

## Pemanfaatan Filter Udara Eksternal Dari Zeolit Pelet Lampung Teraktivasi NaOH-Fisik Untuk Mereduksi Konsumsi Bensin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4-Langkah

Herry Wardono dan Prima Kumbara

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

### Abstrak

Penggunaan zeolit alam Lampung dalam mereduksi konsumsi bensin dan emisi gas buang sepeda motor bensin 4-langkah telah banyak dilakukan, dengan hasil yang cukup signifikan. Pada penelitian terdahulu, zeolit diletakkan pada filter udara internal. Kelemahan filter zeolit pellet internal ini adalah hanya cocok digunakan pada sepeda motor tertentu, juga apabila telah jenuh, tidak semua pengguna sepeda motor mampu mengganti atau meregenerasinya. Untuk itu, penelitian menggunakan filter zeolit pellet eksternal perlu dilakukan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut. Pada penelitian ini, filter zeolit eksternal yang digunakan yaitu berbentuk kotak (kotak besar dan kotak kecil). Massa zeolit pelet yang digunakan juga divariasikan (100% dan 75% massa maksimum). Penelitian dilakukan pada kondisi cuaca cerah dan mendung. Dari hasil penelitian terlihat bahwa filter zeolit pellet eksternal kotak besar 75% (KB75) mendominasi penghematan konsumsi bensin dan mereduksi emisi gas buang (CO dan UHC) paling tinggi, baik pada cuaca cerah maupun mendung, selanjutnya disusul kotak kecil 100% (KK100). Pada uji berjalan cuaca cerah, KB75 mampu menghemat konsumsi bensin hingga 25,56%, dan sebesar 32,76% pada uji stasioner. Sementara itu, gas CO dan UHC juga mampu direduksi sebesar 61,18% dan 56,82%, secara berturut-turut. Sedangkan, pada uji cuaca mendung, penghematan konsumsi bensin tertinggi sebesar 14,60% (KK100), sebesar 24,19% (KB75) pada uji stasioner, reduksi emisi gas CO terjadi sebesar 18,56% (KB75), dan reduksi gas UHC sebesar 20,0% (KK100).

Kata kunci: filter zeolit eksternal, perlakuan udara pembakaran, hemat bensin

### PENDAHULUAN

Provinsi Lampung yang secara geografis terletak pada posisi sangat strategis yaitu merupakan pintu gerbang lalu lintas Jawa-Sumatera, sedangkan secara geologis memiliki konfigurasi yang menarik dengan berbagai potensi sumber daya alam, seperti zeolit, bentonit, dan lain-lain. Di Provinsi Lampung cadangan zeolit melimpah, diperkirakan sebanyak 26.420.000 m<sup>3</sup> dan tersebar di banyak lokasi, diantaranya di Sidomulyo, kalianda, Kota Agung, Cukuh Balak, dan Talang Padang (Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Lampung, 2007).

Ketersediaan zeolit dalam jumlah yang melimpah di Indonesia khususnya Provinsi Lampung, harga yang relatif murah, dan kegunaannya yang sangat luas dalam banyak bidang, menjadikan zeolit alam ini sebagai komoditi mineral industri yang sangat menjanjikan di masa depan. Di Indonesia, penggunaan zeolit masih belum memasyarakat, sehingga dirasa sangat perlu untuk mengkaji lebih lanjut dan memasyarakatkan pemanfaatan zeolit dalam banyak terapan, seperti sebagai adsorben udara pembakaran. Hal ini dapat dilakukan karena zeolit memiliki sifat mampu menangkap nitrogen dan uap air dalam udara (Ribeiro, 1984 dan Bekkum, 1991).

Keberhasilan zeolit alam dalam meningkatkan prestasi dan mereduksi emisi gas buang motor bensin dan motor diesel telah dibuktikan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Herry Wardono (2007, 2009, 2010, dan 2011) diperoleh zeolit granular dan zeolit pelet mampu mereduksi emisi gas buang cukup signifikan dan mampu menghemat konsumsi bahan bakar cukup signifikan. Zeolit pelet aktivasi NaOH-fisik (hemat 24,26%; reduksi CO 55,51%; reduksi HC 83,19%) memberikan hasil yang lebih baik dibanding zeolit pelet aktivasi fisik (hemat 18,1%; reduksi CO 31,03%; reduksi HC 60,31%). Pada penelitian sebelumnya, filter zeolit yang digunakan adalah

filter internal. Filter internal ini memiliki beberapa kelemahan yaitu untuk perawatan dan penggantian bila zeolit telah jenuh memerlukan keahlian khusus (karena tidak semua pengguna, terutama kaum Wanita mampu melakukannya). Filter internal ini juga hanya bisa digunakan untuk satu kendaraan saja. Oleh karena itu, penelitian difokuskan pada penggunaan filter zeolit eksternal. Selama ini filter udara dari zeolit pelet ini diletakkan langsung di dalam casing filter udara. Kelemahannya adalah jumlah zeolit pelet yang digunakan terbatas, sesuai volume casing kendaraan yang digunakan. Bentuknya juga tertentu, sesuai bentuk casing filter udara yang ada di kendaraan. Sedangkan filter zeolit eksternal tidak diletakkan langsung di dalam casing filter udara kendaraan, jadi fleksibel bisa diaplikasikan pada beragam jenis kendaraan, dan jumlah zeolit yang digunakan pun dapat lebih banyak.

### METODE PENELITIAN

#### Persiapan Zeolit Aktivasi Basa-Fisik

Pertama-tama zeolit ditimbang sesuai yang dibutuhkan lalu membuat larutan NaOH 0,5N, kemudian dicampur dengan rasio zeolit-larutan 1 : 1 (Hendri, 2000). Zeolit dan larutan kimia lalu diaduk selama 2 jam menggunakan *mixer* agar keduanya merata. Setelah itu disaring dan dibilas dengan air mineral untuk menetralkan sehingga pH = 7. Zeolit tersebut lalu dipanaskan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 110°C. Zeolit ini selanjutnya digiling sehingga menjadi bentuk serbuk. Zeolit serbuk tadi kemudian diayak, sehingga ukurannya menjadi 100 mesh. Tepung zeolit kemudian dicampur dengan air dan tepung tapioka yang berfungsi sebagai perekat (perbandingan 76% zeolit, 20% air, dan 4% perekat), sehingga menjadi adonan. Pertama-tama tepung tapioka (4%) dan air aquades dicampur di dalam suatu wadah lalu

dipanaskan di atas kompor dengan nyala api kecil hingga campuran tersebut terlihat mengental dan mengembang, kemudian mencampurkannya dengan tepung zeolit sedikit demi sedikit sesuai komposisi yang diinginkan. Campuran tersebut diaduk dengan sendok dan dicampur dengan tangan hingga merata. Selanjutnya campuran tersebut digiling menggunakan ampia agar permukaannya rata (memiliki tebal 3 mm), lalu dicetak hingga dihasilkan tablet zeolit dengan tebal 3 mm dan diameter 10 mm. Zeolit ini selanjutnya diaktivasi secara fisik dengan pemanasan pada temperatur 225°C selama 1 jam (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Zeolit pelet perekat sebelum dan setelah diaktivasi fisik

Zeolit yang telah diaktivasi fisik ini, lalu dikemas. Zeolit pelet disusun sedemikian rupa pada kawat strimin. Selanjutnya kemasan ini dipasangkan pada filter eksternal bentuk kotak. Filter eksternal ini lalu disambungkan ke saluran udara masuk pada casing filter udara sepeda motor menggunakan selang seperti terlihat pada gambar 2. Filter kotak Besar (KB) memiliki dimensi 18 cm (panjang) x 13,5 cm (lebar), sedangkan filter kotak kecil (KK) 13 cm (panjang) x 11,5 cm (lebar). Variasi filter eksternal ada 4 jenis, yaitu KB100, KB75, KK100, dan KK75. KB100 artinya kotak besar dengan massa zeolit kapasitas maksimum (100%), sedangkan KK75 artinya kotak kecil dengan massa zeolit kapasitas 75%.



Gambar 2. Zeolit pelet dalam Kemasannya dan yang terpasang di Sepeda Motor

### Prosedur Pengujian

#### Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu pengujian *road test* (kondisi berjalan) di jalan yang mulus dan kering, dan kondisi stasioner.

##### a. Road Test

*Road test* dilakukan pada kecepatan rata-rata 50 km/jam dengan jarak tempuh 5 km. Tangki buatan (botol) berkapasitas 350 ml disambungkan dengan rapat bersama selang bensin dan dikaitkan ke sisi samping sepeda motor, setelah itu botol tersebut diisi dengan bensin yang sudah disiapkan. Pengujian pertama dilakukan pada kondisi motor normal (tanpa zeolit). Jarak tempuh dapat diukur pada *odometer*. Sepeda motor dijalankan pada kecepatan rata-rata 50 km/jam hingga jarak tempuh 5 km, lalu mesin dimatikan. Bensin yang tersisa diukur dengan gelas ukur, kemudian jumlah bensin awal dikurangi dengan jumlah

bensin yang tersisa, maka diperoleh jumlah bensin yang terpakai pada kondisi normal. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan filter udara eksternal KB100, KB75, KK100, dan KK75, dan sisa bensin diukur. Pengulangan pengujian dilakukan sebanyak tiga kali.

##### b. Pengujian Stasioner

Pengujian ini dilakukan untuk 3 variasi putaran mesin, yaitu 1000, 3000 dan 5000 rpm. Pengujian dimulai dengan mengisi bahan bakar pada tangki buatan sebanyak 350 ml. Pengujian awal dilakukan tanpa menggunakan zeolit pada putaran mesin 1000 rpm selama 5 menit. Bensin tersisa dicatat. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan filter udara eksternal KB100, KB75, KK100, dan KK75, dan sisa bensin diukur. Pengujian dilanjutkan pada putaran mesin lainnya (3000 dan 5000 rpm).

##### c. Pengujian Emisi Gas Buang

Pengujian emisi dilakukan pada kondisi stasioner pada putaran mesin 1000, 3000, dan 5000 rpm. Sepeda motor pertama-tama dipanaskan untuk mempersiapkan mesin pada kondisi kerja. Setelah mesin berada pada kondisi kerja, lalu dilakukan kalibrasi *gas analyzer*. Kalibrasi ini dilakukan secara otomatis. Pengujian awal dilakukan pada 1000 rpm dengan *probe* sensor sudah dimasukkan ke dalam knalpot. Setelah 5 menit, nilai pada *fuel gas analyzer* diprint out. Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan filter zeolit KB100, KB75, KK100, dan KK75. Semua data diprint out. Dengan langkah yang sama, pengujian kemudian dilakukan untuk putaran mesin lainnya (3000 dan 5000 rpm).

### Analisa Data

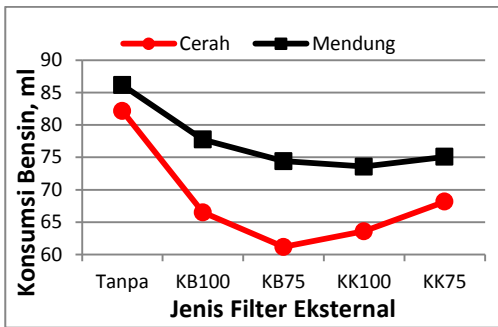
Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian, selanjutnya diilustrasikan dalam bentuk grafik, untuk dianalisa.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil-hasil yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 3, 4, 5, dan 6.

#### Konsumsi Bahan Bakar Pada Road Test

Konsumsi bensin pada *road test* dilakukan pada kecepatan rata-rata 50 km/jam dengan menempuh jarak 5 km. Pengujian dilakukan baik pada cuaca cerah maupun mendung. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 3.



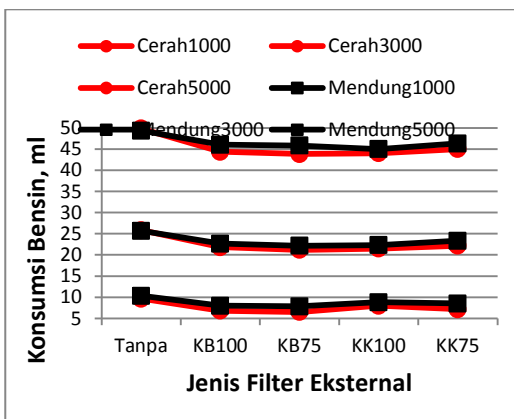
Gambar

### 3. Konsumsi bensin pada Road Test

Dari gambar 3 terlihat bahwa penggunaan filter zeolit pelet eksternal mampu mengurangi konsumsi bensin sepeda motor bensin 4-langkah, baik pada kondisi cerah maupun mendung. Penghematan bensin lebih besar terjadi pada cuaca cerah dari 17,04% hingga 25,56%, sedangkan pada cuaca mendung dari 9,77% hingga 14,60%. Hal ini dapat disebabkan oleh pada cuaca cerah kandungan uap air di udara lebih sedikit, sehingga zeolit mampu menarik uap air lebih maksimal. Penghematan tertinggi terjadi pada penggunaan KB75 disusul KK100, yaitu sebesar 25,26% dan 22,62%.

### Konsumsi Bahan Bakar Pada Uji Stasioner

Konsumsi bensin pada uji stasioner dilakukan pada putaran mesin 1000, 3000, dan 5000 rpm selama 5 menit. Pengujian juga dilakukan baik pada cuaca cerah maupun mendung. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4.

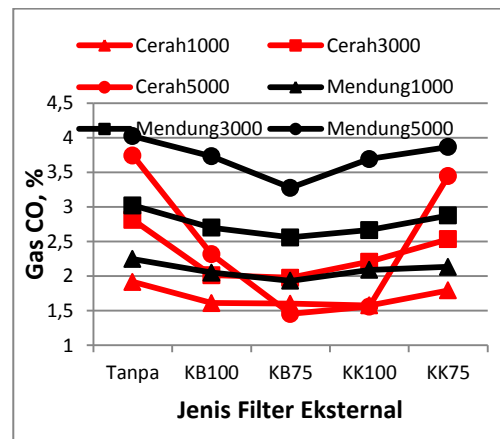


Gambar 4. Konsumsi Bensin pada Uji Stasioner

Sama halnya dengan hasil yang diperoleh pada road test, penghematan bensin pada uji stasioner tetap didominasi oleh KB75, dan hasil terbaik juga pada kondisi cuaca cerah, yaitu dari 12,04% hingga 32,76%. Akan tetapi, KB100 memberikan hasil lebih baik (dari 11,04% hingga 29,31%) dibandingkan KK100 (dari 11,71% hingga 17,24%), sebagaimana terlihat pada gambar 4. Pada uji stasioner ini, putaran mesin sangat mempengaruhi hasil pengujian. Semakin rendah operasi putaran mesin, mampu menghemat konsumsi bensin lebih baik. Cerah1000 (pengujian cuaca cerah pada 1000 rpm) memberikan penghematan tertinggi pada uji stasioner, yaitu sebesar 32,76%, disusul Cerah3000 sebesar 18,06%,

dan Cerah5000 sebesar 12,04%. Hal ini menandakan bahwa pada uji putaran rendah (1000 rpm), zeolit pelet aktivasi NaOH 0,5N mampu menarik nitrogen dan uap air lebih banyak dibanding pada operasi putaran mesin 3000 dan 5000 rpm. Hal ini dapat disebabkan oleh pada operasi putaran rendah udara memiliki waktu kontak lebih lama dibanding pada operasi putaran lebih tinggi. Dengan demikian, pada operasi putaran rendah udara yang masuk ke dalam ruang bakar memiliki konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dibanding pada operasi putaran mesin lebih tinggi.

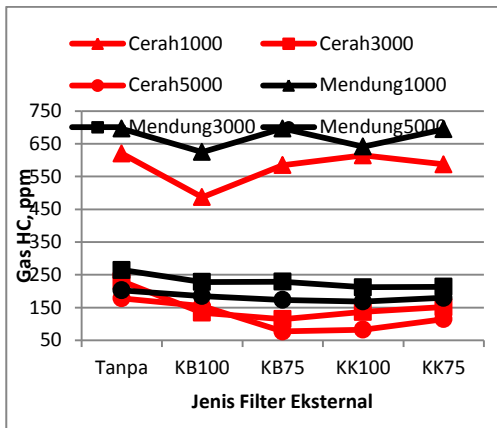
Konsentrasi emisi gas CO pada uji stasioner ini dilakukan pada putaran mesin 1000, 3000, dan 5000 rpm selama 5 menit. Pengujian juga dilakukan baik pada cuaca cerah maupun mendung. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konsentrasi gas CO pada Uji Emisi Gas Buang

Reduksi emisi gas CO tertinggi tetap didominasi pada penggunaan KB75, dan hasil terbaik juga terjadi pada uji kondisi cuaca cerah, yaitu dari 16,35% hingga 61,18%. Sementara itu, pada uji kondisi cuaca mendung reduksi gas CO yang mampu diberikan pada penggunaan KB75 adalah sebesar 13,95% hingga 18,56%, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Berbeda halnya dengan hasil pada uji stasioner, penggunaan KK100 mampu memberikan reduksi emisi lebih tinggi (dari 17,74% hingga 58,33%) dibanding pada penggunaan KB100 (dari 16,0% hingga 38,11%). Hal yang menarik pada uji emisi gas CO ini adalah putaran mesin sangat mempengaruhi reduksi emisi gas CO yang terjadi. Semakin tinggi putaran mesin, mampu memberikan reduksi emisi gas CO lebih tinggi. Sebagai contoh pada uji penggunaan KB75, hasil terbaik terjadi pada operasi putaran mesin 5000 rpm, yaitu mampu mereduksi emisi gas CO sebesar 61,18%, dan sebesar 29,74% pada 3000 rpm, serta sebesar 16,35% pada 1000 rpm.

Konsentrasi emisi gas HC pada uji stasioner ini juga dilakukan pada putaran mesin 1000, 3000, dan 5000 rpm selama 5 menit. Pengujian juga dilakukan baik pada cuaca cerah maupun mendung. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Konsentrasi gas HC pada Uji Emisi Gas Buang

Pada operasi putaran mesin 1000 rpm, reduksi emisi gas HC atau UHC (*unburnt HC*) yang terjadi pada penggunaan semua filter zeolit pelet eksternal adalah di bawah 6%, kecuali pada penggunaan KB100, yaitu sebesar 21,54%. KB100 mendominasi reduksi gas UHC pada operasi putaran rendah (1000 rpm), akan tetapi, pada operasi putaran tinggi (5000 rpm), gas UHC hanya mampu direduksi sebesar 13,08%. Hasil lengkapnya dapat dilihat pada gambar 6. Hasil yang diperoleh pada operasi putaran tinggi ini jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil pada penggunaan KB75 (sebesar 56,82%) dan KK100 (sebesar 53,83%). Secara umum, hasil terbaik tetap didominasi oleh KB75 dan disusul oleh KK100. Dari semua hasil uji, penggunaan KK75 memberikan hasil yang lebih rendah dibanding jenis filter eksternal lainnya.

## SIMPULAN

Pemanfaatan filter zeolit pelet eksternal aktivasi NaOH-fisik secara keseluruhan mampu memberikan penghematan bensin dan mampu mereduksi emisi gas CO dan UHC yang lebih tinggi. Filter zeolit pelet eksternal jenis KB75 mendominasi hasil terbaik, dan disusul KK100. Putaran mesin memainkan peranan yang sangat penting dalam memberikan penghematan bensin dan mereduksi emisi gas CO dan UHC. Demikian pula kondisi cuaca pada saat mesin dioperasikan, dimana pada pengujian cuaca cerah mampu memberikan hasil yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bekkum V.H., et al. Introduction to Zeolite Science and Practice. Netherlands. Elsevier Science Publishers B.V. 1991.
- [2] Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Lampung. Buku Informasi Potensi Pertambangan dan Energi Propinsi Lampung. Bandarlampung. 2007.
- [3] Hendri, J. Gabungan Aktifasi Asam Sulfat dan Pemanasan Zeolit Lampung Terhadap Daya Adsorpsi Ion Amonium. Jurnal Sains dan Teknologi Vol.6 No.1. FMIPA-Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2000.
- [4] Herry W. dan Simparmin br G. Pemanfaatan zeolit alam murni asal Lampung sebagai adsorben udara

pembakaran untuk menghemat konsumsi bahan bakar mobil karburator. Prosiding SNTTM VI, tanggal 20-22 Nopember 2007, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

- [5] Herry W., Simparmin br G., dan Harnowo S. Pengembangan Filter Udara Alternatif Hemat Bahan Bakar Dari Zeolit Asal Lampung Untuk Aplikasi Mesin Skala Besar Dan Industri. Laporan Penelitian Hibah Kebijakan Strategis Tahun Ke-1. 2009
- [6] Herry W., Simparmin br G., dan Harnowo S. Pengembangan Filter Udara Alternatif Hemat Bahan Bakar Dari Zeolit Asal Lampung Untuk Aplikasi Mesin Skala Besar Dan Industri. Laporan Penelitian Hibah Kebijakan Strategis Tahun Ke-2. 2010
- [7] Ribeiro F.R., et al. Zeolites: Science and Technology. Proceedings of the NATO ASI Series. The Netherlands. 1984.