

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pembuatan mesin pada awalnya bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam aktifitas yang diluar kemampuan manusia. Umumnya mesin merupakan suatu alat yang berfungsi untuk merubah satu bentuk energi menjadi bentuk energi lain. Kebanyakan mesin yang digunakan pada saat ini berjenis mesin kalor atau mesin yang memanfaatkan panas pembakaran bahan bakar. Mesin kalor adalah suatu peralatan yang merubah energi kimia bahan bakar menjadi energi panas selanjutnya energi panas ini digunakan untuk melakukan kerja yang berguna. Dengan kata lain, energi kimia bahan bakar dirubah menjadi energi mekanis di dalam mesin kalor ini.

Motor bakar siklus Diesel (motor bakar diesel) merupakan salah satu jenis dari mesin kalor pembakaran dalam yang cukup banyak diaplikasikan pada transportasi darat dan air. Sementara minyak bumi sebagai bahan bakar motor cadangannya terus menipis dikarenakan laju pemakaian yang tinggi, dan ditambah lagi dengan polutan yang ditimbulkan akan mencemari lingkungan, polutan yang utama yang dikeluarkan motor diesel adalah CO, NO<sub>x</sub>, dan UHC. Oleh karena itu, masalah ini perlu dicarikan solusinya.

Ini merupakan masalah bersama terkait *global warming* yang sedang menjadi isu dunia yang salah satu solusinya adalah dengan aplikasi zeolit ini. Pembakaran sangat berperan penting dalam kinerja motor diesel karena dari pembakaran dihasilkan energi, yang berasal dari gas pembakaran bahan bakar. Semakin banyak bahan bakar yang terbakar maka akan semakin baik kerja dari motor tersebut.

Pada suatu proses pembakaran dalam motor diesel dibutuhkan dua komponen utama yaitu bahan bakar dan udara, dimana campuran udara dan bahan bakar akan menentukan baik atau tidaknya proses pembakaran tersebut. Udara merupakan salah satu komponen penting yang dibutuhkan pada proses pembakaran. Udara mengandung banyak gas seperti nitrogen, oksigen, hidrogen, uap air, karbon dioksida, karbon monoksida, serta sedikit gas lain. Jumlah molekul gas nitrogen dalam udara memiliki jumlah terbesar (78 %) dibanding jumlah oksigen (21 %), sedangkan 1 % lainnya adalah uap air dan kandungan gas-gas lain (*Wikipedia Foundation*, 2008).

Untuk lebih memaksimalkan proses pembakaran perlu adanya penyaringan udara pembakaran agar diperoleh udara dengan kandungan nitrogen, hidrogen, dan gas-gas lain yang mengganggu proses pembakaran lebih sedikit. Sehingga semakin tinggi kadar oksigen dalam udara maka proses pembakaran akan lebih maksimal. Daya *adsorb* dari zeolit dapat dimanfaatkan untuk menyaring udara yang masuk ke ruang bakar dan diharapkan dapat mengurangi kadar nitrogen yang masuk ke dalam ruang bakar sehingga konsentrasi panas yang ada pada ruang bakar dapat

lebih maksimum untuk menguraikan oksigen dan bahan bakar, dengan demikian pembakaran dapat lebih maksimum dan meningkatkan kinerja mesin.

Keberadaan unsur selain oksigen mengganggu proses pembakaran karena panas hasil kompresi juga diambil oleh unsur pengganggu ( $N_2$ ,  $H_2O$  dll.). Akibatnya, oksigen dan bahan bakar menerima panas lebih kecil, dengan demikian gas yang dihasilkan ( $CO_2$  dan  $H_2O$ ) juga semakin kecil. Zeolit *granular* dapat digunakan untuk mengurangi kadar gas  $N_2$  dan  $H_2O$  dalam udara. Akan tetapi zeolit *granular* menghasilkan kotoran berupa serbuk yang dapat merusak komponen mesin.

Untuk itu penulis melakukan penelitian pengaruh pemanfaatan zeolit alam *pellet* tekan asal Lampung Selatan yang diaktivasi NaOH-fisik terhadap prestasi motor diesel 4-langkah. Aktivasi Naoh-fisik dilakukan karena pada penelitian sebelumnya telah terbukti meningkatkan luas permukaan pori-pori zeolit. Sebenarnya ada dua basa kuat lagi selain NaOH, yakni CaOH dan KOH. Untuk kalsium hidroksida (CaOH) tidak dapat larut dalam air, sehingga tidak dapat dilakukan. Sedangkan, kalium hidroksida (KOH) belum ada peneliti yang menggunakannya sebagai aktivator pada zeolit, sehingga tidak ada hasil yang jelas, tidak seperti natrium hidroksida (NaOH) yang telah terbukti.

Menurut penelitian Mianta (2006), yang berjudul pengaruh rasio Si/Al terhadap ukuran pori pada modifikasi zeolit alam. Berdasarkan hasil analisis difraksi sinar-X, modifikasi zeolit alam dalam penelitian ini menghasilkan padatan berbentuk kristal dan hasil analisis ukuran pori menunjukkan adanya peningkatan ukuran pori menjadi lebih besar dari ukuran pori zeolit alam ( $16,19 \text{ m}^2/\text{g}$ ). Ukuran pori terbesar dicapai pada ZSA-2 (rasio Si/Al =

24,57) sebesar  $27,06 \text{ m}^2/\text{g}$ . Peningkatan ukuran pori juga diikuti peningkatan luas permukaan dan volume pori secara berturut-turut adalah  $43,74 \text{ m}^2/\text{g}$  dan  $59,18 \times 10^{-3} \text{ cc/g}$ .

Berdasarkan penelitian Yuliani (2009), luas permukaan pori-pori zeolit dapat bertambah lebih luas bila diaktivasi basa dibandingkan aktivasi asam, sehingga penyaringan udara dapat lebih optimal. Aktivasi asam dengan menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,2 N yang dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 3 jam, dan pemanasan pada suhu  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Aktivasi Basa dengan menggunakan  $\text{NaOH}$  0,5 N yang dilanjutkan pemanasan pada suhu  $250 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 3 jam, dan pemanasan pada suhu  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Luas area spesifik zeolit alam dari Malang pada ukuran partikel 150 mesh tanpa aktivasi, aktivasi fisika, aktivasi asam, dan aktivasi basa adalah 30.9636, 34.4960, 25.3959,  $27.0741 \text{ m}^2/\text{g}$ . Aktivasi asam dan basa, yang dilanjutkan dengan pemanasan pada  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam memberikan luas area spesifik  $32,2064 \text{ m}^2/\text{g}$  untuk aktivasi asam dan  $39,4962 \text{ m}^2/\text{g}$  untuk aktivasi basa.

Mahdi (2006) juga telah membuktikan kemampuan zeolit alam Lampung aktivasi fisik bentuk batuan (*granular*) pada motor diesel 4 - Langkah dapat meningkatkan daya engkol sebesar 0,215 kW (12,088 %), dan pada kondisi ini penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,011 kg/kWh (8,641 %), peningkatan kinerja motor diesel 4 langkah ini terjadi dengan menggunakan zeolit aktivasi diameter 1,4 mm dengan temperatur pemanasan  $325 \text{ }^\circ\text{C}$  waktu 2 jam dan menggunakan berat zeolit 200 gram pada putaran 2000 rpm.

Menurut Susila (2006), penggunaan zeolit yang diaktivasi kimia menghasilkan penurunan bsfc terbaik diberikan oleh zeolit berukuran 0,5 mm yang diaktivasi NaOH dengan berat 100 gram pada putaran 3500 rpm yaitu sebesar 0,0247 kg/kWh (10,75 %) sedangkan peningkatan daya engkol dengan zeolit berukuran 0,5 mm yang diaktivasi NaOH dengan berat 200 gram pada putaran 1500 rpm yaitu sebesar 0,146 kW (9,14 %).

Penelitian Doran (2008) yang berjudul; pengaruh penggunaan zeolit *pellet* perekat yang diaktivasi fisik terhadap prestasi mesin diesel 4 langkah. Kemampuan zeolit *pellet* aktivasi fisik dalam meningkatkan kinerja motor diesel juga dibuktikan melalui penelitian ini. Peningkatan daya engkol terbaik diperoleh sebesar 0,172 kW (11,389 %) pada penggunaan zeolit *pellet* berat 150 gram, temperatur aktivasi 225 °C, waktu pemanasan 2 jam dan putaran 2000 rpm. Penurunan konsumsi bahan bakar spesifik terbaik terjadi dengan menggunakan zeolit *pellet* berat 150 gram, temperatur aktivasi 225 °C, waktu pemanasan 2 jam pada putaran 3500 rpm yaitu sebesar 0,028 kg/kWh (14,516 %).

Berdasarkan penelitian Aopik (2009), pengaruh pemanfaatan zeolit *pellet* yang diaktivasi fisik pada beragam kerapatan dan berat terhadap kinerja motor diesel 4-langkah, zeolit *pellet* tekan paling mempengaruhi peningkatan daya engkol adalah penggunaan zeolit *pellet* tekan alami sebesar 0,077 kW (5,661 %) terjadi pada penggunaan zeolit *pellet* tekan alami dengan berat *pellet* 2 gram, pada putaran 1500 rpm dan berat 50 gram. Penurunan konsumsi bahan bakar spesifik dipengaruhi oleh zeolit *pellet* tekan yang diaktivasi fisik sebesar 0,0106 kg/kWh

(7,976 %) terjadi pada putaran 3000 rpm dan berat 50 gram dengan dengan berat *pellet* 2,3 gram.

Dengan acuan beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, maka pada penelitian ini, penulis ingin mengkaji pengaruh zeolit aktivasi NaOH-fisik yang dibentuk *pellet* tekan tanpa zat perekat (hanya serbuk zeolit murni) pada temperatur dan waktu pemanasan optimum, yakni pada 325 °C selama 2 jam (Mahdi, 2006) terhadap peningkatan daya engkol dan penurunan konsumsi bahan bakar spesifiknya.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh zeolit *pellet* yang diaktivasi NaOH-fisik terhadap kinerja motor diesel 4 langkah berdasarkan:

1. Berat zeolit *pellet*.
2. Putaran mesin dari motor diesel.
3. Perbandingan dengan zeolit *granular*.

## **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini masalah yang dibahas dibatasi pada:

1. Mesin yang digunakan adalah motor diesel 4-langkah 1 silinder yang terdapat pada laboratorium motor bakar dan propulsi jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
2. Zeolit yang digunakan merupakan zeolit jenis *klinoptilolit* yang berasal dari Sidomulyo, Lampung Selatan.

3. Pengaruh zeolit dibentuk *pellet* dengan aktivasi secara NaOH-fisik hanya terhadap daya engkol dan konsumsi bahan bakar spesifik.
4. Pengaruh ukuran penampang dan getaran tidak dibahas dalam penulisan ini.

#### **D. Hipotesa**

Dengan memberikan aktivasi secara NaOH-fisik pada zeolit *pellet*, maka dapat menambah luas spesifik pori-pori zeolit sehingga pusat aktif untuk mengikat nitrogen juga bertambah. Akibatnya, daya *adsorb* zeolit terhadap gas nitrogen dan uap air dalam udara yang masuk ke ruang bakar motor diesel semakin tinggi dibanding zeolit alami. Dengan demikian, energi panas yang diterima oleh oksigen dan bahan bakar pada langkah kompresi juga bertambah, akibatnya proses pembakaran pada motor diesel menjadi lebih baik (kinerja mesin meningkat). Perapatan zeolit alami yang dibentuk menjadi *pellet* kemungkinan dapat mengurangi daya *adsorb* zeolit karena permukaan kristal zeolit menjadi lebih kecil (padat). Akan tetapi, pembuatan zeolit bentuk *pellet* dengan tekanan yang tepat, diperkirakan hanya mengurangi daya *adsorb* zeolit yang tidak signifikan. Sehingga zeolit ini masih mampu meningkatkan prestasi mesin dengan baik (menyamai zeolit *granular*).

#### **E. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

##### **I. PENDAHULUAN**

Terdiri dari latar belakang, tujuan, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

##### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Memuat tentang teori dasar motor bakar diesel 4-langkah, teori pembakaran, zeolit dan aktivasi zeolit.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi beberapa tahapan persiapan sebelum pengujian, prosedur pengujian, dan diagram alir pengujian.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas data-data yang diperoleh pada pengujian kinerja motor diesel 4-langkah.

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN