

Pengaruh Variasi Normalitas NaOH pada Aktivasi Basa-Fisik Zeolit Pelet Perekat terhadap Prestasi Sepeda Motor Bensin 4-Langkah

Herry Wardono¹, A. Yudi Eka Risano², Ari Andrew Pane³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

ariepane@gmail.com

Abstract

Natural zeolite is an alternative adsorbent. It needs firstly to be activated before using it as absorbent in order to get zeolite with high adsorption capacity. Previously, the use of pelletized zeolite activated by NaOH-physic and KOH-physic with varied normalities was only performed in a diesel engine to observe the engine performance. In this study there were two kinds of activation, that is chemical activation with NaOH activator variation on the normality of 0.25 N, 0.5 N, 0.75 N, and 1.0 N and physical activation with using a temperature of 220 °C for 2 hours. All are made in the form of adhesive zeolite pellets with a diameter of 10 mm and a thickness of 3 mm. From the test results and analysis showed that the use of chemically activated zeolite can improve the performance of 4-stroke petrol engine when compared without using zeolite. The best performance in this experiment obtained at the normality of 0.75 N. At road test, the pelletized zeolite can reduce the fuel consumption 23, 15 %, and 16,51 % at stationary test, and increase acceleration by 14,77 %.

Keywords: zeolite adsorbent, variation of normality, activator of NaOH

PENDAHULUAN

Menurut lembaga Kajian untuk Reformasi Pertambangan, Energi, dan Lingkungan Hidup (ReforMiner Institute) bahwa cadangan minyak bumi Indonesia akan habis 11 tahun lagi. Menurut data lembaga ini, cadangan minyak per tahun 2011 hanya tersisa sekitar 3,74 miliar barel sementara produksi minyak per tahunnya 358,890 juta barel [1].

Salah satu solusi yang dilakukan untuk menghemat bahan bakar, mengurangi polusi udara dan meningkatkan daya mesin adalah dengan memaksimalkan udara yang akan digunakan untuk proses pembakaran. Komponen utama yang diperlukan dalam proses pembakaran adalah udara, bahan bakar, dan panas awal pembakaran. Kondisi udara pembakaran yang masuk ke ruang bakar sangat berpengaruh dalam menghasilkan prestasi mesin yang tinggi. Udara lingkungan yang dihisap masuk untuk proses pembakaran terdiri atas bermacam-macam gas, seperti nitrogen, oksigen, uap air, karbon monoksida, karbon dioksida, dan gas-gas lain. Sementara gas yang dibutuhkan pada proses pembakaran adalah oksigen untuk membakar bahan bakar yang mengandung molekul karbon dan hidrogen.

Daya serap yang dihasilkan dari zeolit dapat dimanfaatkan untuk menyaring udara yang masuk ke ruang bakar dan diharapkan dapat mengurangi kadar nitrogen serta unsur-unsur lain yang masuk ke dalam ruang bakar sehingga konsentrasi panas yang ada pada ruang bakar dapat lebih maksimum untuk menguraikan oksigen dan bahan bakar. 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. [2].

Menurut Sonic (2011), Pengujian *road test* (berjalan) dan *stasioner* (diam) menggunakan zeolit pelet perekat aktivasi basa-fisik maupun granular aktivasi basa-fisik secara keseluruhan terjadi penghematan konsumsi bahan bakar di setiap variasi massa. Tapi pada penggunaan konsumsi bahan bakar zeolit pelet perekat aktivasi basa-fisik lebih baik dari zeolit granular. Pada pengujian berjalan (*road test*) penghematan bahan bakar terbaik sebesar 32,3% dan untuk keadaan diam (*stasioner*) penurunan pemakaian bahan bakar terbaik sebesar 32,03% pada putaran mesin 3500 rpm dan 18,37% pada putaran mesin 5000 rpm [3].

Pada penelitian Novian (2012), penelitiannya dilakukan dengan memakai aktivator basa yaitu NaOH dan KOH dengan penggunaan normalitas 0,25 N; 0,5 N; 0,75 N dan 1 N dan zeolit yang telah berbentuk tablet yang dibuatnya tidak menggunakan tepung tapioka sebagai perekat. Penurunan konsumsi bahan bakar terbaik untuk variasi normalitas terjadi pada aktivator NaOH pada normalitas 0,75 N sebesar 0,0195 kg/kWh (10,049%) dan daya engkol yang dihasilkan adalah sebesar 0,0326 kW (4,8089%). Pada penelitian ini, pelet zeolit yang dibuat tidak menggunakan tepung tapioka sebagai perekat sehingga proses pemanasan pada oven tidak bisa dilakukan pada suhu yang terlalu tinggi dan terlalu lama karena pelet zeolit yang telah dibentuk seperti tablet akan rapuh dan mudah pecah. Jika ini terjadi maka akan sulit untuk melakukan pengujian, disamping itu proses pembuatan pelet zeolitnya

cukup menyulitkan. Seperti kita ketahui bahwa proses pemanasan dapat menghilangkan kadar air dalam zeolit, menyebabkan proses pemanasan yang lama dan dengan temperatur tinggi membuat zeolit mempunyai daya serap yang lebih tinggi. Sehingga kemampuan zeolit sebagai absorben menjadi kurang efektif ini juga yang menjadi salah satu kelemahan dari penelitian Novian (2012). [4]

Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti mencoba aktivator basa dengan menggunakan zeolit perekat pada sepeda motor, karena belum diuji sebelumnya.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melihat pengaruh variasi normalitas zeolit pelet yang teraktivasi basa-fisik dilihat dari prestasi mesin.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi campuran zeolit, NaOH, air mineral dan tapioka dalam zeolit pelet terhadap prestasi motor bensin pada motor bensin 4-langkah 110cc.

METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Sepeda Motor 4-langkah. Adapun spesifikasi dari mesin uji tersebut adalah sebagai berikut :

Merk dan tipe : Honda Spacy STD
 Tipe mesin : 4 langkah, SOHC
 Sistem pendingin : Pendingin udara
 Jumlah silinder : 1 (satu)
 Diameter silinder : 50,0 mm
 Langkah piston : 55,0 mm
 Kapasitas silinder: 108 cc
 Perbandingan kompresi: 9,2 : 1
 Daya maksimum : 8,54 PS / 8000 rpm
 Torsi maksimum : 0,82 Kgf.m / 6000 rpm
 Gigi transmisi : Otomatis, V-matic
 Aki : 12 V - 3 A.h
 Kapasitas tangki bahan bakar : 5,0 liter
 Tahun Pembuatan: 2012

Alat lain yang digunakan ialah: Stopwatch, Gelas ukur 100 ml, Tachometer, Mixer, Cetakan, Perangkat analog, Tangki bahan bakar buatan 200 ml, Oven, Kompor, Timbangan Digital, dan Kemasan zeolit. Sedangkan bahan yang digunakan untuk penelitian ini ialah : Zeolit alami, Air mineral, Air aquades, Larutan Basa NaOH, dan Tepung Tapioka

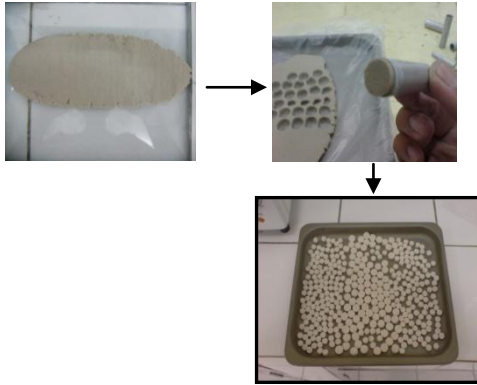
Persiapan Alat Dan Bahan

Berikut ini adalah langkah-langkah pengaktivasian Kimia-Fisik :

1. Mempersiapkan zeolit, larutan NaOH, aquades, timbangan digital, gelas ukur, mixer, kain saringan.
2. Apabila pengaktivasian menggunakan zeolit dengan berat 500 gr maka siapkan larutan NaOH sebanyak 500 ml.
3. Mencampur larutan NaOH, aquades, dan zeolit dengan menghitung terlebih dahulu berat NaOH yang akan digunakan.
4. Setelah mendapatkan berat NaOH yang akan dicampur maka masukkan NaOH tersebut ke dalam gelas ukur yang telah terisi air sebanyak 400 ml, kemudian aduk dan tambahkan air secara perlahan hingga mencapai 500 ml.
5. Campurkan larutan NaOH dengan zeolit yang telah disediakan dan aduk hingga merata dengan mixer selama 2 jam.

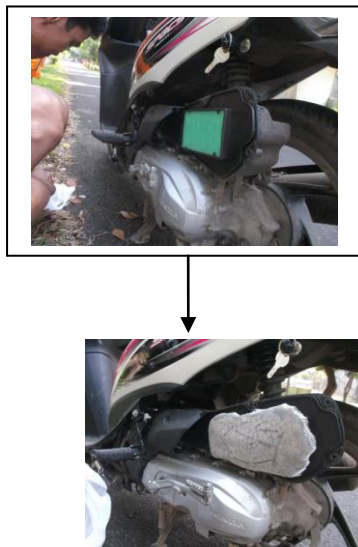
Setelah selesai diaktivasi maka dilakukan pencucian zeolit yang bertujuan untuk menetralkan nilai pH dan menghilangkan kotoran yang menempel dengan menggunakan air mineral. Setelah pH didapatkan, maka zeolit tersebut dikeringkan menggunakan panas matahari selama 3 jam. Zeolit tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 1000C selama 1 jam. Setelah kering maka zeolit ditumbuk menjadi serbuk dan disaring untuk mendapatkan ukuran 100 mesh yang bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan tablet. Serbuk zeolit tersebut kemudian dicampur dengan air mineral dan tepung tapioka dengan perbandingan 74gr zeolit : 20gr aquades : 6gr tapioka dimana air mineral dan tepung tapioka dimasak terlebih dahulu. Setelah tingkat kekenyalan yang diinginkan didapatkan, maka campuran tersebut digiling menggunakan ampia untuk mendapatkan tebal tablet 3mm, kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan dengan ukuran diameter cetakan 10 mm.

Tablet zeolit yang telah selesai dicetak dikeringkan pada temperatur suhu ruangan selama 1 jam. Kemudian diletakkan ke dalam wadah oven secara merata untuk dikeringkan (aktivasi fisik) selama 2 jam dengan temperatur 220⁰C. Zeolit yang telah teraktivasi fisik didinginkan sesaat terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam stoples kedap udara untuk menjaga kontaminasi dengan udara luar. Proses persiapan zeolit dapat dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Proses pembuatan zeolit pelet

Setelah diaktivasi maka selanjutnya zeolit disusun ke dalam *frame* yang sesuai dengan saringan udara pada sepeda motor dan selanjutnya zeolit siap untuk diuji.



Gambar 2. Pemasangan zeolit pada saringan udara

Prosedur Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yaitu pengujian berjalan dan pengujian diam. Adapun prosedur pengujiannya sebagai berikut.

Pengujian Berjalan

Data yang diambil dalam pengujian ini adalah: Pengujian prestasi mesin pada pengujian berjalan ini untuk melihat perbandingan karakteristik kondisi tanpa zeolit dan menggunakan zeolit. Data yang diambil tiap pengujiannya melalui *road test* pada cuaca dan lokasi pengujian yang sama (permukaan kering) dengan beban kendaraan dan cara berkendara yang juga sama. Data-data yang ditampilkan pada pengujian *road test* adalah data konsumsi bahan bakar (mili liter) pada kecepatan rata-rata (60 km/jam) untuk jarak 5 km dengan bukaan gas yang

sama dan data akselerasi dari keadaan diam (detik).

a. Konsumsi bahan bakar pada kecepatan konstan (60 km/jam)

Persiapan yang perlu dilakukan adalah botol berkapasitas 200 ml. Kemudian botol tampung disambungkan dengan rapat bersama selang bensin dan diikat ke sisi samping sepeda motor, setelah itu botol tersebut diisi dengan bensin yang sudah disiapkan. Kemudian dilakukan pengujian dengan kondisi motor tanpa zeolit. Jarak tempuh dapat diukur pada *odometer*, sedangkan waktu tempuh diukur dengan *stopwatch*. Kemudian waktu tempuh pada *stopwatch* dicatat, dimana hal ini dilakukan agar dapat ditentukan kecepatan rata – rata selama perjalanan. Bensin yang tersisa diukur dengan gelas ukur, kemudian jumlah bensin awal dikurangkan dengan jumlah bensin yang tersisa, maka didapatkan jumlah bensin yang terpakai pada kondisi normal. Selanjutnya pengujian dengan kondisi motor dengan saringan udara menggunakan zeolit. Teknis pengambilan data dilakukan dengan cara berkendara yang sama (berjalan secara konstan), kondisi jalan yang sama dan pada kondisi jalan yang kering. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan beban kendaraan yang sama.

b. Akselerasi dari keadaan diam 0–80 km/jam (detik)

Pengujian akselerasi menggunakan kondisi filter tanpa zeolit dan menggunakan zeolit cetak. Setelah semua persiapan dilakukan, mobil yang telah dinyalakan harus dalam keadaan berhenti (0 km/jam). Ketika gas mulai ditekan, *stopwatch* mulai diaktifkan. Setelah sampai pada kecepatan yang diinginkan (80 km/jam), *stopwatch* dinon-aktifkan kemudian dicatat waktu tempuhnya. Untuk mencapai kecepatan yang diinginkan (80 km/jm), pengendara melakukan penarikan gas yang teratur dan sesuai setiap pengujian.

Pengujian Stasioner

Pengujian ini dilakukan untuk melihat konsumsi bahan bakar yang digunakan pada kondisi diam (putaran stasioner) dan membandingkan karakteristik kendaraan bermotor tanpa zeolit, dengan zeolit aktivasi (basa-fisik) dan massa yang telah ditentukan. Persiapan pertama yang dilakukan adalah memanaskan mesin agar kondisi mesin di saat pengujian sudah optimal. Kemudian putar gas secara perlahan untuk menentukan putaran mesin yang dipakai dalam pengujian. Putaran mesin yang dipakai pada pengujian ini yaitu 3000 dan 5000 rpm.

Pengujian dimulai dengan mengisi bahan bakar pada tangki buatan yang mana bahan bakar tersebut

telah diukur terlebih dahulu melalui gelas ukur. Selanjutnya zeolit diletakkan pada saringan udara, setelah itu mesin dihidupkan dengan menghitung waktu pengujian menggunakan *stopwatch* (5 menit). Setelah waktu pengujian selesai, mesin dimatikan serta *stopwatch* dinon-aktifkan. Kemudian bahan bakar yang terisi dalam tangki buatan tersebut sisanya dituangkan kembali ke dalam gelas ukur untuk menghitung jumlah yang terpakai dalam jarak / menit.

Lokasi Pengujian

Pengujian dilakukan di Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarama, Bandar Lampung.

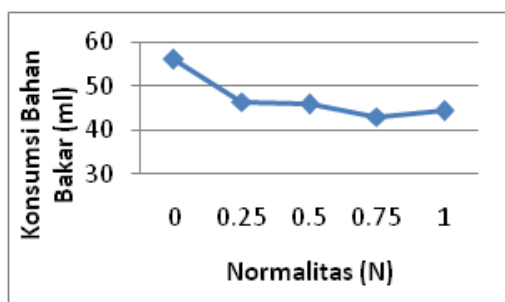
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Berjalan

Pengujian berjalan dibedakan menjadi dua bagian yaitu pengujian konsumsi bahan bakar berjalan dan pengujian akselerasi. Untuk pengujian berjalan ini telah dijelaskan sebelumnya di metodologi penelitian dimana data yang diambil adalah data konsumsi bahan bakar pada jarak tempuh 5 km dengan kecepatan konstan 60 km/jam. Hasil dari pengujian tersebut merupakan bentuk penghematan konsumsi bahan bakar pada jarak 5 km berdasarkan persentasenya (selisih antara tanpa menggunakan zeolit dan dengan menggunakan zeolit).

Pengaruh variasi normalitas NaOH terhadap penghematan konsumsi bahan bakar

Setelah didapatkan ukuran massa yang terbaik, maka pengujian road test selanjutnya menggunakan variasi massa seberat 45 gram dengan aktivator basa NaOH – fisik dengan 4 variasi normalitas, yaitu 0,25N; 0,5N; 0,75N; dan 1N pada setiap aktivator. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh nilai konsentrasi NaOH terhadap konsumsi pemakaian bahan bakar

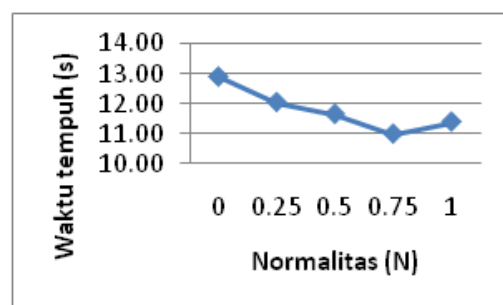
Pada gambar 3, tampak bahwa variasi normalitas aktivator Natrium Hidroksida yang digunakan mempengaruhi konsumsi bahan bakar.

Pada normalitas 0,75 N pada zeolit pelet teraktivasi basa-fisik dengan menggunakan aktivator NaOH penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 43,16667 ml atau terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 23,15 % dari keadaan normal tanpa zeolit (56,16667 ml). Pada aktivator NaOH dengan normalitas 0,5 N terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 18,40 % dari keadaan normal tanpa zeolit (56,16667 ml). Dan pada normalitas 1N pada aktivator NaOH terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 20,77% (44,5 ml) terhadap kondisi normal tanpa zeolit (56,16667 ml). Pada grafik dapat dilihat bahwa penghematan konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada normalitas 0,25 N. dimana dapat dilihat bahwa penurunan konsumsi sebesar 46,5 ml dari keadaan normal tanpa zeolit (56,16667 ml), atau penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 17,21 %.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diketahui bahwa dari 4 variasi normalitas zeolit yang diuji ternyata normalitas 0,75N memberikan penghematan konsumsi bahan bakar yang terbesar. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan nilai konsentrasi pada aktivasi basa dapat meningkatkan daya adsorpsi zeolit pelet. Akan tetapi peningkatan nilai konsentrasi yang diberikan pada aktivasi basa tersebut mempunyai batas optimal. Penurunan konsumsi bahan bakar terjadi akibat dari proses pembakaran yang kaya oksigen hasil dari selektifitas permukaan pori zeolit, sehingga reaksi eksotermis pada ruang bakar semakin meningkat.

Pengaruh Varisai Normalitas NaOH Terhadap Pengujian Akselerasi

Pada pengujian akselerasi ini, lokasi pengujian dilakukan di tempat yang sama dan kondisi jalan kering, juga dengan cara pengambilan data yang sama, yaitu pedal gas langsung dibuka penuh pada saat pengujian. Data akselerasi ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Persentase kenaikan waktu tempuh.

Dari gambar 4 yang ditampilkan dapat dilihat bahwa, penggunaan zeolit pelet perekat teraktivasi basa – fisik NaOH pada saringan udara dapat meningkatkan performa mesin. Keseluruhan percobaan ini dibandingkan dengan kondisi tanpa

zeolit.

Meningkatnya kemampuan akselerasi sepeda motor dapat dilihat dari waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan maka semakin tinggi prestasi mesin sepeda motor.

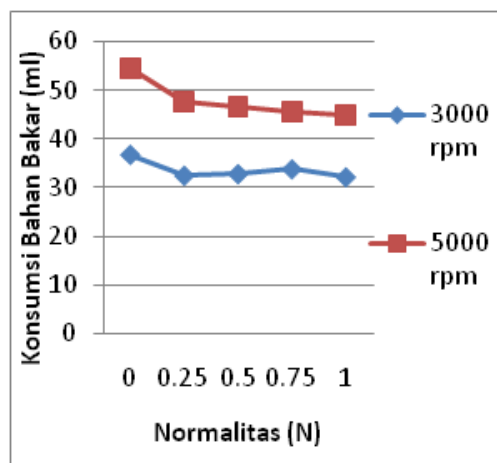
Peningkatan prestasi mesin yang terbaik terjadi pada zeolit normalitas 0,75 N terjadi penurunan waktu yang digunakan sebesar 14,77 % (10,98 detik) dari keadaan normal tanpa zeolit.

Sedangkan untuk penurunan waktu terendah terjadi untuk zeolit pelet perekat teraktivasi basa-fisik NaOH pada variasi normalitas 0,25N. Penurunan waktu terendah untuk zeolit pelet perekat aktivasi basa-fisik NaOH 0,25N sebesar 6,60 % (12,04 detik), dibandingkan kondisi normal tanpa zeolit.

Penurunan waktu tempuh ini dikarenakan bahwa penggunaan nilai konsentrasi normalitas 0,75N pada aktivasi basa dapat meningkatkan daya adsorpsi zeolit pellet yang menyebabkan nitrogen dan uap air yang mengganggu proses pembakaran pada ruang bakar terserap oleh zeolit.

Pengujian Stationer

Pengujian stasioner merupakan pengujian diam dimana motor dalam keadaan tanpa berjalan dengan kondisi mesin dihidupkan. Keadaan yang penting untuk pembakaran yang efisien adalah gerakan yang cukup antara bahan bakar dan udara, artinya distribusi bahan bakar dan bercampurnya dengan udara harus bergantung pada gerakan udara yang disebut pusaran. Semakin tinggi konsentrasi oksigen dalam udara pembakaran, semakin tinggi mutu proses pembakaran yang terjadi, karena panas awal yang tersedia akan banyak diserap oleh bahan bakar dan oksigen. Pengujian ini mengambil dua variasi putaran mesin yaitu 3000 rpm dengan waktu 5 menit, dan 5000 rpm dengan waktu 5 menit. Variasi normalitas zeolit perekat yang digunakan yang digunakan 0,25N; 0,5N; 0,75N; dan 1N dengan massa zeolit sebesar 45 gram. Hasil pengujian kondisi stasioner pada putaran mesin 3000 dan 5000 rpm disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.



Gambar 5. Penurunan konsumsi bahan bakar pada pengujian diam.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa penurunan konsumsi bahan bakar terbesar pada putaran mesin 3000 rpm terjadi pada penggunaan zeolit teraktivasi dengan konsentrasi 1 N sebesar 32,16667 ml (12,67 %) bila dibandingkan dengan kondisi tanpa zeolit (36,83333 ml). Sedangkan pada variasi normalitas 0,25N dan 0,5N secara berturut-turut terjadi penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 11,76 % (32,5 ml) pada normalitas 0,25N dan 10,86 % (32,83333 ml) terhadap kondisi pengujian tanpa penggunaan zeolit. Pada putaran 5000 rpm penurunan konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan variasi normalitas. Penurunan konsumsi bahan bakar yang terjadi secara berturut-turut dari 0,25N sebesar 12,54 % (47,66667 ml), 0,5N sebesar 14,37 % (46,66667 ml), 0,75N sebesar 16,51 % (45,5 ml); dan 1N sebesar 17,74 % (44,83333 ml) bila dibandingkan dengan kondisi pengujian tanpa menggunakan zeolit (54,5 ml).

Bila dibandingkan antara pengujian stasioner dengan pengujian road test (Gambar 3), terlihat bahwa persentase penghematan konsumsi bahan bakar pada pengujian road test jauh lebih besar dari pada pengujian stasioner. Besarnya perbedaan persentase ini mengindikasikan bahwa pengujian zeolit dalam kondisi berjalan mampu memperkaya kandungan oksigen dan menyerap kandungan nitrogen serta uap air lebih baik dari pada kondisi pengujian stasioner. Hal ini dipastikan bahwa laju aliran udara yang mengalir pada kondisi berjalan (road test) jauh lebih besar dari pada laju aliran udara dalam keadaan diam (stasioner). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan larutan basa mampu membersihkan pori zeolit sehingga mampu meningkatkan kemampuan menyerap kandungan nitrogen dan uap air dari udara pembakaran. Selanjutnya memperkaya kandungan oksigen yang menyebabkan panas di ruang bakar meningkat sehingga dapat memperbaiki pembakaran dan

akibatnya dapat menurunkan konsumsi bahan bakar.

Bila dibandingkan antara grafik hasil pengujian berjalan, pengujian road test, dan pengujian stationer maka terlihat bahwa untuk zeolit perekat teraktivasi basa-fisik NaOH dengan variasi normalitas 0,75N sangat terlihat bahwa cukup maksimal untuk penghematan konsumsi bahan bakar terbesar pada masing-masing jenis pengujian tersebut. Kemudian untuk akselerasi 0-80 km/jam didapat pula hasil yang sama untuk peningkatan terbesarnya untuk normalitas 0,75N untuk zeolit pelet perekat teraktivasi basa-fisik NaOH. Hal ini dikarenakan untuk normalitas 0,75N menunjukkan bahwa penggunaan nilai konsentrasi pada aktivasi basa dapat meningkatkan daya adsorpsi zeolit pelet.

– Universitas Lampung. Bandar Lampung.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Pemakaian zeolit yang diaktivasi menggunakan larutan kimia NaOH yang kemudian dipanaskan dengan temperatur tinggi terbukti mampu menurunkan konsumsi pemakaian bahan bakar cukup signifikan baik itu pada pengujian road test (berjalan) dan stasioner (diam).
2. Normalitas terbaik pada penelitian ini didapat pada aktivator NaOH dengan ukuran normalitas 0,75 N sebesar 23,15 %, disusul normalitas 1 N sebesar 20,77 %, 0,5 N sebesar 18,40 % dan penurunan konsumsi bahan bakar terendah terdapat pada normalitas 0,25 N sebesar 17,21 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Notonegoro, Komaidi . 2013. *Cadangan Minyak Mentah Hanya Cukup Untuk 23 Tahun Mendatang*. 29 Mei 2013.<http://www.solopos.com> diakses pada tanggal 30 Juni 2013.
- [2] Wardono, H. 2004. *Modul Pembelajaran Motor Bakar 4-Langkah*. Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [3] Niwatama, Sonic. 2011. Skripsi Sarjana: *Aplikasi Zeolit Perekat Yang Diaktivasi Basa-Fisik Untuk Mengamati Prestasi Mesin Sepeda Motor 4-Langkah dan Emisi gas Buangnya*. Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [4] Korin, Novian. 2012. Skripsi Sarjana: *Pengaruh Normalitas NaOH Dan KOH Pada Aktivasi Basa-Fisik Zeolit Pelet Tekan Terhadap Prestasi Motor Diesel 4-Langkah*. Jurusan Teknik mesin Basa-Fisik Zeolit Pelet Tekan Terhadap Prestasi Motor Diesel 4-Langkah. Jurusan Teknik mesin