

Pemanfaatan Zeolit Alam Murni Asal Lampung Sebagai Adsorben Udara Pembakaran Untuk Menghemat Konsumsi Bahan Bakar Mobil Karburator

Herry Wardono

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Bandar Lampung, e-mail: herry@unila.ac.id

Simpardin br Ginting

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung

ABSTRAK

Propinsi Lampung merupakan salah satu produsen zeolit terbaik dan terbesar di Indonesia. Pemanfaatan zeolit sebagai adsorben udara untuk menghasilkan udara dengan konsentrasi oksigen yang tinggi telah lama dan banyak dilakukan, bahkan hingga kini terus dikembangkan. Akan tetapi, aplikasinya pada motor bakar masih sangat kurang, hanya terbatas untuk mereduksi emisi gas buang kendaraan. Saringan udara kendaraan bermotor hanya mampu menyaring partikel-partikel kasar, sedangkan zeolit alam mampu menangkap partikel berukuran molekular (seperti nitrogen, uap air). Pemanfaatan zeolit pada mobil karburator dilakukan pada penelitian ini. Pengujian dilakukan menggunakan 3 ukuran zeolit (1,5; 2; dan 2,5 mm), 3 variasi kemasan zeolit (kemasan penuh, setengah, dan terpisah), dan 4 variasi jumlah zeolit (100, 200, 300, dan 400 gram). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa semakin kecil ukuran zeolit memberikan hasil yang lebih baik, zeolit ukuran 1,5 mm memberikan hemat bahan bakar yang paling tinggi. Namun demikian, karena perbedaan hemat bahan bakar yang terjadi pada penggunaan zeolit ukuran 1,5 mm dan 2 mm tidak terlalu signifikan, maka pada pengujian variasi kemasan digunakan zeolit ukuran 2 mm. Hal ini untuk menjaga kebersihan saringan udara mobil. Dari ketiga kemasan, kemasan penuh memberikan penghematan yang paling tinggi, yaitu sebesar 29,35 ml (12,67 %) pada penggunaan 200 ml zeolit alami.

Kata kunci : *Adsorption by zeolite, oxygen production, air filter.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan era globalisasi mengharuskan manusia untuk terus mengembangkan diri agar tidak tersisihkan. Isu krisis energi dan polusi udara oleh mesin kalor (khususnya kendaraan bermotor) merupakan permasalahan besar yang harus segera dicarikan solusinya. Isu otonomi di berbagai sektor memicu sivitasnya untuk mengembangkan diri dan mengoptimalkan sumber dayanya. Pemanfaatan dan peningkatan kualitas salah satu potensi mineral Lampung (zeolit alam) yang tersedia dalam jumlah yang melimpah mampu menjawab kedua isu di atas, yaitu mampu untuk membantu mengatasi krisis energi dan polusi udara, juga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat dan pemerintah daerah Lampung.

Salah satu pemanfaatan zeolit alam ini adalah sebagai adsorben udara. Pemanfaatan zeolit pada aplikasi pemurnian udara masih belum populer di Indonesia, sedangkan di negara-negara maju (seperti Amerika Serikat, dan Jepang) aplikasinya telah meluas. Amerika Serikat dan Jepang telah banyak memanfaatkan zeolit untuk memproduksi oksigen dari udara, terbukti dengan telah dan terus dikembangkannya memproduksi alat-alat seperti *oxygen purifiers* dan *nitrogen generators* menggunakan adsorben zeolit. Alat-alat ini mampu menghasilkan udara dengan konsentrasi oksigen hingga 99,7% (US Patent 4880443 dan 6544318, Bekkum, 1991, dan Ribeiro, 1984). Sementara komposisi udara normal adalah oksigen (21%), nitrogen (78%), dan gas lain (1%).

Kemampuan zeolit menghasilkan udara kaya oksigen ini, secara termodinamika, sangat menguntungkan dalam meningkatkan efisiensi proses pembakaran bahan bakar. Hal ini karena dengan semakin kecil konsentrasi gas-gas lain dalam udara pembakaran, maka komponen bahan bakar dan oksigen akan menyerap panas yang ada di dalam ruang bakar lebih banyak selama langkah kompresi. Semakin besar panas yang diserap oleh komponen bahan bakar dan oksigen dapat mengakibatkan semakin cepatnya bahan bakar menguap dan terbakar. Akibatnya, efisiensi pembakaran meningkat, yang berarti prestasi mesin juga meningkat. Di sisi lain, aplikasi penggunaan zeolit ini pada motor

bakar masih sangat kurang, hanya terbatas untuk mereduksi emisi gas buang kendaraan (Siperstein, 2001, dan Angew, 2000).

Melihat peluang, keunggulan dan kehebatan sifat zeolit tadi, maka aplikasinya untuk meningkatkan kinerja mesin yang menjanjikan dapat dilakukan. Herry Wardono (2004, 2005a, dan 2005b) telah memanfaatkan kemampuan zeolit ini untuk menyaring udara pembakaran motor bensin (percobaan laboratorium), dengan tujuan peningkatan kinerja mesin. Hasil yang diperoleh bervariasi, tergantung jenis zeolit yang digunakan. Daya engkol motor mampu ditingkatkan sebesar 0,182 kW (5,68%) menggunakan zeolit alam murni, dan konsumsi bahan bakar juga dapat dihemat sebesar 0,016 kg/kWh (8,03%). Keberhasilan ini tentunya perlu dibuktikan lagi pada motor yang bergerak (kendaraan bermotor) di jalan raya, agar adsorben zeolit ini dapat dikomersilkan dengan nilai jual yang tinggi. Oleh karena itu, pengujian menggunakan motor yang bergerak dilakukan pada mobil karburator 1500 cc, untuk melihat kemampuan zeolit alam murni asal Lampung dalam menghemat konsumsi bahan bakar mobil tersebut.

METODOLOGI

Pengujian dilakukan menggunakan mobil karburator 1500 cc, 4 silinder. Adapun parameter yang dikaji pada penelitian ini adalah variasi 4 jumlah zeolit (100, 200, 300, dan 400 ml), variasi 3 ukuran zeolit (1,5 mm, 2 mm, dan 2,5 mm), dan 3 variasi kemasan zeolit. Mekanisme instalasi peralatan pengujian dapat dilihat pada Gambar 1, dan 2.



Gambar 1 Saringan udara mobil yang terpasang di rumah saringan: a. Tanpa zeolit, b. Dengan zeolit



Gambar 2. Jenis kemasan zeolit: a. Kemasan Penuh, b. Kemasan Setengah, c. Kemasan Terpisah

Persiapan Bahan dan Alat

Zeolit alam murni yang awalnya berbentuk bongkahan batu dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan untuk mendapatkan zeolit dengan ukuran diameter 1,5 mm, 2 mm, dan 2,5 mm. Sebelum digunakan, zeolit ini terlebih dahulu dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kotoran kasar yang ada dan menghilangkan zeolit yang berbentuk tepung. Sehingga diperoleh zeolit yang bersih. Selanjutnya, zeolit yang telah dicuci ini, dikeringkan di dalam oven pada temperatur operasi 110 °C, selama 2 jam. Hal ini ditujukan untuk menghilangkan partikel air yang masih menempel di permukaan zeolit. Zeolit tersebut kemudian disimpan dalam wadah, agar tidak bersentuhan dengan udara luar. Persiapan dilanjutkan dengan pembuatan kemasan zeolit untuk ketiga kemasan dengan jumlah zeolit yang bervariasi.

Tangki bahan bakar yang terbuat dari jerigen plastik disiapkan untuk mengukur konsumsi bahan bakar saat mobil beroperasi, begitu pula gelas ukur bahan bakar. Mobil yang digunakan diservis terlebih dahulu sebelum digunakan, agar kondisi pengujian seragam. Pengujian dilakukan di jalan beraspal yang relatif lurus dan tidak ramai, sejauh 2,5 km.

Prosedur Pengujian

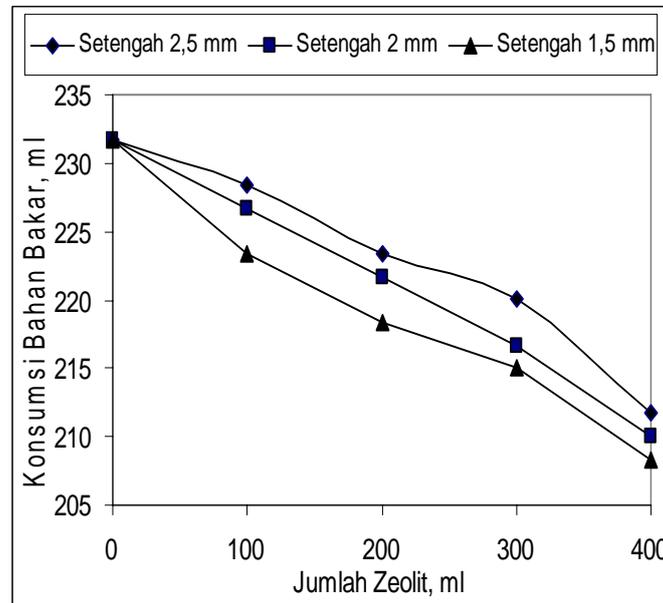
Setelah bahan dan alat pengujian siap untuk digunakan, pertama-tama bahan bakar sejumlah 500 ml diisi ke dalam tangki buatan. Pengujian diawali dengan menjalankan mobil tanpa menggunakan zeolit sejauh 2,5 km pada kecepatan rata-rata 60 km/jam. Sisa bahan bakar diukur menggunakan gelas ukur. Data yang diperoleh dicatat. Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan zeolit kemasan setengah terhadap semua jumlah zeolit. Sebagai contoh, pengujian pertama dilakukan menggunakan kemasan zeolit 2,5 mm dengan volume 100 ml, dilanjutkan dengan 200 ml, 300 ml, dan 400 ml. Semua data yang diperoleh dicatat. Pengujian dilakukan dengan pengulangan minimal sebanyak 3 kali. Pengujian dilanjutkan lagi terhadap 2 variasi ukuran zeolit lainnya, yaitu 2 mm dan 2,5 mm. Semua data yang telah dicatat kemudian dianalisa untuk melihat pengaruh dari variasi ukuran zeolit. Karena perbedaan hasil pada penggunaan zeolit ukuran 1,5 mm dan 2 mm tidak terlalu signifikan, maka pada pengujian variasi kemasan digunakan zeolit ukuran 2 mm. Hal ini untuk menjaga kebersihan saringan udara mobil, agar umur pakainya dapat lebih lama.

Pengujian dilanjutkan pada variasi ketiga kemasan zeolit. Pengujian pertama dilakukan menggunakan kemasan penuh dengan jumlah zeolit 100 ml. Kemudian, pengujian dilakukan terhadap ketiga jumlah zeolit lainnya, yaitu 200, 300, dan 400 ml. Setelah itu, pengujian dengan 2 variasi kemasan lainnya, yaitu kemasan setengah dan kemasan terpisah (yang terpasang pada 4 titik di saringan udara mobil) juga dilakukan. Semua data yang diperoleh juga dicatat. Pengulangan pengujian juga dilakukan minimal 3 kali. Pengujian yang dilakukan pada hari yang berbeda, awalnya tetap dilakukan pada operasi mobil tanpa menggunakan saringan zeolit. Hal ini dilakukan untuk lebih menjamin keakuratan hasil yang diperoleh. Karena dalam penelitian ini yang dibutuhkan adalah selisih konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh mobil tersebut pada tiap kali beroperasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

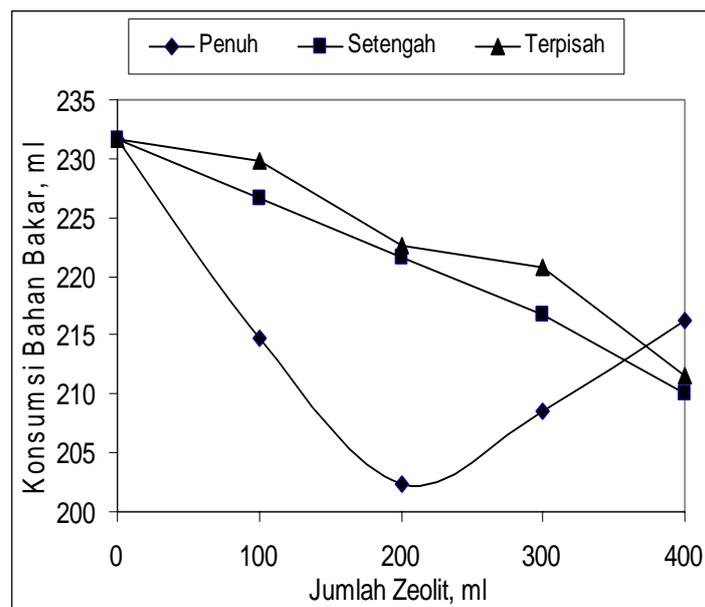
Konsumsi bahan bakar yang terjadi pada pengujian variasi ukuran zeolit diilustrasikan ke dalam bentuk grafik, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 diperoleh bahwa penggunaan zeolit alam murni mampu menurunkan konsumsi bahan bakar untuk semua ukuran zeolit. Semakin kecil ukuran zeolit yang digunakan memberikan hasil yang lebih baik, zeolit 1,5 mm memberikan penurunan konsumsi bahan bakar yang paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh semakin kecil zeolit memiliki luas permukaan kontak yang lebih besar, sehingga udara pembakaran lebih banyak berinteraksi (berkontak) dengan zeolit. Akibatnya, nitrogen dan uap air yang ada di dalam udara pembakaran lebih banyak terikat oleh zeolit, sehingga udara pembakaran yang masuk memiliki konsentrasi oksigen yang lebih tinggi. Penggunaan 200 ml zeolit pada kemasan setengah ini telah memberikan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 13,34 ml (5,76 %) pada penggunaan zeolit ukuran 1,5 mm. Hasil terbaik terjadi pada penggunaan 400 ml zeolit untuk semua ukuran zeolit, yaitu 19,86 ml (8,57 %), 21,67 ml (9,35%), dan 23,34 ml (10,07 %) pada zeolit ukuran 2,5 mm, 2 mm, dan

1,5 mm, secara berturut-turut. Dari Gambar 3 juga terlihat bahwa penggunaan jumlah zeolit yang lebih banyak memberikan penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena jumlah zeolit yang lebih banyak berarti kemasan memiliki yang lebih tebal, jadi memberikan luas permukaan kontak yang lebih besar. Penurunan yang paling tajam terjadi pada penggunaan 400 ml zeolit, yaitu terjadi penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata sekitar 3 % dibandingkan pada penggunaan 300 ml zeolit.



Gambar 3. Konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada variasi ukuran zeolit

Sementara itu, konsumsi bahan bakar yang terjadi pada pengujian variasi kemasan zeolit diilustrasikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil yang diperoleh seluruhnya dilakukan menggunakan zeolit ukuran 2 mm.



Gambar 4. Konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada variasi kemasan zeolit

Penurunan konsumsi bahan bakar tidak selalu terjadi pada penambahan jumlah zeolit untuk tiap kemasan, sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4 terlihat bahwa penggunaan zeolit yang lebih banyak pada kemasan penuh dapat mengakibatkan terlalu terhambatnya udara pembakaran, dengan demikian laju udara masuk ke dalam ruang bakar semakin kecil. Akibatnya proses pembakaran terjadi pada kondisi terlalu kaya bahan bakar (miskin udara pembakaran), sehingga komponen bahan bakar (karbon dan hidrogen) tidak dapat beroksidasi secara maksimal (bahan bakar yang terbakar sedikit), dan operasi kendaraan menjadi lebih boros. Pada kemasan penuh, seluruh permukaan saringan udara mobil tertutup oleh zeolit, jadi diperlukan perhatian yang cermat berkenaan jumlah zeolit yang dapat diterapkan agar laju udara pembakaran tidak terlalu terhambat. Berbeda halnya dengan 2 kemasan lainnya, penambahan jumlah zeolit memberikan penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi. Hal ini karena saringan udara tidak seluruhnya ditutupi oleh zeolit, sehingga jumlah zeolit 400 ml belum menyebabkan terlalu terhambatnya laju udara pembakaran. Hasil terbaik yang dihasilkan pada penggunaan kemasan penuh terjadi pada 200 ml zeolit, yaitu menurun sebesar 29,35 ml (12,67 %). Sedangkan pada kemasan setengah, menurun sebesar 21,67 ml (9,35%) dan sebesar 20,07 ml (8,66 %) pada kemasan terpisah, keduanya terjadi pada 400 ml zeolit. Hal menarik yang dapat diambil dari hasil di atas adalah penggunaan kemasan penuh jauh lebih baik dibandingkan kedua kemasan lainnya. Hal ini karena dengan menggunakan hanya 200 ml zeolit, dapat memberikan penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih besar dari pada menggunakan 400 ml zeolit pada kemasan lainnya.

KESIMPULAN

Kemampuan zeolit alam murni asal Lampung dalam menurunkan konsumsi bahan bakar mobil karburator telah dibuktikan melalui penelitian ini. Ukuran zeolit memberikan pengaruh terhadap penurunan konsumsi bahan bakar, dimana semakin kecil ukurannya menyebabkan operasi mesin yang lebih hemat. Selain itu, jumlah zeolit lebih banyak memberikan hemat bahan bakar yang lebih tinggi pada kemasan setengah dan kemasan terpisah, hasil terbaik terjadi pada penggunaan 400 ml zeolit. Sedangkan pada kemasan penuh tidak terjadi demikian, penghematan tertinggi terjadi pada penggunaan 200 ml zeolit. Penghematan tertinggi yang terjadi pada penggunaan ketiga kemasan tersebut adalah sebesar 29,35 ml (12,67 %), 21,67 ml (9,35%) dan 20,07 ml (8,66 %) untuk kemasan penuh, kemasan setengah, dan kemasan terpisah, secara berturut-turut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas bantuan dana penelitiannya melalui Penelitian Hibah Bersaing tahun anggaran 2007 demi kelancaran penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Angew**, 2000, *Removal of nitrogen from motor exhaust (NO_x)*, Chem. Int. Ed. No. 16.
2. **Bekkum V.H., et al.**, 1991, *Introduction to Zeolite Science and Practice*, Elsevier Science Publishers B.V., Netherlands.
3. **Herry Wardono dan Simparmin br Ginting.**, 2004, *The Use of Sidomulyo-Lampung Natural Zeolite in Enhancing Brake Power and Brake Specific Fuel Consumption of a Two-Stroke Petrol Engine*, SDPF Final Report Fiscal Year of 2003/ 2004.
4. **Herry Wardono**, 2005a, *Pengaruh Pemakaian Zeolit Alam Lampung Pada Motor Bensin 4-Langkah Terhadap Kinerja Mesin*, Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI) 2005 di Universitas Tarumanagara Jakarta, Universitas Tarumanagara.

5. **Herry Wardono dan Simparmin br Ginting**, 2005b, Pemanfaatan Zeolit Alam Sidomulyo Lampung Teraktifkan Untuk meningkatkan Performan Motor Bensin 4-Langkah (dibiayai oleh Dirjen DIKTI melalui PDM T.A. 2005).
6. **Patent USA No. 6544318**. *High purity oxygen production by pressure swing adsorption*. Steelhead Specialty Minerals Inc.
<http://www.steelheadspecialtyminerals.com/206.htm>, akses tanggal: 20 Maret 2006
7. **Patent USA No. US6489052**. *Secondary oxygen purifier for molecular sieve oxygen concentrator*. Delphion Inc.
<http://www.delphion.com/details?pn=US06489052> , akses tanggal:21 Maret 2006
8. **Ribeiro F.R., et al.**, 1984, “*Zeolites: Science and Technology*”, Proceedings of the NATO ASI Series, The Netherlands.
9. **Siperstein F.R. and Myers A.L.**, 2001, “*Mixed-Gas Adsorption*”, AIChe Journal volume 47 no. 5. pp. 1141-1159.