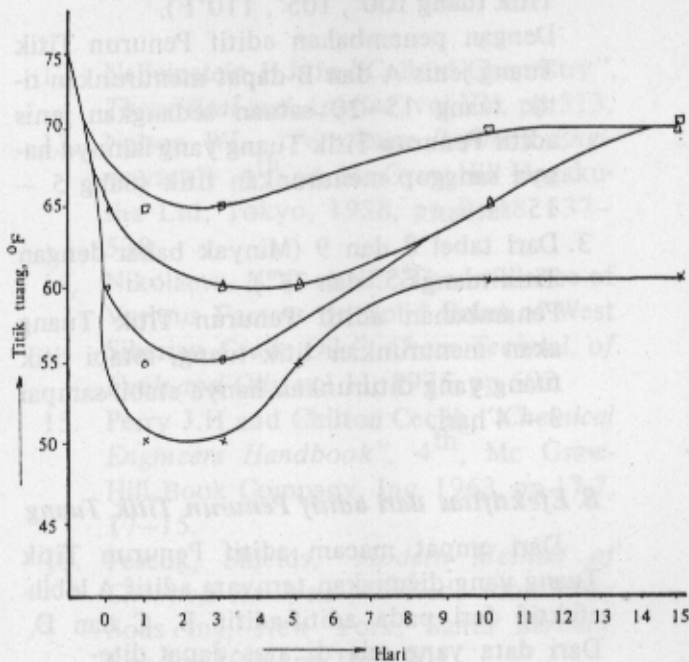
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MB₁ (Titik tuang asal 110° F)



Grafik 5. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

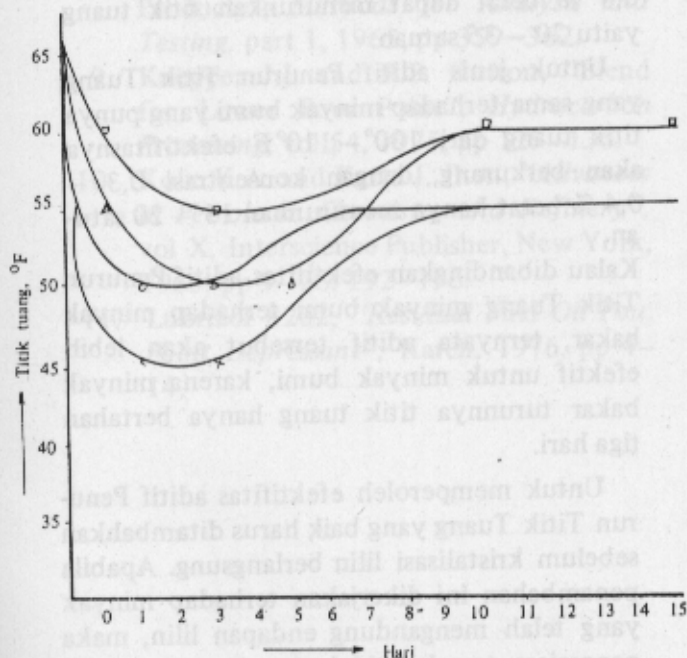
Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MBR₂ (Titik tuang asal 75° F)



Grafik 7. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Titik Tuang D

Pengaruh Penyambahan Aditif Penurun Titik Tuang terhadap Kestabilan titik tuang MBR₁ (Titik tuang asal 65° F)



Grafik 6. Titik tuang vs hari, (Konsentrasi 0,3 % berat aditif)

x : Aditif Penurun Titik Tuang A Δ : Aditif Penurun Titik Tuang C
o : Aditif Penurun Titik Tuang B □ : Aditif Penurun Titik Tuang D

IV. EVALUASI HASIL DAN KESIMPULAN.

Setelah dilakukan penambahan empat macam aditif Penurun Titik Tuang terhadap beberapa minyak bumi dan minyak bakar ternyata keefektifitasannya dari masing-masing aditif Penurun Titik Tuang berlainan. Hal ini dapat ditinjau sebagai berikut :

A. Sifat minyak bumi

Umumnya minyak bumi yang punya kandungan lilin yang lebih rendah, maka responnya terhadap penambahan aditif Penurun Titik Tuang lebih baik dari pada yang punya kandungan lilin yang lebih besar, ini dapat dilihat pada :

1. Dari tabel 3 dan 4 (Minyak bumi dengan aditif Penurun Titik Tuang 75° dan 90°F). Dengan penambahan aditif Penurun Titik Tuang jenis A dan B lebih baik dari aditif Penurun Titik Tuang jenis yang lain, di mana dengan pemakaian aditif tersebut dapat menurunkan titik tuang antara 20 – 35 satuan sedangkan aditif Penurun Titik Tuang yang lain hanya menurunkan titik tuang 10 – 15 satuan.

2. Dari tabel 5, 6 dan 7 (Minyak Bumi dengan Titik tuang 100° , 105° , 110°F).

Dengan penambahan aditif Penurun Titik Tuang jenis A dan B dapat menurunkan titik tuang $15-20$ satuan sedangkan jenis aditif Penurun Titik Tuang yang lainnya hanya sanggup menurunkan titik tuang $5 - 15$ satuan.

3. Dari tabel 8 dan 9 (Minyak bakar dengan Titik tuang 65° dan 75°).

Penambahan aditif Penurun Titik Tuang akan menurunkan titik tuang, tetapi titik tuang yang diturunkan hanya stabil sampai $3 - 4$ hari.

B. Efektifitas dari aditif Penurun Titik Tuang

Dari empat macam aditif Penurun Titik Tuang yang digunakan ternyata aditif A lebih efektif dari pada aditif-aditif B, C dan D. Dari data yang ada di atas dapat diterangkan:

1. Aditif Penurun Titik Tuang yang punya berat molekul besar akan lebih efektif untuk menurunkan titik tuang, karena dia lebih mudah untuk menyatukan diri dengan kristal-kristal lilin. (lihat tabel 3).
2. Aditif Penurun Titik Tuang yang punya titik tuang dan viskositas lebih besar akan lebih efektif.
3. Kalau dibandingkan aditif Penurun Titik Tuang yang dapat larut dalam air dengan yang tidak larut dalam air, maka aditif Penurun Titik Tuang yang tidak larut dalam air akan lebih efektif.

Dari grafik 1-7, yaitu hubungan antara titik tuang vs hari yang menyatakan kestabilan titik tuang setelah penambahan aditif Penurun Titik Tuang sebanyak 0.3% berat, maka dari grafik tersebut dapat dilihat :

1. Pada grafik 1 sampai dengan 2 terlihat bahwa penambahan Aditif Penurun Titik Tuang jenis A dan B akan menurunkan titik tuang yang stabil sedangkan jenis aditif Penurun Titik Tuang yang lain titik tuang yang diturunkan tidak lagi stabil.
2. Pada grafik 3 sampai dengan 5 dapat dilihat dengan penambahan empat macam aditif Penurun Titik Tuang pada minyak bumi

yang punya titik tuang $100^{\circ}-110^{\circ}\text{F}$, maka titik tuang yang diturunkan pada umumnya tidak stabil; ini disebabkan karena aditif Penurun Titik Tuang yang ditambahkan tidak lagi sempurna dan bertahan lama untuk menyerap kristal-kristal lilin.

3. Pada grafik 6 sampai dengan 7 dapat dilihat dengan penambahan aditif Penurun Titik Tuang akan menurunkan titik tuang minyak bakar, tetapi titik tuang yang diturunkan hanya bertahan sampai tiga hari, karena pada minyak bakar terdapat senyawa-senyawa *poliaromatik* yang sukar diserap oleh molekul-molekul *pour point depressant*.

Dari percobaan yang telah dilakukan yaitu penambahan empat macam aditif Penurun Titik Tuang terhadap lima jenis minyak bumi dan dua jenis minyak bakar, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa aditif Penurun Titik Tuang akan lebih efektif kalau mempunyai berat molekul yang besar, titik tuang dan viskositas yang tinggi, tidak larut dalam air. Efektifitas dari aditif Penurun Titik Tuang juga bergantung pada jenis minyak bumi, di mana minyak bumi yang punya titik tuang dari $75^{\circ}-90^{\circ}\text{F}$, aditif Penurun Titik Tuang jenis A paling efektif dengan konsentrasi $0,3 - 0,4\%$ berat dapat menurunkan titik tuang yaitu $20 - 35$ satuan.

Untuk jenis aditif Penurun Titik Tuang yang sama terhadap minyak bumi yang punya titik tuang dari $100^{\circ}-110^{\circ}\text{F}$ efektifitasnya akan berkurang, dengan konsentrasi $0,3 - 0,4\%$ berat hanya menurunkan $15 - 20$ satuan.

Kalau dibandingkan efektifitas aditif Penurun Titik Tuang minyak bumi terhadap minyak bakar, ternyata aditif tersebut akan lebih efektif untuk minyak bumi, karena minyak bakar turunnya titik tuang hanya bertahan tiga hari.

Untuk memperoleh efektifitas aditif Penurun Titik Tuang yang baik harus ditambahkan sebelum kristalisasi lilin berlangsung. Apabila penambahan ini dikerjakan terhadap minyak yang telah mengandung endapan lilin, maka pengerjaan tersebut tidak akan banyak manfaatnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM Part 23, "Annual Book of American Society for Testing and Materials", Philadelphia, 1980, pp 59-62, 82-85, 243-247, 679-683.
2. Bilder Back, C.A and L.A. Mc Dougall, "Complets Paraffin Control in Petroleum Production", *Journal of Petroleum Technology*, 1965, pp 1151-1156.
3. Bucaram S.M., "An Imvoved Paraffin Inhibitor", *Journal of Petroleum Technology*, February, 1967, pp 150-156.
4. Coulson J.M and Richardson J.F., "Chemical Engineering", 2nd Ed, Pergamon Press, 1968, pp 567-575.
5. Encyclopedia of Polimer, "Molding to Petroleum Resins, vol 9, pp 842-851.
6. Guthrie Virgil B, "Petroleum Products Hand Book, 1^{ed}, Mc Graw Hill Book Company, 1960, pp 1-23, 1-21, 1-24, 2-23, 2-32.
7. Hengstebeck RL, "Petroleum Processing Principles and Applications", Mc, Graw-Hill Book Company, New York, 1959, pp 10-13, 16-20, 248-270.
8. IP, "Standards for Petroleum and Its Products", *Methods for Analysis and Testing*, part 1, 1965, pp 359-362.
9. Knepper J.I. and R.P. Hutton, "Blend for Lower Pour Point", *Hydrocarbon Processing*, vol 54, 1975, pp 129-136.
10. Kobe K.A. and Ketta J. Jhon, "Advances in Petroleum Chemistry and Refinery", vol X, Interscience Publisher, New York, 1965, pp 9-28, 192-196.
11. Lubrizol 8202, "Residual Fuel Oil Pou: Point Depressant", Karch, 1976, pp 4-14.
12. Nelleinstein F.J. in "Colloid Chemistry", *Theoretical and Applied*, vol VII, pp 513.
13. Nelson WL, "Petroleum Refinery Engineering", 4th ed, Mc Graw Hill Hogakusha Ltd, Tokyo, 1958, pp 9-18, 537-538.
14. Nikolaeva, N.V. et all, "The Influence of Various Factors on Solid Point of West Siberian Crude Oils", *Chem Technol, of Fuels and Oils*, vol 11, 1975, pp 692.
15. Perry J.H and Chilton Cecilh, "Chemical Engineers Handbook", 4th, Mc Graw-Hill Book Company, Inc, 1963, pp 17-7, 17-15.
16. Pescok, Shields, "Modern Method of Chemical Analysis", 2nd ed, John Wiley Sons Inc, New York, Santa Barbara, London 1976, pp 165-201.
17. *Products and Services* for Petroleum Refiners Petrolite Corporation.
18. Price, R.C. "Flow Improvers for Waxy Crudes", *J. Inst. Petroleum*, vol 57, 554, 1971, pp 107-109.
19. Popo Bich M, Carl Hering, "Fuel and Lubricants", John Willey and Sons Inc, New York, 1968, pp 182-185, 190-191.
20. Schilling A, "Motor Oil and Engine Lubrication", *Sientific*, Publishers, Broseley, 1968, pp 223-228.
21. Van Kerkvort W.Y, Nieuwstad A.J.J. and Van Der Warden M. "Le compartement des systemes hydrocarburer asphaltenes un factur importan pour la stabilite et compatibilite des Fuel oi residu oils", *Paper No. 220* Fourth Congress Intern du Chauffe Industrial Paris, 1952.