

Pengembangan Proses Pengilangan untuk Pembuatan Solar Ramah Lingkungan

Oleh :

A.S. Nasution dan E. Jasjfi

I. PENDAHULUAN

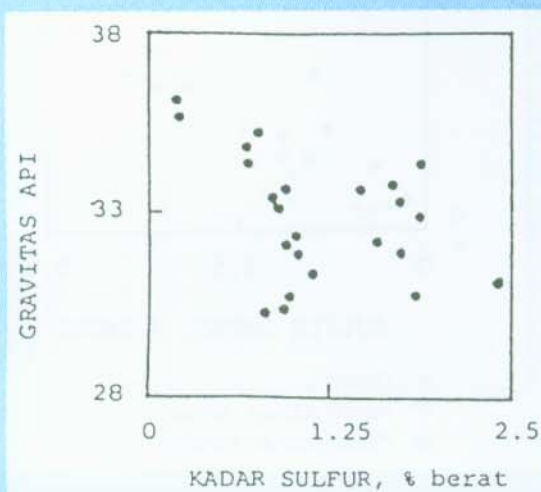
Minyak bumi yang tersedia cenderung meningkat kadar belerang dan massa jenisnya (Gambar 1)^[1]. Bersamaan dengan itu, kebutuhan akan bahan bakar ringan (bensin, kerosin, solar) tampaknya akan lebih tinggi dari pada bahan bakar berat (minyak bakar), menuntut agar kelebihan produksi residu dimanfaatkan dengan mengolah lebih lanjut residu dengan proses konversi. Kedua masalah tersebut dapat sekaligus diatasi dengan menciptakan minyak solar formulasi baru yang ramah lingkungan. Proses pembuatan solar ramah lingkungan disajikan pada makalah ini.

II. PEMBUATAN KOMPONEN SOLAR

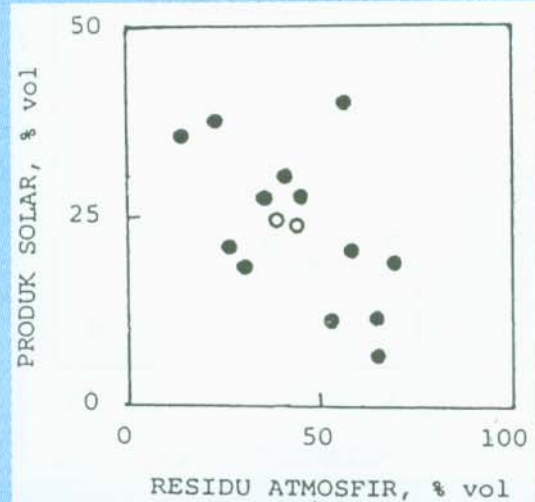
Umumnya komponen solar terdiri atas hidrokarbon distilasi langsung dari minyak bumi, namun komponen solar lainnya seperti solar perengkahan termal dan katalitik juga banyak dipakai.

Mutu solar distilasi langsung seperti jenis hidrokarbonnya, serta kadar belerang dan lilin, akan dipengaruhi oleh sifat umpan minyak bumi. Kadar belerang dari solar distilasi langsung meningkat dengan naiknya kadar belerang umpan. Minyak bumi parafinik menghasilkan produk solar yang massa jenisnya lebih rendah dari pada solar yang berasal dari minyak bumi naftenik.

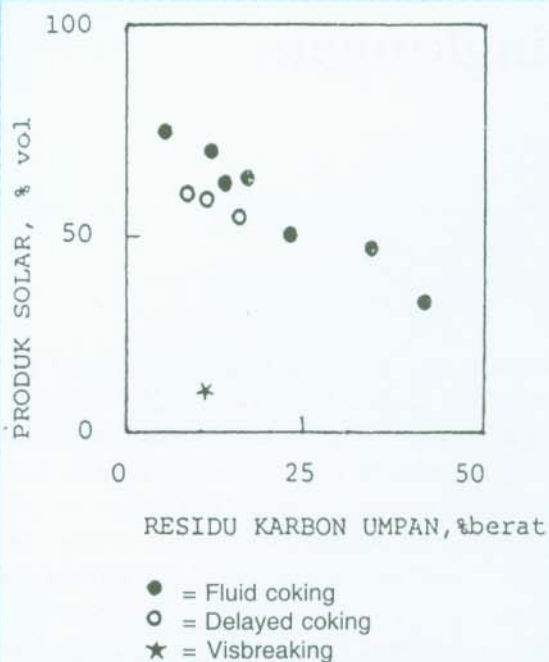
Solar rengkahan, baik yang berasal dari rengkahan termal maupun katalitik, mengandung persentase aromatik dan olefin yang lebih besar dari pada solar distilasi langsung. Hubungan antara persentase produk solar dan persentase produk residu atmosfer dari proses distilasi minyak bumi, persentase konversi umpan dari proses pengawakokasan, proses perengkahan katalitik dan proses penghidrorengkahan diberikan pada Gambar 2, 3, 4, dan 5^[2]. Hubungan antara kadar belerang solar dan kadar belerang umpannya, dari berbagai proses,



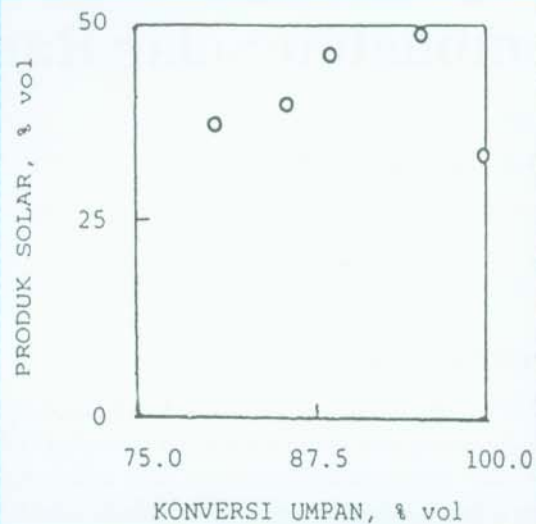
Gambar 1
Kadar belerang dan gravitas spesifik minyak bumi



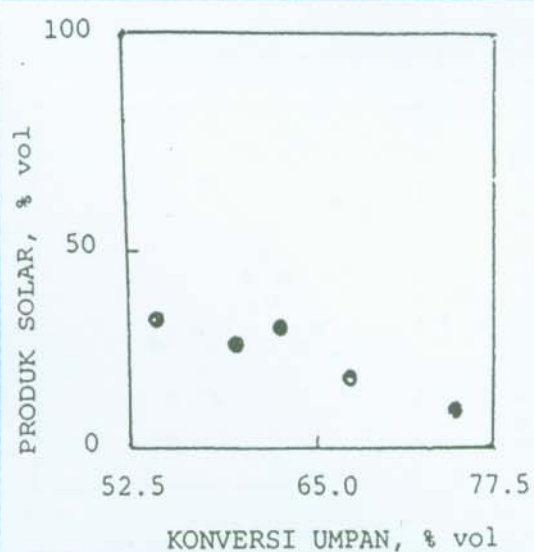
Gambar 2
Hubungan antara produk solar dan produk residu atmosfer dari proses distilasi atmosfer



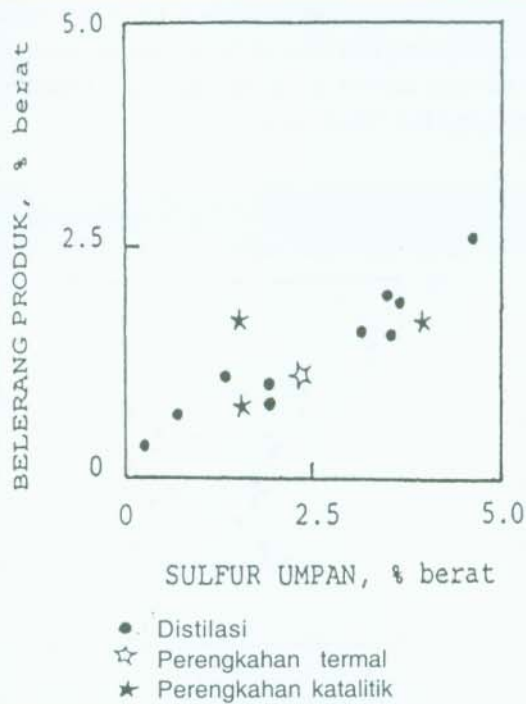
Gambar 3
Hubungan antara karbon residu umpan dan produk solar dari proses perengkahan termal



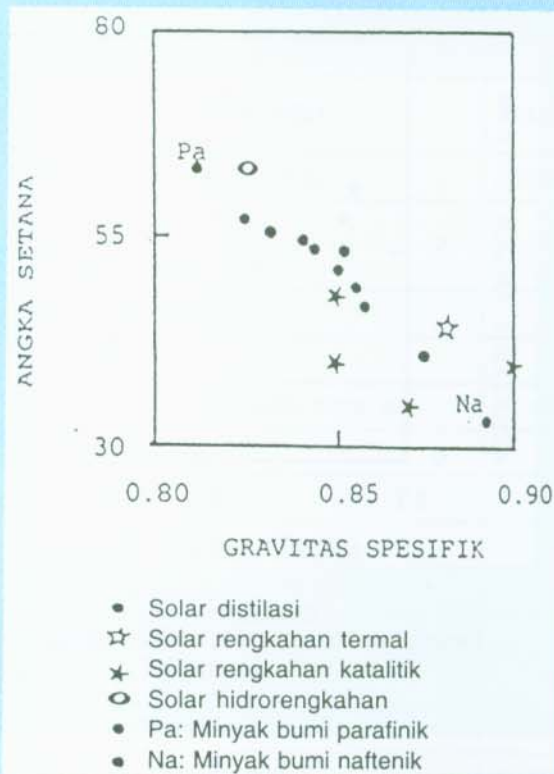
Gambar 5
Hubungan antara konversi umpan dan produk solar dari proses penghidrorengkahan



Gambar 4
Hubungan antara konversi umpan dan produk solar dari proses perengkahan katalitik



Gambar 6
Hubungan antara kadar belebrang dan produk solarnya

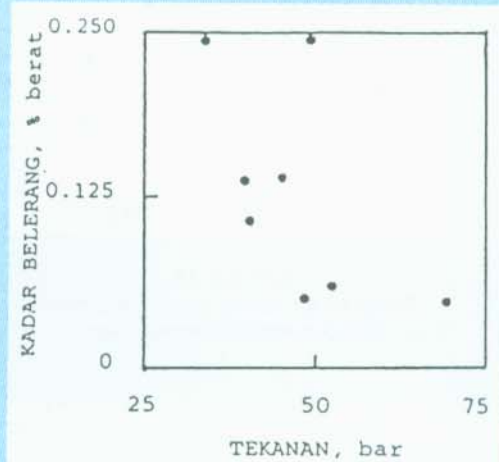


Gambar 7
Gravitas spesifik dan angka setana solar

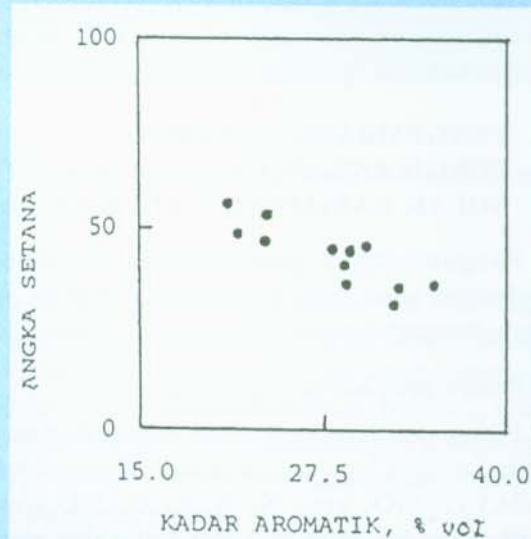
ditunjukkan pada Gambar 6. Mutu solar menurun dengan naiknya massa jenis dan kadar aromatik (Gambar 7 dan 8).

III. PERKEMBANGAN SPESIFIKASI SOLAR

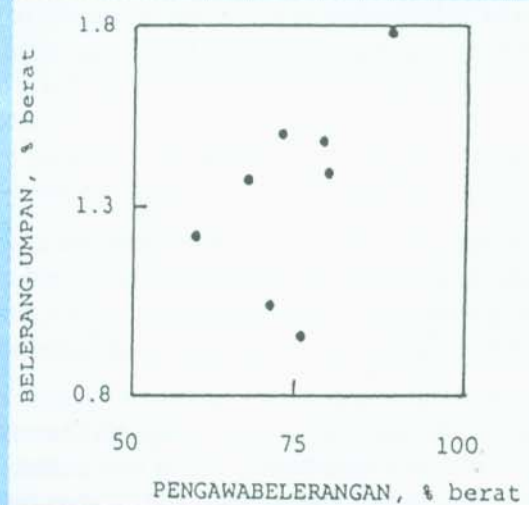
Mutu komponen solar dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya massa jenis, kadar hidrokarbon tak



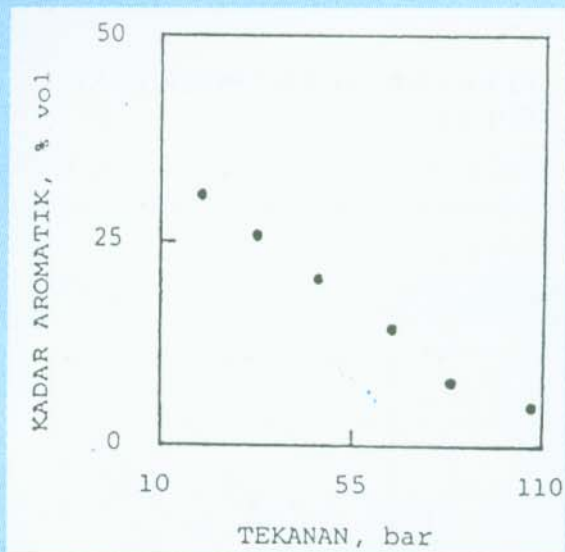
Gambar 9
Penurunan kadar belerang solar dengan proses dengan penghidromurnian



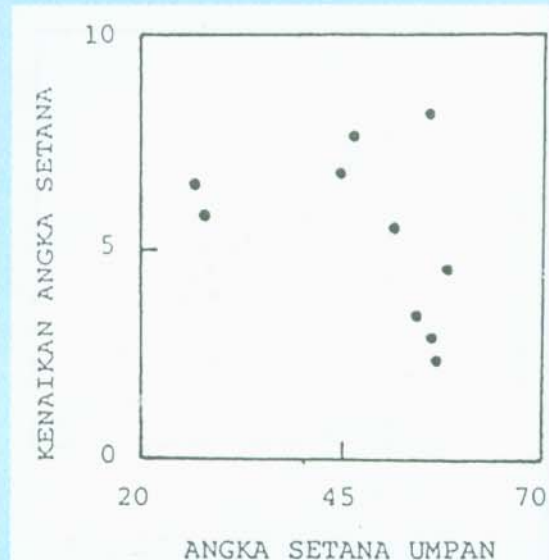
Gambar 8
Kadar aromatik dan angka setana solar



Gambar 10
Hubungan antara kadar belerang dan solar hasil pengawabelerangan dengan proses penghidromurnian



Gambar 11
Penurunan kadar aromatik solar
dengan penghidromurnian



Gambar 12
Peningkatan angka setana solar dengan
penghidromurnian

jenuh, kadar kotoran non-hidrokarbon (belerang, nitrogen dan oksigen), warna dan stabilitas. Pada mesin diesel putaran tinggi, ketukan mesin dengan pemakaian solar berangka setana 45 atau lebih sulit dideteksi, tetapi ketukan pada mesin diesel pasti timbul dan pemakaian solar berangka setana 40 atau di bawah itu^[5].

Tundaan nyala (*ignition delay*) adalah salah satu ukuran sifat bakar solar. Solar bermutu rendah mempunyai waktu tunda nyala lebih lama, demikian pula sebaliknya. Untuk penentuan mutu bakar solar dapat pula dihitung dari karakteristik solar. Umumnya, dua kriteria dipakai yaitu indeks diesel (*diesel index*) dan indeks setana terhitung (*calculated cetane index*).

Aditif yang dipakai untuk meningkatkan angka setana solar, antara lain adalah amil nitrat, etil nitrat, isopropil nitrat dan sikloheksil nitrat. Aditif tersebut dapat menurunkan waktu tunda nyala dan suhu bakar^[5].

Untuk mencapai sasaran program "langit biru", kadar komponen racun gas buang dari kendaraan bermotor harus diturunkan, antara lain hidrokarbon (HC), gas racun (NO_x, CO, SO_x), dan butiran (partikulat).

Persyaratan solar ramah lingkungan (solar reformulasi) sebagaimana ditentukan di Amerika Serikat oleh *California Air Resources Board*

(CARB), sasaran Asia-Pasifik, dan ketentuan *European Commission* (EC) jauh lebih ketat daripada yang berlaku di banyak negara dewasa ini (Tabel 1)^[6, 7, 8]. Solar reformulasi dicirikan antara lain oleh kadar aromatik rendah, kadar belerang rendah dan trayek titik didihnya yang lebih ketat. Solar ramah lingkungan dapat diramu dari komponen solar berikut: solar distilasi minyak mentah parafinik, solar penghidrorengkahan, dan solar perengkahan termal dan katalitik yang telah ditingkatkan mutunya melalui proses penghidromurnian.

IV. PENGEMBANGAN PROSES PENGILANGAN UNTUK PEMBUATAN SOLAR RAMAH LINGKUNGAN

Pengembangan proses pengilangan untuk pembuatan solar ramah lingkungan adalah proses penghidrorengkahan dan proses penghidromurnian.

A. Proses penghidrorengkahan

Proses penghidrorengkahan umpan distilat berat distilasi minyak bumi dengan katalis bifungsional (Ni, Mo/Al₂O₃-SiO₂ atau Ni-W/Al₂O₃-SiO₂) menghasilkan produk solar berkadar sulfur dan aromatik rendah, dan angka setana tinggi (Gambar 7).

Produk solar penghidrorengkahan dari umpan distilat berat perengkahan termal dan katalitik, masih

Tabel 1
Spesifikasi solar ASEAN dan sasaran solar ramah lingkungan

Sifat-sifat	Satuan	ASEAN	CARD	Asia Pasifik	EC 200
Massa jenis pada 15 ⁰ C	kg/m ³	810-870	-	-	845
Gravitasi API			33-39	lapor	-
Angka setana atau		45-50	48	47	51
Indeks setana					
Terhitung		45-50	-	-	-
Voskositas kinematik pada 40 ⁰ C	mm ² /s	1,5-5,8	2,0-4,1	2,0-5,0	-
Titik nyala	⁰ C	52-66	54	60	-
Distilasi					
Teruap sampai 10% vol.	⁰ C	-	170-215	-	-
Teruap sampai 50% vol.	⁰ C	-	205-255	lapor	-
Teruap sampai 90% vol.	⁰ C	352-350	245-295	357	-
Teruap sampai 300% vol.	% vol	40-60	-	-	-
Titik didih akhir	⁰ C	-	305-350	-	-
Kandungan belerang	% massa	0,25-1,0	0,05	0,5	0,0
Kandungan nitrogen	ppm	-	10	-	-
Kandungan aromatik	% vol	-	10	-	-
Kandungan poliaromatik	% vol		1,4	-	11(*)

Catatan : CARB = California Air Resources Board; EC = European Commission;
1 mm²/s = cSt dan (*) = % per mol total aromatik

perlu ditingkatkan mutunya dengan bantuan proses penghidromurnian.

B. Katalis penghidromurnian

Proses penghidromurnian komponen solar dapat meningkatkan angka setana, warna, stabilitas, dan menurunkan kadar hidrokarbon tak-jenuh (aromatik, olefin) dan kotoran non-hidrokarbon (belerang, nitrogen, oksigen) dengan memakai katalis mono-fungsional. Katalis penghidromurnian terdiri atas inti logam sulfida dengan penunjang alumina.

1. Inti Logam Sulfida Katalis

Inti logam sulfida katalis adalah campuran logam-logam golongan VIA (MoS₂, WS₂) dan golongan VIII

(Ni₃S₂, Co₈S₉). Komposisi campuran dua jenis logam aktif tersebut berkisar antara 5-20% berat logam golongan VIA dan 1-5% berat logam golongan VIII⁽⁴⁾. Peningkatan angka setana dan penurunan kadar belerang dan aromatik solar dengan proses penghidromurnian disajikan pada Gambar 9, 10, 11, 12⁽³⁾.

Proses penghidromurnian solar dapat menaikkan angka setana (1-6 angka), gravitas spesifik (1-4⁰ API), dan menurunkan kadar jelaga dari 10% sisa (*bottom*) sampai 0.1% berat, dan nilai netralisasi di bawah 0.01%.

Penurunan tekanan parsial gas hidrogen didalam sirkulasi gas akibat akumulasi gas H₂S dari hidrokonversi kotoran non-hidrokarbon umpan dapat

menurunkan jalannya reaksi saturasi hidrokarbon tak-jenuh^[9]. Untuk menjaga kestabilan tekanan parsial gas hidrogen tersebut perlu ditingkatkan tekanan total dan perbandingan antara arus sirkulasi dan umpan segar atau penginjeksian gas baru (*fresh gas*) ke sirkulasi gas.

Pemurnian solar dengan satu tahap memerlukan kondisi proses yang cukup tinggi yaitu tekanan di atas 100 bar. Pemakaian proses pemurnian dua tahap, di mana pengawabelerangan dilakukan pada tahap pertama dengan katalis Co-Mo/Al₂O₃ dan dilanjutkan dengan saturasi aromatik dan olefin di tahap kedua, dapat menggunakan tekanan yang cukup rendah (50-60 bar) dengan katalis Ni-Mo/Al₂O₃ atau Ni-W/Al₂O₃.

2. Penunjang Katalis

Penunjang katalis, yaitu γ -Al₂O₃ dapat berbentuk butir, pil atau ekstrudat. Umpan distilat proses penghidromurnian mempunyai volatilitas rendah, sehingga sebagian kecil saja umpan yang teruapkan pada kondisi operasi penghidromurnian. Dalam hal ini, laju transportasi massa dapat menghambat jalannya reaksi pada inti-inti aktif di permukaan pori katalis. Semakin besar laju reaksi permukaan tersebut maka semakin besar pula pengaruh faktor difusi^[4].

Laju difusi massa dari dan ke permukaan pori katalis dipengaruhi oleh volume pori, jari-jari pori dan distribusi pori, serta ukuran butir katalis. Tahap difusi merupakan parameter penentu pada proses penghidromurnian solar. Efektivitas pori katalis dapat dinaikkan dengan penurunan nilai modulus Thiele, antara lain dengan penurunan ukuran butir katalis.

Panas pembakaran yang dihasilkan pada saat regenerasi katalis dapat merusak katalis. Pada suhu di atas 550°C, oksida molibdenum akan teruapkan dan luas permukaan dan juga sifat mekanik katalis akan menurun. Pemberian gas *inert* seperti uap pada regenerasi katalis akan merusak struktur penunjang alumina yang mengakibatkan penurunan luas permukaan dan kekerasan katalis^[4].

Dengan merosotnya baik mutu maupun produksi minyak bumi, dan meningkatnya kapasitas komponen solar perengkahan dan semakin ketatnya persyaratan mutu solar, maka peranan proses penghidromurnian akan semakin meningkat pula dalam pembuatan solar ramah lingkungan.

3. Proses-proses Penunjang

Penurunan kadar sulfur dari bahan bakar minyak antara lain solar, akan meningkatnya gas buang H₂S,

maka proses pemanfaatan gas H₂S (*sulfur recovery*) menjadi produk sulfur padat perlu dibangun.

Peningkatan kapasitas proses hidrokonversi (proses penghidroengkahan dan proses penghidromurnian) akan menaikkan pula kebutuhan gas hidrogen, maka jumlah unit dan kapasitas proses pembuatan gas hidrogen (*hydrogen plant*) perlu pula ditingkatkan.

V. KESIMPULAN

Pengembangan proses pengilangan untuk pembuatan solar ramah lingkungan dari minyak bumi yang semakin merosot baik kapasitas dan mutunya meliputi proses-proses: penghidroengkahan, penghidromurnian, *sulfur recovery* dan unit hidrogen.

Peranan proses penghidromurnian dalam peningkatan mutu komponen solar ramah lingkungan semakin meningkat dengan naiknya kebutuhan konversi residu menjadi bahan bakar ringan dan semakin merosotnya mutu maupun produksi minyak mentah yang akan diolah. Untuk itu, proses penghidromurnian perlu ditingkatkan, baik kapasitasnya maupun unjuk kerja prosesnya, antara lain melalui pengembangan katalis penghidromurnian yaitu inti logam sulfidanya dan penunjang katalis.

KEPUSTAKAAN

1. John R. Doshier, Jack T. Carner, 1994, *Sulfur Increases Seen Mostly in Heavy Fractions of Lower Quality Crudes*, Oil and Gas Journal, May 23, pp. 43-49.
2. A.S. Nasution, and A. Jasjfi, *Gas Oil Production and Impact of More Stringent Specification on the Catalyst Performance in ASEAN Refineries*, 5th ASCOPE Refining Workshop, Yogyakarta, Indonesia.
3. A.S. Nasution, and A. Jasjfi, 1995, *Survey on Hydrotreating in ASEAN Refineries*, 4th ASCOPE Refining Workshop, Bangkok, Thailand.
4. J.F. Le Page, 1987, *Applied Heterogenous Catalysis*, Editions Technip, Paris.
5. C.L. Bailey, 1973, *Diesel Engine Fuels*, Modern Petroleum Technology, Applied Science Publ. Ltd., pp. 614-625.
6. Oil and Gas Journal, News, 1973, *New Diesel Rule Time Test for California Refineries Regulations*, August 30, pp. 21-26.
7. *Special Report*, 1996, *Fuel Quality Standards for Year 2000 Proposed by the European Commission*, Fuels and Lubricants International, December vol. 2, No. 12, pp. 10-11.

8. E. Jasjfi, 1993, *Trend and Development in the Petroleum Fuel Qualities in ASEAN Countries*, 4th ASCOPE Conference and Exhibition, Bangkok, Thailand.
9. Hiroki Koyama, Eiichi Nagai, Hidenobu Torri and Kumagai, 1995, *Simple Changes Reduce Catalyst Deactivation, Pressure Drop Build Up*, Oil and Gas Journal, November 20, pp. 68-71.
10. A.S. Nasution, and Abdul Gafar, 1993, *Survey on Catalyst Use in ASEAN Refineries*, 2nd ASCOPE Refining Workshop, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam.
11. A.S. Nasution, and A. Jasjfi, 1997, *Hydrodesulfurization of Gas Oil Using Co-Mo/Al₂O₃ Catalyst*, 3rd Annual Fuel & Lube Asia-Pacific Conference, Singapore. ✓