

# Penggunaan Bentonit Yang Diaktivasi Secara Fisik Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin 4-Langkah Tecumseh TD110

Herry Wardono<sup>1,3</sup>, Simparmin Br Ginting<sup>2</sup>, dan Wahyu Rahmatulloh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Email: [herryw22@gmail.com](mailto:herryw22@gmail.com)<sup>1,3</sup>; [simparmin.ginting@eng.unila.ac.id](mailto:simparmin.ginting@eng.unila.ac.id)<sup>2</sup>, [wrahmatulloh@gmail.com](mailto:wrahmatulloh@gmail.com)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

*Bentonit merupakan mineral yang mudah diperoleh di Provinsi Lampung, mampu menyerap partikel-partikel nitrogen, uap air, dan dapat digunakan sebagai penyaring udara kendaraan bermotor untuk memperkaya kandungan oksigen pada udara pembakaran, sehingga meningkatkan kualitas pembakaran. Penyaring udara bentonit diletakkan pada saluran masuk udara pembakaran. Bentonit yang digunakan dibuat dengan komposisi 60, 70 dan 80%, dan diaktivasi secara fisik dengan pemanasan menggunakan oven selama 1 jam dengan variasi temperatur 150, 175 dan 200 °C. Pengujian dilakukan menggunakan mesin bensin 4-langkah Tecumseh TD110 pada variasi putaran mesin 1500, 2500, dan 3500 rpm, variasi massa bentonit 25, 50 dan 100 gram. Penggunaan bentonit terbukti mampu menaikkan daya engkol dan menurunkan konsumsi bahan bakar. Daya engkol tertinggi diperoleh sebesar 16,53%, terjadi pada 2500 rpm menggunakan bentonit komposisi 80%, 150 °C, dan 100 gram. Sedangkan, penurunan tertinggi konsumsi bahan bakar yaitu sebesar 27,49% terjadi pada 3500 rpm menggunakan komposisi 60%, 200 °C, dan 25 gram.*

**Kata kunci:** adsorben bentonit, bentonit, perlakuan udara pembakaran, prestasi mesin bensin

## 1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi dan eksistensi manusia merupakan proses yang terus berlangsung. Manusia pada akhirnya sangat bergantung pada sektor transportasi karena kemajuan teknologi yang tidak diragukan lagi membutuhkan kemajuan di bidang ini. Emisi polusi udara dari kendaraan bermotor dalam skala besar dapat berkontribusi terhadap pemanasan global dan menyebabkan berbagai penyakit pada manusia (Diaz dkk, 2010). Berbagai upaya dapat dilakukan untuk menanggulangi menipisnya cadangan minyak dan bertambahnya emisi gas buang yang mengotori atmosfer, seperti menyempurnakan sistem pengapian pada mesin berbahan bakar bensin, menambahkan zat aditif bahan bakar pada komposisi tertentu, menyempurnakan sistem gas buang, serta melakukan pengolahan terhadap udara yang masuk ke ruang bakar.

Tiga komponen utama yang menyusun udara pembakaran dari udara atmosfer: nitrogen, uap air, dan oksigen. Pada kendaraan bermotor, uap air dan nitrogen tidak diperlukan untuk pembakaran. Udara pembakaran yang masuk ke ruang pembakaran akan memiliki gas oksigen lebih banyak, atau udara kaya oksigen, jika kedua gas ini dapat diturunkan. Karena oksigen dan bahan bakar akan mendapatkan porsi panas di akhir langkah kompresi dalam jumlah yang lebih besar, maka pembakaran dapat ditingkatkan bila menggunakan udara kaya oksigen. Performa kendaraan meningkat sebagai hasilnya. Dengan menarik gas nitrogen dan uap air dari udara atmosfer, berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan kualitas udara yang kaya oksigen. Adsorpsi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan daya tarik gas nitrogen dan uap air. Pada kenyataannya, berbagai macam material, seperti arang biomassa, bentonit, zeolit alam, dan zeolit Lynde tipe-A, dapat menyerap gas nitrogen dan/atau uap air.

Kemampuan zeolit untuk menyerap uap air dan nitrogen cukup tinggi. Interaksi antara kation dalam kemasannya zeolit dan molekul kuadropol, seperti nitrogen, adalah yang memberikan zeolit kemampuan untuk menyerap nitrogen (Ribeiro dkk, 1984 dan Hamed, 2015). Telah dibuktikan bahwa zeolit ayakan molekuler tipe-A dapat menarik air untuk memisahkan campuran etanol-air dan menghasilkan etanol yang lebih murni (Diaz dkk, 2010). Kapasitas dehidrasi Zeolit Lynde tipe-A yang sangat baik memungkinkannya digunakan untuk mengekstrak bioetanol dengan kemurnian tinggi dari kombinasi etanol-air (Ginting dkk, 2019). Arang yang terbuat dari biomassa dihasilkan dari tempurung kelapa. Arang tempurung kelapa mempunyai permukaan yang lebar dan berongga dengan struktur yang berlapis-lapis. Hal ini menyebabkan arang tempurung kelapa mampu mengadsorpsi gas atau zat lain dalam larutan dan udara (Basuki dkk, 2008). Pori-pori arang tempurung kelapa mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi dan tidak teratur, berkisar antara 10-10000 Å, sehingga dapat menarik dan mengadsorpsi partikel yang sangat halus, berukuran molekuler (Basuki dkk, 2008). Karena arang bersifat higroskopis, memiliki afinitas yang besar terhadap air, dan dapat menyerap uap air dalam jumlah yang sangat besar, maka mengakibatkan arang mengandung air (Suherman dkk, 2009). Mineral alami yang memiliki kemampuan menyerap nitrogen adalah bentonit. Hal ini karena partikel koloid bentonit memiliki kapasitas ion permukaan yang tinggi dan berukuran sangat kecil (Naswir dkk., 2019). Bentonit juga digunakan untuk menyerap molekul nitrogen dalam bahan bakar, menghasilkan kapasitas penyerapan sebesar 38,7 mg/g (Mambrini dkk, 2013). Selain itu, bentonit memiliki kemampuan untuk menyerap air. Bentonit dapat menyerap air hingga delapan sampai lima belas kali massa keringnya. Bentonit dapat membengkak hingga tiga puluh kali massa keringnya saat lembap (Liu dkk, 2017). Pada sistem pendingin adsorpsi, bentonit juga digunakan sebagai adsorben untuk menyerap air (Askalany dkk, 2017).

Karena bentonit adalah mineral alami yang berpotensi menyerap gas nitrogen dan uap air, ia berfungsi baik sebagai peningkat kualitas dalam pembakaran. Dengan meningkatkan kualitas pembakaran, penurunan pemakaian bahan bakar dapat ditingkatkan dan bahkan emisi gas buang kendaraan dapat dikurangi. Ini dapat membantu mengatasi kekurangan bahan bakar dan meningkatnya polusi lingkungan. Bentonit dan zeolit memiliki bentuk senyawa yang sebanding dan memiliki fitur yang serupa, sehingga dapat menyerap uap air dan nitrogen. Bentonit yang ditemukan di alam ada dua jenis, yaitu bentonit kalsium dan bentonit natrium. Jawa, Sumatera, Kalimantan Tengah, dan Sulawesi merupakan pulau-pulau yang memiliki potensi endapan sebanyak 380 juta ton. Provinsi Lampung memiliki banyak tempat yang berpotensi untuk penambangan bentonit, diantaranya adalah Desa Lugusari di Kabupaten Pringsewu yang memiliki endapan sebanyak 6,2 juta m<sup>3</sup>, Desa Lohjinawi yang memiliki endapan sebanyak 8,25 juta m<sup>3</sup>, dan Kabupaten Way Kanan yang memiliki sumber daya ini sebanyak 60 juta m<sup>3</sup> (Wardono, 2011). Filter bentonit dapat mengurangi konsumsi bahan bakar mesin diesel 4-langkah sebesar 8,1331% jika menggunakan bentonit 70% dan 9,4275% jika menggunakan bentonit 80% (Wardono, 2011).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan berbagai macam mineral alam Indonesia yang melimpah dalam berbagai aplikasi, serta meningkatkan nilai ekonomisnya. Dengan meningkatnya nilai ekonomis bentonit, tentu dapat meningkatkan pendapatan daerah. Selain itu, keberhasilan adsorben bentonit ini dalam meningkatkan kualitas proses pembakaran merupakan salah satu upaya untuk mengatasi kelangkaan ketersediaan bahan bakar, sekaligus menciptakan lingkungan yang rendah polusi.

## 2. Metode

Bentonit dan air mineral adalah bahan yang digunakan dalam percobaan ini. Bentonit ini dibentuk menjadi pelet dengan diameter 10 mm dan tebal 3 mm. Ada beberapa peralatan yang harus dipersiapkan untuk membuat filter bentonit ini, yaitu cetakan pelet, oven listrik, timbangan digital, ayakan 100 mesh, *mixer*, kawat strimin, gelas ukur, mortar, dan *ampia*. Sedangkan untuk pengujian yaitu mesin bensin 4-langkah TD110, *stopwatch*, dan *tachometer*.

### 2.1 Pembuatan dan Pengemasan Pelet Dari Bentonit

Pertama-tama, bentonit ditumbuk menjadi tepung. Bubuk bentonit yang sudah halus kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Setelah itu, bentonit halus yang berukuran 100 mesh ini sebelum dipakai diletakkan dalam wadah tertutup. Pasta pellet dibuat dengan 3 variasi, yaitu 60%, 70%, dan 80%. Pasta pellet 60% merupakan campuran dari 60% bentonit dan 40% air secara massa, misalnya 60 gram bentonit dan 40 gram air. Pasta dibuat dengan *mixer*, untuk memastikan campuran benar-benar merata dan berubah menjadi pasta. Selanjutnya, pasta dimasukkan ke dalam *ampia* agar rata dan memiliki tebal 3 milimeter. Pasta yang rata ini, kemudian dibentuk menjadi pelet berdiameter 10 milimeter. Setelah itu, pelet yang sudah jadi dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan selama satu jam pada temperatur 150, 175, dan 200 °C. Tahap berikutnya membuat kemasan *pellet* bentonit menggunakan kawat strimin disesuaikan dengan variasi massa yang dipilih yaitu 25, 50, dan 100 gram (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Kemasan Filter Bentonit: 100, 50, dan 25 gram

Kemasan filter bentonit yang diuji ditempatkan ke dalam *casing* filter udara mesin bensin TD110, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kemasan Filter Bentonit Yang Terpasang Di Casing Mesin Bensin TD110

## 2.2 Prosedur Pengujian

Hal pertama yang dilakukan setelah torsi meter terkalibrasi dengan baik, maka mesin bensin 4-langkah dioperasikan sekitar 15 menit untuk pemanasan mesin bensin 4-langkah ini hingga kondisinya stabil. Pada saluran masuk udara dipasang filter udara bentonit 60% dengan massa 25 gram seperti pada gambar 2. Setelah mesin stabil, putaran mesin diatur pada 1500 rpm, kemudian pengambilan data tanpa menggunakan filter bentonit, lalu diulang sebanyak tiga kali. Semua data dicatat. Selanjutnya pengambilan data menggunakan filter bentonit teraktivasi fisik 150, 175, 200 °C, dan pengujian diulang sebanyak tiga kali. Setelah itu, putaran mesin diatur pada 2500 rpm, dan dilaksanakan pengujian sebagaimana halnya pada pengujian 1500 rpm. Semua data dicatat. Pengujian dilanjutkan pada 3500 rpm. Semua data dicatat. Setelah itu, pengujian dilanjutkan menggunakan massa 50 gram dan 100 gram. Semua data dicatat.

Setelah pengujian menggunakan filter bentonit 60% selesai, pengujian dilanjutkan menggunakan filter bentonit 70%. Semua data dicatat. Pengujian diulang sebanyak 3 kali. Terakhir, pengujian menggunakan filter bentonit 80% dilakukan dalam kondisi yang sama seperti pengujian menggunakan bentonit 60%. Semua data dicatat. Pengujian diulang sebanyak 3 kali. Semua data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memperoleh data nilai daya engkol (bP) dan data konsumsi bahan bakar spesifik engkol (bsfc). Nilai bP dan bsfc yang diperoleh ditampilkan ke dalam Tabel, kemudian dibandingkan antara yang menggunakan filter bentonit dan tanpa bentonit untuk mendapatkan selisih persentase, yaitu persentase kenaikan daya engkol dan penurunan bsfc.

## 3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian dilakukan pada 3 variasi komposisi yaitu 60, 70, dan 80%. Pengujian diawali dengan menggunakan komposisi bentonit 60%. Pada semua komposisi bentonit dilakukan beberapa variasi parameter pengujian yaitu variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500 rpm, variasi massa bentonit 25, 50, 100 gram, serta variasi temperatur aktivasi 150, 175, 200 °C. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali. Dari setiap pengambilan data diperoleh nilai daya engkol dan konsumsi bahan bakar spesifik engkol. Hasil yang diperoleh seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 6.

Daya engkol yang diperoleh pada uji komposisi bentonit 60% ditabulasikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai bP Pada Komposisi Bentonit 60%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,885	1,714	2,214
25 (150 °C)	0,919	1,778	2,316
25 (175 °C)	0,935	1,803	2,386
25 (200 °C)	0,943	1,839	2,455
Tanpa Bentonit	0,885	1,714	2,253
50 (150 °C)	0,948	1,790	2,359
50 (175 °C)	0,937	1,845	2,414
50 (200 °C)	0,954	1,867	2,411
Tanpa Bentonit	0,884	1,712	2,258
100 (150 °C)	0,953	1,810	2,423
100 (175 °C)	0,942	1,844	2,445
100 (200 °C)	0,949	1,918	2,449

Semua pengujian yang menggunakan komposisi bentonit 60% mampu meningkatkan daya engkol mesin bensin 4- langkah Tecumseh TD110 dengan peningkatan sebesar 3,81-12,05% (lihat Tabel 1). Semakin banyak jumlah bentonit yang digunakan maka dapat meningkatkan daya engkol yang dihasilkan, kecuali pada operasi putaran tinggi (3500 rpm), penggunaan bentonit sebanyak 25 gram mampu meningkatkan daya engkol lebih tinggi dari 50 gram, namun penggunaan bentonit sebanyak 100 gram sedikit lebih baik dari 25 gram. Sementara itu, bentonit yang diaktivasi pada temperatur lebih tinggi mampu menghasilkan bertambahnya daya engkol. Daya engkol meningkat tertinggi diperoleh pada pemasangan bentonit 100 gram, temperatur aktivasi 200 °C, 2500 rpm yaitu sebesar 12,05% (0,2063 kW) dan diikuti penggunaan bentonit 25 gram, temperatur aktivasi 200 °C, 3500 rpm sebesar 10,86% (0,2405 kW).

Konsumsi bahan bakar spesifik engkol yang didapat ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai bsfc Pada Komposisi Bentonit 60%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,359	0,366	0,401
25 (150 °C)	0,299	0,315	0,327
25 (175 °C)	0,315	0,288	0,303
25 (200 °C)	0,263	0,293	0,291
Tanpa Bentonit	0,316	0,376	0,391
50 (150 °C)	0,269	0,318	0,316
50 (175 °C)	0,270	0,292	0,303
50 (200 °C)	0,268	0,292	0,293
Tanpa Bentonit	0,280	0,376	0,347
100 (150 °C)	0,264	0,295	0,283
100 (175 °C)	0,268	0,300	0,279
100 (200 °C)	0,276	0,291	0,275

Kisaran penurunan bsfc pada operasi putaran tinggi adalah 18,44-27,49%. Penurunan bsfc tertinggi terjadi pada penggunaan bentonit 25 gram, temperatur aktivasi 200 °C, pada putaran mesin 3500 rpm yaitu sebesar 27,49%, disusul penggunaan bentonit 50 gram, temperatur aktivasi 200 °C yaitu sebesar 25,08%. Hal yang sama juga terjadi pada operasi putaran rendah, bentonit dengan massa 25 gram dan temperatur aktivasi 200 °C mendominasi hasil terbaik yaitu sebesar 26,86%, disusul dengan bentonit 50 gram, temperatur aktivasi 200 °C memperoleh 15,30%. Namun pada operasi putaran sedang, penurunan bsfc tertinggi terjadi pada penggunaan bentonit 100 gram temperatur 200 °C dan bentonit 50 gram temperatur 200 °C, yaitu masing-masing sebesar 22,65% dan 22,32%. Dari keterangan di atas bisa disimpulkan bahwa kemampuan bentonit 60% menghemat konsumsi bahan bakar maksimal sebesar 27,49%.

Daya engkol yang dihasilkan dengan penggunaan bentonit 70% ditampilkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa peningkatan daya engkol pada operasi putaran tinggi umumnya mampu menghasilkan yang lebih baik bila dibandingkan pada operasi putaran sedang dan rendah. Operasi mesin pada penggunaan massa bentonit 100 gram, secara umum juga memberikan peningkatan daya engkol yang lebih tinggi. Hasil terbaik diperoleh sebesar 9,83% yang terjadi pada penggunaan 50 gram bentonit, 175 °C. Hasil terbaik kedua terjadi pada penggunaan 100 gram bentonit, 175 °C yaitu sebesar 9,20%. Pada operasi putaran mesin rendah, peningkatan daya engkol juga terjadi cukup baik yaitu mampu meningkat sebesar 7,80%. Pada Tabel 3 juga terlihat bahwa penggunaan bentonit teraktivasi fisik pada temperatur 200 °C untuk semua variasi massa

memberikan peningkatan daya engkol paling kecil. Sedangkan bentonit teraktivasi fisik pada temperatur 175 °C mampu memberikan hasil terbaik yaitu mampu meningkatkan daya engkol paling tinggi.

**Tabel 3.** Nilai bP Pada Komposisi Bentonit 70%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,904	1,765	2,285
25 (150 °C)	0,974	1,867	2,410
25 (175 °C)	0,968	1,831	2,452
25 (200 °C)	0,933	1,804	2,407
Tanpa Bentonit	0,922	1,817	2,256
50 (150 °C)	0,954	1,900	2,453
50 (175 °C)	0,941	1,841	2,477
50 (200 °C)	0,940	1,812	2,441
Tanpa Bentonit	0,902	1,689	2,256
100 (150 °C)	0,971	1,841	2,414
100 (175 °C)	0,942	1,844	2,444
100 (200 °C)	0,941	1,815	2,451

Nilai bsfc yang terjadi untuk penggunaan bentonit 70% ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai bsfc Pada Komposisi Bentonit 70%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,357	0,376	0,38
25 (150 °C)	0,269	0,294	0,27
25 (175 °C)	0,282	0,313	0,20
25 (200 °C)	0,284	0,298	0,20
Tanpa Bentonit	0,296	0,368	0,38
50 (150 °C)	0,273	0,317	0,28
50 (175 °C)	0,279	0,299	0,29
50 (200 °C)	0,278	0,293	0,29
Tanpa Bentonit	0,319	0,392	0,32
100 (150 °C)	0,273	0,294	0,22
100 (175 °C)	0,284	0,306	0,21
100 (200 °C)	0,283	0,301	0,27

Penurunan bsfc pada penggunaan bentonit 70% terjadi cukup signifikan pada penggunaan semua jenis bentonit, pada semua variasi putaran mesin (lihat Tabel 4). Pada operasi putaran rendah, pemanfaatan bentonit 70% mampu menurunkan bsfc sebesar 5,86-24,60%, dan sebesar 13,95-24,91% pada operasi putaran sedang. Sementara itu, pada operasi putaran tinggi mampu menurunkan bsfc sebesar 19,31-24,12%. Penurunan bsfc tertinggi terjadi pada pemanfaatan bentonit 100 gram, temperatur 150 °C, yaitu sebesar 24,91%. Terbaik kedua terjadi pada penggunaan bentonit 25 gram, temperatur 150 °C, yang mampu menurunkan bsfc sebesar 24,60%. Penggunaan bentonit 70% dengan massa 25 gram secara umum mampu mereduksi bsfc sedikit

lebih tinggi dibandingkan dengan bentonit massa 100 gram. Jika dibandingkan dengan bentonit 50 gram, bentonit 25 gram mampu mereduksi bsfc lebih tinggi, artinya bentonit 25 gram mampu menghemat konsumsi bahan bakar paling tinggi dibandingkan dengan 2 variasi massa lainnya. Jadi, bentonit 70% dapat menurunkan konsumsi bahan bakar paling tinggi, yaitu 24,91%.

Dari Tabel 5 diketahui bahwa penggunaan semua jenis bentonit dapat meningkatkan daya engkol pada motor bensin 4-langkah TD110. Daya engkol memperoleh peningkatan tertinggi pada operasi putaran sedang (2500 rpm), pada penggunaan 100 gram bentonit, temperatur aktivasi 150 °C dan 200 °C, yaitu masing-masing sebesar 16,53% dan 16,07%. Sementara itu, pada operasi putaran tinggi (3500 rpm), peningkatan terbaik terjadi pada penggunaan 25 gram bentonit yang diaktivasi pada temperatur 150 °C, dan 175 °C, yaitu meningkat masing-masing sebesar 9,62% dan 8,38%, diikuti dengan penggunaan 50 gram bentonit. Penggunaan bentonit 50 gram dapat meningkatkan daya engkol sebesar 7,49-8,10%. Peningkatan daya engkol pada operasi putaran rendah hanya mampu meningkatkan daya mesin tertinggi sebesar 5,15%, sedangkan pada operasi putaran tinggi mampu meningkatkan daya engkol tertinggi sebesar 9,62%.

**Tabel 5.** Nilai bP Pada Komposisi Bentonit 80%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,902	1,742	2,258
25 (150 °C)	0,944	1,872	2,476
25 (175 °C)	0,935	1,853	2,448
25 (200 °C)	0,926	1,808	2,408
Tanpa Bentonit	0,888	1,770	2,276
50 (150 °C)	0,933	1,844	2,447
50 (175 °C)	0,931	1,859	2,451
50 (200 °C)	0,924	1,856	2,461
Tanpa Bentonit	0,892	1,587	2,284
100 (150 °C)	0,938	1,850	2,419
100 (175 °C)	0,938	1,831	2,446
100 (200 °C)	0,926	1,842	2,417

Kemampuan bentonit 80% dalam menurunkan bsfc mesin ditampilkan pada Tabel 6. Sama halnya dengan hasil yang diperoleh pada pengujian daya engkol dengan menggunakan 80% bentonit, penurunan bsfc tertinggi juga terjadi pada penggunaan 100 gram bentonit, 200 °C, operasi putaran 2500 rpm yaitu sebesar 17,44%. Hasil terbaik lainnya diperoleh sebesar 16,67% dan 16,23% yang terjadi pada penggunaan 25 gram bentonit, operasi putaran tinggi, temperatur aktivasi masing-masing 150 °C dan 175 °C. Sedangkan pada operasi putaran rendah, penurunan bsfc yang diperoleh hampir sama (sekitar 6%), perbedaannya tidak terlalu signifikan. Berdasarkan nilai di atas dapat dinyatakan bahwa penggunaan 80% bentonit dapat mengurangi konsumsi bahan bakar tertinggi sebanyak 17,44%. Semakin banyak jumlah bentonit yang digunakan, maka semakin mendominasi hasil terbaik, namun pada operasi putaran tinggi, penggunaan 25 gram bentonit lebih mendominasi dibandingkan dengan variasi massa bentonit yang lain.

**Tabel 6.** Nilai bsfc Pada Komposisi Bentonit 80%

Jenis Filter	Putaran Mesin (rpm)		
	1500	2500	3500
Tanpa Bentonit	0,298	0,335	0,328

25 (150 °C)	0,282	0,299	0,273
25 (175 °C)	0,281	0,302	0,275
25 (200 °C)	0,283	0,296	0,286
Tanpa Bentonit	0,301	0,326	0,325
50 (150 °C)	0,284	0,306	0,278
50 (175 °C)	0,286	0,309	0,279
50 (200 °C)	0,288	0,300	0,279
Tanpa Bentonit	0,303	0,367	0,317
100 (150 °C)	0,283	0,313	0,285
100 (175 °C)	0,278	0,307	0,284
100 (200 °C)	0,289	0,303	0,283

#### 4. Simpulan

Kemasan filter udara berbahan bentonit yang dipasang pada *casing* mesin bensin 4-langkah TD110 mampu meningkatkan daya engkol dan mengurangi konsumsi bahan bakar spesifik engkol (menghemat bahan bakar). Secara umum, bentonit 60% mendominasi dalam meningkatkan daya engkol, sedangkan penghematan konsumsi bahan bakar didominasi oleh bentonit 80%. Temperatur aktivasi 200 °C memberikan hasil terbaik dibanding temperatur aktivasi lainnya, demikian pula pada penggunaan massa 200 gram, namun terbaik kedua diperoleh pada pemakaian 25 gram bentonit. Kenaikan daya engkol dan penurunan konsumsi bahan bakar paling tinggi terlihat signifikan pada pengujian putaran mesin 3500 rpm.

#### Daftar Pustaka

- Askalany, A.A., Ernst, S.J., Hügenell, P.P.C., JörgBart, H., Henninger, S.K., dan Alsaman, A.S. (2017). High potential of employing bentonite in adsorption cooling systems driven by low grade heat source temperatures. *Journal of Energy*, Volume 141, Pages 782-791.
- Basuki, K.T., Setiawan, B., dan Nurimaniwathy. (2008). Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa Yang Disisipi TiO<sub>2</sub>. *Prosiding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta.
- Diaz, J.C., Gil-Chavez, I.D., Giraldo, L., dan Moreno-Pirajan, J.C. 2010. Separation of Ethanol-Water Mixture Using Type-A Zeolite Molecular Sieve. *Journal of Chemistry* vol. 7 no. 2. <https://doi.org/10.1155/2010/597346>
- Ginting, S.B., Yulia, Y., Wardono, H., Hanif, M., dan Iryani, D.A. (2019). Synthesis and Characterization of Zeolite Lynde Type A (LTA): Effect of Aging Time. *Journal of Physics: Conference Series* vol. 1376 no. 1, 012041.
- Hamed, H.H. (2015). Oxygen and Nitrogen Separation from Air Using Zeolite Type 5A. *Al-Qadisiyah Journal For Engineering Sciences, QJES* vol. 8 no. 2.
- Liu, H., Xie, B., dan Qin, Y.L. (2017). Effect of Bentonite on the Pelleting Properties of Iron Concentrate. *Journal of Chemistry* vol. 2017. [doi.org/10.1155/2017/7639326](https://doi.org/10.1155/2017/7639326).
- Naswir, M., Arita, Desfournatalia, S., Hartati, W., Septiarini, L., dan Wibowo, Y.G. (2019). Utilization of Activated Bentonite to Reduce Nitrogen on Palm Oil Mill. *International Journal of Chemical Science* vol. 3, no. 4.
- Mambrini, R.V., Saldanha, A.L.M., Ardisson, J.D, Araujo, M.H., dan Moura, F.C.C. (2013). Adsorption of sulfur and nitrogen compounds on hydrophobic bentonite. *Applied Clay Science Volumes* 83–84, October 2013, Pages 286-293.
- Ribeiro, F.R., et al. (1984). "Zeolites: Science and Technology", *Proceedings of the NATO ASI*



Series, The Netherlands.

Suherman, Ikawati dan Melati. (2009). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia SNTKI 2009. Bandung.

Wardono, H. (2011). Kemampuan Pelet Tekan Aktif Fisika Bentonit Sebagai Pengganti Zeolit Dalam Menghemat Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel 4-langkah. Jurnal Mechanical volume 2 no 1. Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung. Indonesia.