

## MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CATALYST CHARACTERS SUPPORTED ON $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ TOWARDS THEIR HYDROCRACKING CONVERSION OF ASPHALTENE

*Uji Regresi Pengaruh Karakter Katalis Hidrorengkah Aspalten dengan Pengemban  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  Terhadap Hasil Konversinya*

Wega Trisunaryanti, Triyono, Mudasir, Akhmad Syoufian

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Suryo Purwono

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,

### ABSTRACT

*Multiple regression study of the influence of catalyst's characters with  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  as a support, including acidity, specific area, average pore volume, average pore radius, Ni content, and Mo content the hydrocracking conversion of asphaltene has been conducted.*

*A multivariable regression analysis method, including regression analysis and correlation analysis, was applied on this study. Using multivariable regression, the characters of catalyst was correlated together with the data of the asphaltene conversions. Furthermore, using this method, the characters of catalyst, which have the greatest influence on conversion, may be evaluated. The results showed that there was a high correlation between catalyst characters and hydrocracking conversion of asphaltene ( $r = 0.983$ ). It means that the conversion was 98.3% correlated with the catalyst characters. The value of the multivariable determination coefficient was 0.966, indicating that at least 96.6% variation on the conversions was determined by combination of catalyst characters on this research. From the parameter value of regression equation, it could also be known that average pore radius and specific surface area were the two characters that have the greatest influence on the hydrocracking conversion of asphaltene.*

**Keywords:** *multivariable regression, catalyst's characters, high correlation degree, determination coefficient.*

### PENDAHULUAN

Penelitian mengenai konversi aspalten hasil hidorengkah dengan katalis logam yang diembankan pada  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  maupun zeolit-Y selama ini masih dievaluasi berdasarkan pada variabel tunggal yang merupakan salah satu karakter dari sekian banyak karakter yang dimiliki oleh sebuah katalis [1]. Analisis variabel tunggal dilakukan dengan mengasumsikan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap hasil hanyalah variabel yang sedang dikaji, sementara variabel lain dianggap konstan. Dengan melakukan analisis multi-variabel diharapkan hasil yang diperoleh dapat menggambarkan secara lebih akurat pengaruh variabel/karakter dari suatu katalis (keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, dan kandungan logam) terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Metode analisis multi-variabel dapat dikatakan lebih baik daripada metode variabel tunggal karena dalam metode multi-variabel, berbagai variabel/karakter akan

secara bersama-sama ditinjau pengaruhnya terhadap hasil yang diperoleh [2,3]. Selain itu, melalui metode ini dapat pula diketahui variabel yang paling besar/kuat pengaruhnya terhadap hasil yang diperoleh.

### METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan dalam uji statistik pengaruh karakter katalis hidorengkah aspalten dengan pengemban  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  terhadap hasil konversinya adalah analisis regresi multi-variabel. Analisis yang dilakukan meliputi analisis regresi dan analisis korelasi. Analisis regresi bertujuan untuk membuat dugaan atau prediksi nilai variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen tertentu, sedangkan analisis korelasi berhubungan dengan pengukuran derajat hubungan antara dua variabel dimana koefisien korelasi 0,70 sampai mendekati 1,00 (plus atau minus) menunjukkan adanya derajat hubungan yang tinggi, 0,40 sampai di bawah 0,70 (plus atau minus) menunjukkan

adanya derajat hubungan yang sedang, 0,20 sampai di bawah 0,40 (plus atau minus) menunjukkan adanya derajat hubungan yang rendah, dan 0,00 sampai di bawah 0,20 (plus atau minus) menunjukkan adanya derajat hubungan yang sangat rendah dan cenderung dapat diabaikan [2].

#### Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan untuk analisis regresi multivariabel disajikan pada Tabel 1 dan 2. Data konversi diambil sebagai variabel tak bebas, sedangkan karakter katalis seperti keasaman, luas permukaan, volume pori dan rerata jejari pori sebagai variabel bebas.

#### HASIL PENELITIAN

#### Uji Regresi

Persamaan hasil analisis regresi multi variabel terhadap data-data hasil Tabel 1 dan 2

adalah:

$$Y = -78,373 + 13,948X_1 + 0,907X_2 - 38,342X_3 + 10,633X_4 - 108,808X_5 - 76,102X_6$$

$$n = 20; r = 0.983; R^2 = 0.966; F_{hitung}/F_{tabel} > 1$$

Dimana;

- Y : Hasil konversi
- X<sub>1</sub> : Karakter keasaman
- X<sub>2</sub> : Karakter luas permukaan spesifik
- X<sub>3</sub> : Karakter volume pori
- X<sub>4</sub> : Karakter rerata radius pori
- X<sub>5</sub> : Karakter kandungan nikel
- X<sub>6</sub> : Karakter kandungan molibden

Hasil pengujian terhadap model yang diusulkan dilakukan melalui uji F dengan Hipotesis 0 (H<sub>0</sub>) dan Hipotesis 1 (H<sub>1</sub>) sebagai berikut:

H<sub>0</sub> : Ke-enam variabel X secara bersama-sama tidak berpengaruh secara signifikan terhadap hasil konversi.

**Tabel 1** Data karakterisasi jenis katalis

| Katalis       | Variabel/Karakter  |   |  |  |
|---------------|--|---|--|--|
|               | Keasaman<br>(Chemisorbed ammonia)<br>(mmol/g)<br>(X <sub>1</sub> ) | Luas permukaan spesifik<br>(m <sup>2</sup> /g)<br>(X <sub>2</sub> ) | Volume Pori<br>(cc/g)<br>(X <sub>3</sub> ) | Rerata Radius Pori<br>(Å)<br>(X <sub>4</sub> ) |
| Ni/ g-Al      | 0,240  | 247,370   | 0,386                                      | 31,180   |
| Mo/ g-Al      | 0,160  | 316,540   | 0,442                                      | 27,940   |
| Ni1-Mo1/g-Al  | 0,240  | 358,590   | 0,439                                      | 24,460   |
| Ni1-Mo2/g-Al  | 0,210  | 304,030   | 0,426                                      | 30,870   |
| Ni1-Mo3/ g-Al | 0,270  | 309,660   | 0,437                                      | 28,240   |
| Mo1-Ni1/g-Al  | 0,230  | 344,480   | 0,431                                      | 25,040   |
| Mo1-Ni2/g-Al  | 0,210  | 331,950   | 0,409                                      | 24,670   |
| Mo1-Ni3/g-Al  | 0,230  | 260,120   | 0,254                                      | 19,520   |
| Mo2-Ni1/g-Al  | 0,240  | 311,990   | 0,443                                      | 29,390   |
| Mo3-Ni1/g-Al  | 0,240  | 129,360   | 0,174                                      | 26,940   |

Keterangan : g-Al =  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (gamma-alumina)

**Tabel 2** Data komposisi karakter dan hasil konversi yang diperoleh

| Katalis      | Variabel/Karakter                 |                                      | Hasil Konversi<br>(100-(Coke+Residue))%<br>(Y) |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
|              | Nikel (%b/b)<br>(X <sub>5</sub> ) | Molibden (%b/b)<br>(X <sub>6</sub> ) |  |
| Ni/g-Al      | 0,880                             | 0,000                                | 61,750   |
| Mo/g-Al      | 0,000                             | 0,920                                | 67,420   |
| Ni1-Mo1/g-Al | 0,480                             | 0,520                                | 46,770   |
| Ni1-Mo2/g-Al | 0,450                             | 0,670                                | 73,160   |
| Ni1-Mo3/g-Al | 0,270                             | 0,670                                | 61,860   |
| Mo1-Ni1/g-Al | 0,460                             | 0,610                                | 44,350   |
| Mo1-Ni2/g-Al | 0,440                             | 0,290                                | 74,560   |
| Mo1-Ni3/g-Al | 0,770                             | 0,250                                | 55,640   |
| Mo2-Ni1/g-Al | 0,610                             | 0,340                                | 78,320   |
| Mo3-Ni1/g-Al | 0,720                             | 0,340                                | 76,330   |

$H_1$  : Ke-enam variabel X secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap hasil konversi.

Hasil uji F menyatakan bahwa dalam tingkat signifikansi 0,100 Hipotesis 0 ditolak dimana kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penolakan Hipotesis 0 tersebut adalah sebesar 10,0 %. Oleh karena Hipotesis 0 cenderung ditolak, maka dapat dikatakan bahwa Hipotesis 1 cenderung diterima (pada tingkat signifikansi 0,100) sehingga dalam hal ini ke-enam variabel X secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap hasil konversi.

#### Pengujian parameter $\alpha$

Hasil pengujian terhadap harga  $\alpha$  (intersep) dilakukan melalui uji t dengan:

$H_0$  : harga  $\alpha = \alpha_0$

$H_1$  : harga  $\alpha \neq \alpha_0$

Hasil uji t menyatakan bahwa dalam tingkat signifikansi 0,300 Hipotesis 0 ditolak dimana

kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penolakan Hipotesis 0 tersebut adalah sebesar 30,0 %. Namun, apabila digunakan tingkat signifikansi 0,100/10% (tingkat signifikansi maksimum yang umum digunakan) maka Hipotesis 0 akan masuk ke daerah penerimaan. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa Hipotesis 0 cenderung diterima (pada tingkat signifikansi 0,100) sehingga dalam hal ini harga  $\alpha = \alpha_0$  atau  $\alpha$  memiliki nilai yang tertentu.

#### Pengujian parameter $\beta$

Seluruh pengujian  $\beta_n$  dilakukan melalui uji t (pada tingkat signifikansi 0,100) dengan:

$H_0$  : harga  $\beta_n = 0$

$H_1$  : harga  $\beta_n \neq 0$

Data disajikan pada Tabel 3.

#### Analisis Uji Korelasi

Uji korelasi sederhana antara salah satu variabel X terhadap variabel Y dimana faktor lain tidak dipertimbangkan adalah seperti pada Tabel 4.

**Tabel 3** Hasil analisis pengujian  $\beta_n$

| Parameter $\beta_n$                                       | Tingkat signifikansi untuk menolak $H_0$ | Kemungkinan kesalahan dalam menolak $H_0$ | Korelasi terhadap hasil konversi |
|---|--|---|----------------------------------|
| $\beta_1$ (slope untuk karakter keasaman)                 | 0,851                                    | 85,1 %                                    | Tidak ada korelasi/hubungan      |
| $\beta_2$ (slope untuk karakter luas permukaan spesifik)  | 0,068                                    | 6,8 %                                     | Ada korelasi/hubungan positif    |
| $\beta_3$ (slope untuk karakter volume pori)              | 0,053                                    | 5,3 %                                     | Ada korelasi/hubungan negatif    |
| $\beta_4$ (slope untuk karakter rerata radius pori)       | 0,046                                    | 4,6 %                                     | Ada korelasi/hubungan positif    |
| $\beta_5$ (slope untuk karakter kandungan logam nikel)    | 0,039                                    | 3,9 %                                     | Ada korelasi/hubungan negatif    |
| $\beta_6$ (slope untuk karakter kandungan logam molibden) | 0,045                                    | 4,5 %                                     | Ada korelasi/hubungan negatif    |

**Tabel 4** Hasil pengujian korelasi sederhana

| Variabel X                               | r      | $r^2$ | Derajat korelasi | % variasi Y yang dapat dijelaskan oleh X |
|--|--------|-------|------------------|--|
| $X_1$ (karakter keasaman)                | -0,299 | 0,089 | rendah (negatif) | 8,9 %                                    |
| $X_2$ (karakter luas permukaan spesifik) | -0,499 | 0,249 | sedang (negatif) | 24,9 %                                   |
| $X_3$ (karakter volume pori)             | -0,302 | 0,091 | dapat diabaikan  | 9,1 %                                    |
| $X_4$ (karakter rerata radius pori)      | 0,411  | 0,169 | sedang (positif) | 16,9 %                                   |
| $X_5$ (karakter kandungan nikel)         | -0,065 | 0,004 | dapat diabaikan  | 0,4 %                                    |
| $X_6$ (karakter kandungan molibden)      | -0,046 | 0,002 | dapat diabaikan  | 0,2 %                                    |

**Tabel 5** Hasil pengujian korelasi parsial

| Variabel X  | r      | r <sup>2</sup> | Derajat korelasi | % variasi Y yang dapat dijelaskan oleh X |
|---|--------|----------------|------------------|--|
| X <sub>1</sub> (karakter keasaman)                | 0,149  | 0,022          | dapat diabaikan  | 2,2 %                                    |
| X <sub>2</sub> (karakter luas permukaan spesifik) | 0,932  | 0,869          | tinggi (positif) | 86,9 %                                   |
| X <sub>3</sub> (karakter volume pori)             | -0,947 | 0,896          | tinggi (negatif) | 89,6 %                                   |
| X <sub>4</sub> (karakter rerata radius pori)      | 0,954  | 0,910          | tinggi (positif) | 91,0 %                                   |
| X <sub>5</sub> (karakter kandungan nikel)         | -0,961 | 0,924          | tinggi (negatif) | 92,4 %                                   |
| X <sub>6</sub> (karakter kandungan molibden)      | -0,955 | 0,912          | tinggi (negatif) | 91,2 %                                   |

**Tabel 6** Hasil pengujian korelasi bagian

| Variabel X  | r      | r <sup>2</sup> | Derajat korelasi | % variasi Y yang dapat dijelaskan oleh X |
|---|--------|----------------|------------------|--|
| X <sub>1</sub> (karakter keasaman)                | 0,028  | 0,001          | dapat diabaikan  | 0,1 %                                    |
| X <sub>2</sub> (karakter luas permukaan spesifik) | 0,477  | 0,228          | sedang (positif) | 22,8 %                                   |
| X <sub>3</sub> (karakter volume pori)             | -0,546 | 0,298          | sedang (negatif) | 29,8 %                                   |
| X <sub>4</sub> (karakter rerata radius pori)      | 0,587  | 0,345          | sedang (positif) | 34,5 %                                   |
| X <sub>5</sub> (karakter kandungan nikel)         | -0,648 | 0,420          | sedang (negatif) | 42,0 %                                   |
| X <sub>6</sub> (karakter kandungan molibden)      | -0,597 | 0,356          | sedang (negatif) | 35,6 %                                   |

Uji korelasi parsial antara salah satu variabel X terhadap variabel Y (hasil konversi) dimana faktor lain dianggap konstan adalah seperti pada Tabel 5. Uji korelasi bagian antara salah satu variabel X terhadap variabel Y (hasil konversi) dimana faktor lain tidak dianggap konstan adalah seperti pada Tabel 6.

#### **Koefisien korelasi dan koefisien determinasi multivariabel**

Hasil dari perhitungan secara komputasi diperoleh hasil untuk koefisien korelasi multi variabel (R) dan koefisien determinasi multi variabel (R<sup>2</sup>) sebesar:

R : 0,983

R<sup>2</sup> : 0,966

Nilai R tersebut menunjukkan bahwa bahwa terdapat korelasi berderajat tinggi sebesar 0,983 antara seluruh variabel/karakter X (keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, kandungan nikel, serta kandungan molibden dan perolehan konversi). Sedangkan nilai R<sup>2</sup> menunjukkan bahwa sekitar 96,6 % dari variasi Y (hasil konversi) dapat dijelaskan oleh kombinasi dari seluruh variabel X (keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, kandungan nikel, dan kandungan molibden) dan sekitar 3,4 % sisanya dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang belum ditentukan.

#### **PEMBAHASAN**

Dari hasil uji statistik yang telah dilakukan diketahui bahwa variabel/karakter katalis yang diujikan (keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, kandungan nikel, dan kandungan molibden) secara bersama-sama sangat berpengaruh terhadap konversi aspalten hasil hidrorkengkah yang diperoleh. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai korelasi multi variabel (R) sebesar 0,983 yang tergolong sebagai korelasi berderajat tinggi (pada rata-rata 0,70-1,00). Dari nilai koefisien determinasi multi variabel (R<sup>2</sup>) sebesar 0,966 dapat diketahui bahwa setidaknya 96,6 % dari variasi hasil konversi yang diperoleh dapat dijelaskan oleh kombinasi dari seluruh variabel/karakter katalis yang diujikan (keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, kandungan nikel, dan kandungan molibden) dan sekitar 3,4 % sisanya dijelaskan oleh variabel/karakter lain yang belum ditentukan.

Dari hasil uji pengaruh keasaman terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar -0,299; harga korelasi parsial sebesar 0,149; dan harga korelasi bagian sebesar 0,028. Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sangat rendah (0,00-(±)0,02) maka dapat dikatakan bahwa faktor keasaman relatif tidak memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat

dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter keasaman yang cenderung tidak memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari hasil uji pengaruh luas permukaan spesifik terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar  $-0,499$ ; harga korelasi parsial sebesar  $0,932$ ; dan harga korelasi bagian sebesar  $0,477$ . Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sedang (rata-rata diantara  $(\pm)0,40$ - $(\pm)0,70$ ) maka dapat dikatakan bahwa faktor luas permukaan spesifik cenderung memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter luas permukaan spesifik yang cenderung memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari hasil uji pengaruh volume pori terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar  $-0,302$ ; harga korelasi parsial sebesar  $-0,947$ ; dan harga korelasi bagian sebesar  $-0,546$ . Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sedang (rata-rata diantara  $(\pm)0,40$ - $(\pm)0,70$ ) maka dapat dikatakan bahwa faktor volume pori cenderung memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter volume pori yang cenderung memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari hasil uji pengaruh rerata radius pori terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar  $0,411$ ; harga korelasi parsial sebesar  $0,954$ ; dan harga korelasi bagian sebesar  $0,587$ . Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sedang (rata-rata diantara  $(\pm)0,40$ - $(\pm)0,70$ ) maka dapat dikatakan bahwa faktor rerata radius pori cenderung memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter rerata radius pori yang cenderung memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari hasil uji pengaruh kandungan nikel terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar  $-0,065$ ; harga korelasi parsial sebesar  $-0,961$ ; dan harga korelasi bagian sebesar  $-0,648$ . Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sedang (rata-rata diantara  $(\pm)0,40$ - $(\pm)0,70$ ) maka dapat dikatakan bahwa faktor kandungan nikel cenderung memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter kandungan nikel yang cenderung memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari hasil uji pengaruh kandungan molibden terhadap hasil konversi diperoleh harga korelasi sederhana sebesar  $-0,046$ ; harga korelasi parsial sebesar  $-0,955$ ; dan harga korelasi bagian sebesar  $-0,597$ . Dari nilai-nilai korelasi yang berderajat sedang (rata-rata diantara  $(\pm)0,40$ - $(\pm)0,70$ ) maka dapat dikatakan bahwa faktor kandungan molibden cenderung memiliki korelasi/hubungan yang berarti terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil pengujian terhadap slope karakter kandungan molibden yang cenderung memberikan hubungan terhadap hasil konversi aspalten.

Dari seluruh hasil pengujian terhadap koefisien regresi parsial dapat diketahui bahwa dari seluruh karakter luas permukaan spesifik, volume pori, rerata radius pori, kandungan nikel, dan kandungan molibden cenderung memberikan pengaruh terhadap hasil konversi aspalten yang diperoleh. Sedangkan karakter keasaman diketahui cenderung tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap hasil konversi.

Dari seluruh hasil pengujian terhadap koefisien korelasi dapat diketahui bahwa karakter keasaman memiliki korelasi yang sangat rendah terhadap hasil konversi dan cenderung dapat diabaikan. Karakter rerata radius pori diketahui memiliki korelasi positif tertinggi dari seluruh karakter yang diujikan dan setidaknya  $34,5\%$  variasi hasil konversi ditentukan oleh karakter ini. Karakter luas permukaan spesifik diketahui memiliki korelasi positif tertinggi kedua dan setidaknya  $22,8\%$  variasi hasil konversi ditentukan oleh karakter ini. Untuk persentase sisa dari variasi hasil diketahui dipengaruhi oleh karakter volume pori, kandungan nikel, dan kandungan logam dimana ketiga karakter tersebut memberikan korelasi/hubungan negatif terhadap hasil konversi aspalten.

Dari uraian di muka, dapat diketahui bahwa yang memberikan pengaruh positif terbesar terhadap hasil konversi aspalten adalah karakter rerata radius pori dan luas permukaan spesifik. Dalam kasus ini diketahui bahwa dalam proses konversi aspalten melibatkan molekul-molekul dengan ukuran yang relatif besar, sehingga ukuran rerata radius pori sangat menentukan masuk atau tidaknya senyawa yang akan dikonversi ke dalam rongga katalis. Apabila ukuran rerata radius pori terlalu kecil, dapat diperkirakan bahwa proses konversi hanya akan terjadi di permukaan luar katalis karena senyawa yang akan dikonversi tidak sanggup untuk memasuki rongga katalis walaupun secara teoritis diketahui bahwa katalis dengan rerata radius pori yang relatif kecil akan memberikan luas permukaan yang jauh lebih besar. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh hasil konversi yang optimum,

diperlukan suatu katalis yang diantara karakternya adalah memiliki rerata radius pori optimum untuk masuknya senyawa yang akan dikonversi dengan luas permukaan spesifik permukaan aktif sebesar mungkin.

#### KESIMPULAN

1. Model yang diajukan cenderung dapat diterima sebagai hubungan antara pengaruh karakter yang diujikan dengan hasil konversi aspalten yang diperoleh dengan tingkat kepercayaan sebesar 90 %.
2. Karakter-karakter yang diuji setidaknya memberikan nilai korelasi sebesar 0,983 yang dapat digolongkan sebagai korelasi berderajat tinggi.
3. Setidaknya 96,6 % variasi hasil konversi yang diperoleh ditentukan oleh kombinasi karakter-karakter yang diujikan.
4. Karakter katalis yang memberikan pengaruh positif terbesar terhadap hasil konversi aspalten adalah rerata radius pori dan luas permukaan spesifik.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan Kementerian Riset dan Teknologi Indonesia (MenRisTek) atas bantuan dana penelitian ini melalui proyek RUTI-I/2002.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Djarwanto Ps, SE., 2001, *Mengenal Beberapa Uji Statistik dalam Penelitian*, Liberty, Yogyakarta.
2. Miller, J.C., and Miller, J.N., 1986, *Statistical for Analytical Chemistry*, Ellis Horwood Limited, England.
3. Wega T., Triyono, Mudasir, Suryo P., Nomura, M., Miura, M., Kidena, K., dan Satoh, T., 2003, *Annual Report RUTI I/2002*.