

**PENGARUH VARIASI MASSA DAN TEMPERATUR AKTIVASI FLY ASH PELET DARI CANGKANG DAN SERABUT KELAPA SAWIT TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR SEPEDA MOTOR BENSIN 4 LANGKAH**

**Hadi Prayitno<sup>1)</sup> dan Herry Wardono<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung  
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947  
Email : [hadi.bangsakubisa@gmail.com](mailto:hadi.bangsakubisa@gmail.com)

**Abstract**

*Energy determines the development and sustainability of economic system, social change and political growth in a country. Because of that, the energy crisis is the crisis of growth and sustainability of life system. Auto-vehicle is a certain transportation mode which an engine requiring fuel. To decrease the fuel consumption, we can use the natural resource like fly ash of shell and fiber of palm. The objective of this research is to observe the effect of the variation of mass and activation temperature in producing pelletized fly ash on performance and emission of a four-stroke petrol motorcycle.*

*This research was done by implementing several variations of test, those were test of fuel consumption at speed of 50km/hour for 5 km and stationer at 1500, 3500, and 5000 rpm. The fly ash used in this research was 10 mm in diameter and 3 mm in thicknes. Those fly ash were wrapped in a frame and put in an air filter of New Jupiter Z 110 cc. So the combustion air fistly contacted with the fly ash before entering into the combustion chamber.*

*From the results, the best fly ash mass used is 15 gram and the best temperature activation is 175°C. Those fly ash can save the fuel consumption by 17.23 % (road test) and 20.06% (stationer test).*

**Keywords :** *fly ash adsorbent, combustion air treatment, emission*

**PENDAHULUAN**

Energi menentukan pertumbuhan dan lestarinya tata kehidupan, ekonomi, sosial, politik negara. Oleh karena itu, krisis energi adalah krisis komponen dasar tumbuh dan lestarinya tata kehidupan. Kemajuan teknologi telah membuat manusia melakukan pengembangan terhadap kemampuan dari sebuah mesin, sehingga mesin yang diciptakan nantinya dapat lebih efisien dari sebelumnya. Namun tanpa disadari pengembangan mesin tersebut berdampak buruk terhadap kelestarian dari bahan bakar fosil terutama minyak bumi, karena tidak dapat dipungkiri bahan bakar minyak bumi masih menjadi bahan bakar penggerak mesin-mesin.

Pertumbuhan kendaraan bermotor di Bandar

Lampung menurut Abdul Waras S.I.K (Kasatlantas Polresta Bandar Lampung) cenderung meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 40 persen. (Radar Lampung, 2011). Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang memerlukan mesin sebagai penggerak mulanya, baik untuk kendaraan roda dua maupun untuk kendaraan roda empat.

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 dari bermacam-macam gas, seperti nitrogen, oksigen, uap air, karbon monoksida, karbondioksida, dan gas-gas lain. Sementara gas yang dibutuhkan pada proses pembakaran adalah oksigen untuk membakar bahan bakar yang mengandung

molekul karbon dan hidrogen (Wardono, 2004).

Penyaringan udara konvensional tidak dapat menyaring gas-gas pengganggu yang terkandung di dalam udara, namun hanya dapat menyaring partikel-partikel debu atau kotoran-kotoran yang tampak oleh mata. Oleh karena itu, diperlukan saringan udara yang dapat menyaring nitrogen, uap air dan gas-gas seperti NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, dan partikulat agar dapat menghasilkan udara pembakaran yang kaya oksigen (<http://pustakailmiah.unila.ac.id>, dalam Rilham, 2011). Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengurangi pencemaran udara adalah dengan penggunaan *fly ash* cangkang dan serabut kelapa sawit pada filter udara kendaraan bermotor.

*Fly Ash* dapat digunakan sebagai Bahan Cetakan Pada Proses *Pengecoran Besi* (Prahasto, 2007). *Fly ash* memiliki pori-pori yang besar dari beberapa partikel dimana dapat menyerap air untuk menambah kekerasan beton (Cheerarat, 2008).

Pada penggunaan *fly ash* pelet menggunakan perekat yang dilakukan pada motor bensin 4-langkah diperkirakan hasil pengujian bisa menaikkan tenaga mesin, hemat bahan bakar, kemudian uji emisi yang diperoleh akan lebih ramah lingkungan. (Rilham, 2011)

Penelitian yang sebelumnya, dengan menggunakan *fly ash* batubara mampu mengurangi konsumsi bahan bakar sebanyak 15,12% pada kondisi stasioner, dan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 15,95% dalam *road test* sejauh 5 km. (Rilham, 2012). Variasi penggunaan *fly ash* batu bara hanya pada jumlah massa *fly ash* pelet yang digunakan dalam filter udara, sedangkan untuk penggunaan variasi temperatur aktivasi *fly ash* belum dilakukan penelitian. Oleh karena itu, penulis ingin mengkaji pengaruh, variasi massa dan temperatur aktivasi *fly ash* cangkang dan serabut kelapa sawit bentuk pelet pada sepeda motor bensin 4-langkah.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan Pengujian**

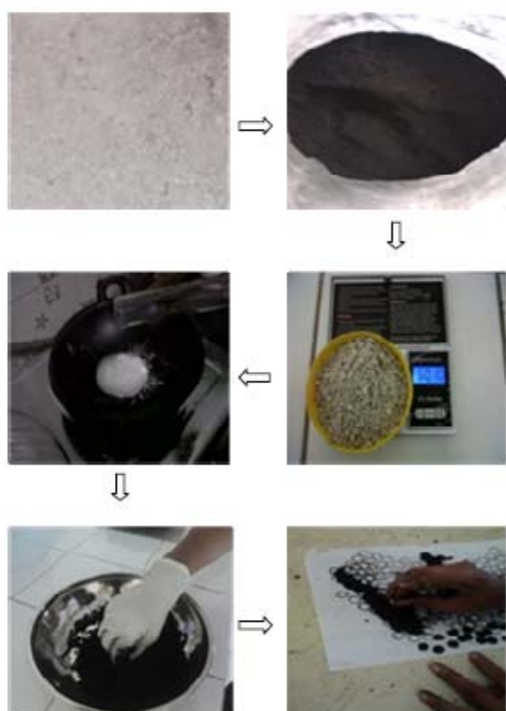
#### **a. Alat**

Dalam penelitian ini, mesin uji yang digunakan adalah motor bensin 4-langkah 115 cc, dengan merk Yamaha New Jupiter Z. Sedangkan alat-alat yang digunakan selama penelitian adalah *stopwatch*, gelas ukur 100 ml, *tachometer*, cetakan pelet, ampia, perangkat *analog*, tangki bahan bakar buatan, oven, timbangan digital, kompor dan kemasan *fly ash*.

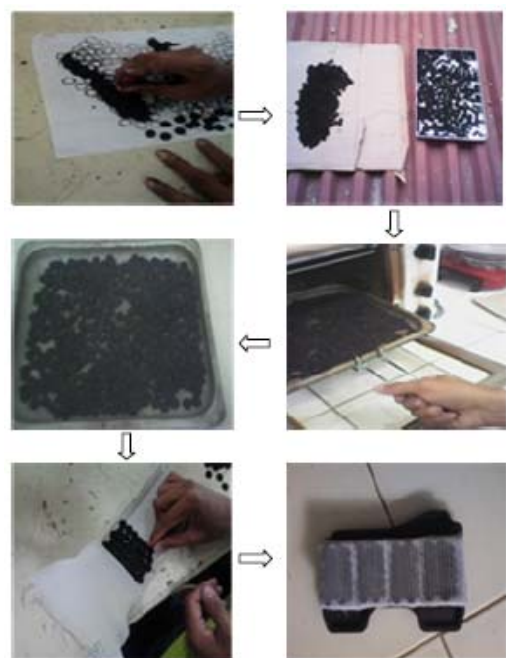
#### **b. Bahan**

Bahan utama penelitian ini adalah *fly ash* cangkang dan serabut kelapa sawit yang berasal dari PTPN VII Unit Usaha Bekri. Selain itu agar mudah di bentuk pelet *fly ash* digunakan air dan tepung tapioka. Air yang digunakan adalah air aquades dan air zeolit. Air aquades adalah air murni yang dapat di beli di toko bahan-bahan kimia. Sedangkan air zeolit adalah air sumur yang di rendami zeolit. Tepung tapioka yang digunakan adalah tepung yang dijual di pasaran.

Pertama-tama *fly ash* di tumbuk sampai halus berukuran 100 mesh. Selanjutnya *fly ash*, tepung tapioka dan air campuran ditimbang dengan menggunakan timbangan digital sesuai komposisi yang diinginkan untuk tiap spesimen pelet. Untuk pencetakan *fly ash* pelet ini menggunakan campuran komposisi 66 gram *fly ash* dengan 40 gram air (aquades dan zeolit) dan tapioka 12 gram. Pertama-tama campuran air mineral dengan tapioka dimasak kurang lebih 5 menit hingga campuran tersebut berbentuk seperti lem. Lalu campuran tersebut diaduk dengan *fly ash* hingga merata. Selanjutnya di ratakan dengan ketebalan 3 mm dengan menggunakan ampia. Setelah merata bisa dilakukan pencetakan *fly ash* pelet dengan ukuran diameter lebar 10 mm dan tebal 3 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar proses pembuatan pelet *fly ash*.



Gambar 1. Proses Pembuatan Pelet Fly Ash



Gambar 2. Proses Pemasangan fly ash

Hasil cetakan fly ash pelet tersebut didiamkan pada pada temperatur ruangan (secara alami)

hingga fly ash kering setelah itu baru dilakukan aktivasi fisik dengan oven pada temperatur 150°C dan 175°C selama 1 jam. Setelah diaktivasi fisik fly ash pelet tersebut kemudian diletakkan didalam saringan udara kendaraan bermotor dengan alat tambahan berupa kawat strimin untuk mengemas fly ash tersebut supaya letak fly ash pelet merata pada saringan udara. Proses pemasangan fly ash pada filter lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.

### Prosedur Pengujian

Sepeda motor yang digunakan pada pengujian di servis rutin tune up terlebih dahulu sebelumnya agar mempunyai kondisi yang prima. Sebelum dilakukan pengujian berikut pengambilan data, kemudian mesin dipanaskan beberapa menit lalu pengujian dilakukan. Dalam pengujian ini menggunakan tangki bahan bakar motor buatan. Selama dilakukannya proses pengujian, sepeda motor diservis rutin dalam rentang waktu tertentu untuk menjaga kondisinya agar selalu prima pada setiap pengujian.

Dengan kondisi motor menggunakan fly ash pelet dengan tebal 0,3 cm dan diameter 1 cm. Pengujian dimulai dengan mencari massa kemudian temperatur aktivasi terbaik dalam pelet fly ash cangkang dan serabut kelapa sawit. Data yang diambil tiap pengujiannya melalui pengujian road rest dan stasioner pada cuaca dan lokasi pengujian yang sama. Data-data yang ambil pada pengujian prestasi mesin adalah konsumsi bahan bakar (ml) pada kecepatan konstan (50 km/jam) untuk jarak 5 km. Sedangkan untuk uji stasioner dilakukan pada putaran mesin 1500, 3500 dan 5000 rpm.

Pengujian road rest dilakukan dahulu tanpa menggunakan fly ash setelah itu diambil data dengan menggunakan fly ash. Begitu juga dengan stasioner dilakukan dulu pengujian dengan tanpa fly ash kemudian dengan menggunakan fly ash. Untuk mendapatkan data yang meyakinkan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Untuk melihat perbedaan filter tanpa menggunakan fly ash (normal) dengan menggunakan fly ash lihat gambar di bawah ini.



Gambar 3. Motor Uji Sebelum dan Sesudah Dipasang *Fly Ash*

#### a. Pengujian *Road Rest*

Persiapan yang perlu dilakukan adalah tangki bensin buatan diisi samapai dengan 120 ml. Standar 120 ml itu di dapat dari pengujian sebelumnya bahan bakar yang habis terkonsumsi mesin adalah 97 ml. Maka untuk kondisi awal tangki cukup di isi 120 ml dengan gelas ukur. Kemudian dilakukan pengujian dengan kondisi motor tanpa *fly ash*. Jarak tempuh dapat diukur pada odometer dan kecepatan menggunakan speedometer. Bensin yang berada di dalam tangki buatan kemudian dituangkan pada gelas ukur. Bahan bakar yang tetuang pada gelas ukur kemudian di lihat dengan teliti berapa volumenya. Setelah diketahui volumenya, maka 120 ml dikurangi volume gelas ukur setelah pengujian unntuk mengetahui konsumsi bahan bakar saat pengujian. Dengan teknis pengambilan data dilakukan dengan cara berkendara yang sama (perpindahan gigi secara teratur dan berjalan secara konstan), kondisi jalan yang sama dan pada kondisi jalan yang kering. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan beban kendaraan yang sama.

#### b. Pengujian Stasioner

Pengujian ini dilakukan untuk melihat konsumsi bahan bakar yang digunakan pada kondisi diam (putaran *stasioner*) dan membandingkan karakteristik kendaraan bermotor tanpa *fly ash* dengan variasi pelet *fly ash* yang telah ditentukan. Persiapan pertama yang dilakukan adalah memanaskan mesin agar kondisi mesin di saat pengujian sudah optimal. Putaran mesin yang dipakai pada pengujian ini yaitu 1500, 3500 dan 5000 rpm.

Pengujian dimulai dengan mengisi tangki

buatan dengan bahan bakar sesuai kebutuhan pengujian. Setelah sebelumnya dilakukan pengujian awal untuk melihat jumlah bahan bakar yang habis pada pengujian stasioner setiap putaran mesin. Karena gelas ukur yang digunakan adalah 25 ml, maka untuk pengujian pertama (1500 rpm) cukup dimasukkan 25 ml bahan bakar. Selanjutnya pada putaran 3500 rpm dimasukkan 50 ml dan 75 ml pada putaran 5000 rpm. Setelah itu dilakukan pengujian tanpa *fly ash* dari 1500, 3500 dan 500rpm. Kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan pelet *fly ash*. Pada pengujian baik menggunakan atau tanpa *fly ash*, pelet 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 menuangkan sisa bahan bakar di tangki buatan ke dalam gelas ukur 25 ml. Setelah itu dikurangkan bahan bakar yang dimasukkan ke gelas ukur dengan volume yang terbaca di gelas ukur setelah pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

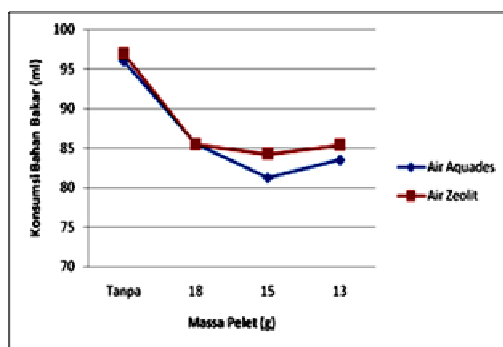
Dari penelitian *fly ash* kelapa Sawit yang dibentuk pelet terhadap sepeda motor 4 langkah pada saringan udara (filter) motor bensin uji New Jupiter Z 115 CC, didapatkan data-data prestasinya yaitu konsumsi bahan bakar. Pada pengujian ini, penggunaan *fly ash* divariasikan ke dalam 2 (dua) variasi, yaitu variasi massa pelet (13,15,18 gram), temperatur aktivasi (150 dan 175°C). Pengujian diambil pada kondisi cuaca cerah 27-31°C. Hasil pengujian penggunaan *fly ash* ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar 4 hingga gambar 7.

### Menentukan Massa Fly Ash Terbaik

a. Pengujian berjalan pada kecepatan (50 km/jam) dengan jarak 5 km.

Pada gambar 4 di bawah menunjukkan perbedaan konsumsi bahan bakar antara jenis air campuran aquades dan rendaman zeolit. Ketika menggunakan pelet 15 gram dengan air campuran aquades konsumsi bahan bakar yang terjadi 81,25 (lebih hemat 15,36%) ml.

Saat kondisi normal (tanpa *fly ash*) konsumsi bahan bakar sebesar 96 ml. Kemudian dengan menggunakan pelet dengan massa 13 dan 18 gram adalah 83,5 ml (lebih hemat 13,02%) dan 85,5 ml (lebih hemat 10,94%). Pada pelet dengan menggunakan air rendaman zeolit konsumsi bahan bakarnya 84,25 ml (lebih hemat 13,14 %). Kondisi tersebut pada pelet dengan massa 15 gram. Sedangkan konsumsi bahan bakar dengan kondisi normal sebesar 97 ml. kemudian dengan menggunakan massa 18 dan 13 gram konsumsi bahan bakarnya adalah 85,5 ml (lebih hemat 11,86%) dan 85,4 ml (lebih hemat 11,96%).

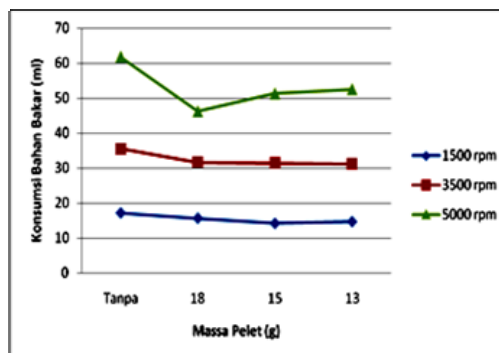


Gambar 4. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Berjalan dengan kecepatan konstan 50 km/jam

Setelah melihat hasil pengujian pada uji *road rest*, pelet dengan menggunakan air campuran aquades lebih baik prestasinya dibanding rendaman zeolit. Selain itu air aquades lebih mudah mendapatkannya. Air aquades dapat dibeli di Laboratorium MIPA Universitas Lampung. Sedangkan air zeolit membutuhkan proses yang lama untuk mendapatkannya dari rendaman air sumur dengan zeolit. Maka untuk pengujian selanjutnya air aquades saja yang digunakan dalam campuran *fly ash*.

**b. Pengujian Stasioner**

Pada gambar 5 saat kondisi normal, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan yaitu sebanyak 17,25 ml. Berikutnya pada putaran 3500 rpm dan 5000 rpm berturut-turut, konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan yaitu sebesar 35,5 ml dan 61,75 ml.



Gambar 5. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner Pada Variasi Massa Pelet

Pada variasi massa pelet 18 gram, konsumsi bahan bakar pada putaran 5000 rpm menunjukkan prestasi terbaik yaitu 46,17 ml (lebih hemat 23,23%). Sedangkan, pada variasi massa pelet 15 gram, di putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar menunjukkan prestasi terbaik yaitu 14,25 ml (lebih hemat 17,39%). Ketika putaran 3500 rpm konsumsi bahan bakar terhematnya adalah 31,25 ml (lebih hemat 11,79%) yaitu dengan menggunakan masa pelet 13 gram.

Setelah dilakukan analisa terhadap semua data hasil pengujian variasi massa pelet *fly ash*, dapat disimpulkan bahwa variasi massa pelet 15 gram merupakan massa terbaik dalam penelitian ini. Pelet dengan massa 15 gram memberikan prestasi terbaik pada pengujian berjalan dan stasioner pada putaran 1500 rpm.

Selain it, kondisi pelet setelah digunakan dalam pengujian banyak yang menyerbuk. Kondisi menyerbuk ini paling banyak terjadi pada pelet dengan massa 18 gram. Pelet pada dengan 15 dan 13 hanya sedikit terkikis. Terkikisnya beberapa pelet dalam filter bisa terjadi karena getaran saat pengujian.

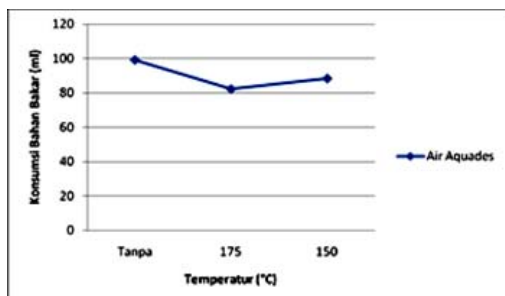
Walau pada pelet 15 gram tidak seluruhnya mempunyai konsumsi bahan bakar terbaik tetapi karena sebagian besar mempunyai prestasi terbaik dan peletnya tidak banyak yang hancur, maka dapat disimpulkan variasi terbaiknya adalah pelet dengan berat 15 gram. Dengan melihat data-data hasil pengujian variasi massa pelet dapat disimpulkan bahwa pada kondisi menggunakan pelet *fly ash* terjadi

penghematan konsumsi bahan bakar. Penghematan yang terjadi sampai 25,23%, yaitu pada pengujian stasioner. Penghematan bahan bakar dengan berbagai variasi massa pelet berbeda-beda. Kondisi ini terlihat pada gambar 4 dan 5. Hal ini menunjukkan bahwa variasi massa pelet dalam pembuatan pelet mempengaruhi kemampuan *fly ash* sebagai adsorben. Karena mampu menyerap nitrogen dan uap air dalam udara. Sehingga oksigen yang masuk dalam ruang pembakaran lebih maksimal, sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih baik.

Prestasi ini menunjukkan bahwa dengan massa *fly ash* 15 gram mampu menghemat konsumsi bahan bakar, dikarenakan peletakan *fly ash* pelet yang merata, serta luas permukaan yang cukup besar, dan celah udara yang tersisa sesuai (tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit). Pada massa *fly ash* 18 gram, peletakan massa *fly ash* terlalu rapat pada *frame* yang menyebabkan laju aliran udara terhambat dikarenakan padatnya susunan *fly ash* pelet pada *frame* saringan udara dimana celah udara yang tersisa sedikit. Dengan ini menunjukkan bahwa semakin merata peletakan *fly ash* pada *frame* maka dapat meningkatkan absorpsi udara sebelum masuk ruang bakar. Sebaliknya, semakin rapat ataupun semakin jarang peletakan *fly ash* pada *frame* maka absorpsi udara yang akan masuk kedalam ruang bakar akan semakin berkurang.

**Menentukan Temperatur Aktivasi Pelet Fly Ash Terbaik**

a. Pengujian berjalan pada kecepatan (50 km/jam) dengan jarak 5 km



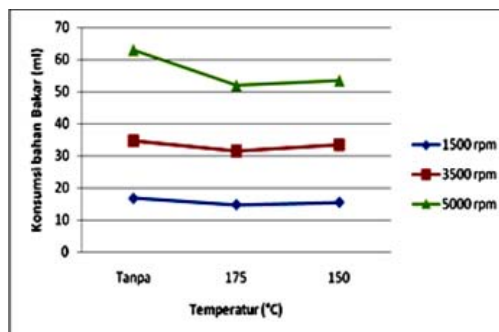
Gambar 6. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Berjalan Pada Variasi Temperatur Aktivasi

Seperti terlihat pada gambar 6 konsumsi bahan bakar pada kondisi normal sebesar 99,25 ml. Konsumsi bahan bakar terbaik adalah pelet dengan aktivasi 175°C yaitu, sebesar 82,15 ml (lebih hemat 17,23 persen). Sedangkan dengan temperatur aktivasi 150°C konsumsi bahan bakarnya hanya lebih hemat 11 % (88,33 ml).

b. Pengujian Stasioner

Pada kondisi normal, pada putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan yaitu sebanyak 16,75 ml. Berikutnya pada putaran 3500 rpm dan 5000 rpm berturut-turut, konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan yaitu sebesar 35,75 ml dan 63 ml.

Konsumsi bahan bakar pada variasi temperatur 175°C menunjukkan prestasi yang lebih baik di banding 150°C. Saat putaran 1500 rpm yaitu sebanyak 14,75 ml (lebih hemat 11,94%). Ketika putaran 3500 rpm sebanyak 31,5 ml (lebih hemat 9,35%). Kondisi terbaik terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu lebih hemat 17,46% (52 ml).



Gambar 7. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Pengujian Stasioner Pada Variasi Temperatur Aktivasi

Melihat dari data-data hasil pengujian variasi temperatur aktivasi bahwa pada kondisi menggunakan pelet *fly ash* terjadi penurunan konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda pada setiap variasi komposisi campurannya. Prestasi terbaik terjadi pada pengujian stasioner yaitu menggunakan pelet temperatur aktivasi 175°C. Dapat disimpulkan keadaan ini menunjukkan bahwa komposisi campuran dan temperatur aktivasi dalam pembuatan pelet mempengaruhi kemampuan *fly ash* sebagai adsorben.

Keadaan fisik pelet paska pengujian mengalami pengikisan. Pengikisan itu terjadi pada kedua variasi pelet, yaitu dengan temperatur aktivasi 150 dan 175°C. Sama seperti pengujian sebelumnya kerapuhan yang terjadi disebabkan getaran pada proses pengujian. Pelet dengan temperatur aktivasi 175°C lebih baik dalam meyerap nitrogen dan uap air dalam udara. Sehingga oksigen yang masuk dalam ruang pembakaran lebih maksimal menghasilkan pembakaran yang lebih baik. Dapat disimpulkan temperatur aktivasi pelet *fly ash* terbaiknya adalah pada temperatur 175°C.

#### **KESIMPULAN**

Penggunaan pelet *fly ash* yang diaktivasi fisik dapat menghemat konsumsi bahan bakar. Penghematan yang terjadi pada kondisi *road rest* mencapai 17,23% dan pada *stasioner* mencapai 20,06%. Adonan pembuatan pelet *fly ash* yang terbaik dalam penelitian ini adalah dengan komposisi adonan 66 gram *fly ash*, 12 gram tapioka, 40 gram air aquades dengan kondisi aktivasi pada temperatur 175°C dan massa pelet *fly ash* 15 gram.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Cheerarot, Raungrut dan Chai Jaturapitakkul. 2004. *A study of disposed fly ash from landfill to replace portland cement, Department of Civil Engineering.*[Dikutip dari Dimas Rilham, 2012 (skripsi)]. Mahasarakham University. Thailand.
- [2] Prahasto, Tony dan Sugiyanto. 2007. *Efek Penggunaan Fly Ash sebagai Bahan Cetakan Pada Proses Pengecoran Besi Ditinjau Dari Kekerasan dan Struktur Mikro.* (Skripsi) Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro.
- [3] Rilham, Dimas. 2012. *Pengaruh Aplikasi Fly Ash Bentuk Pelet Perekat yang Diaktivasi Fisik terhadap prestasi Mesin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4-Langkah.* (Skripsi) Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung.
- [4] Radar Lampung 2011, Dikutip dari Dimas Rilham, 2012 (skripsi). Jurusan Teknik

Mesin Fakultas Teknik-Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- [5] Wardono, H. 2004. *Modul Pembelajaran Motor Bakar 4-Langkah.* Jurusan TeknikMesin – Universitas Lampung. Bandar Lampung.