

# PENGARUH KOMPOSISI BRIKET BATUBARA NON-KARBONISASI TERHADAP PARAMETER KUALITAS DAN KARAKTERISTIK PEMBAKARAN

Syafira Dian Sari<sup>1</sup>, Agus Triantoro<sup>2</sup>, Riswan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: \*1 syafiradiansari58@gmail.com

## ABSTRAK

Briket batubara merupakan bahan bakar padat yang mempunyai kelayakan teknis untuk digunakan sebagai bahan bakar, untuk menghasilkan briket batubara dengan kualitas yang baik maka perlu dilakukan analisis terhadap parameter kualitas dan karakteristik pembakaran dari briket yang telah diolah. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan briket batubara yang diharapkan memiliki kualitas yang dapat menunjang penggunaan energi panas yang dihasilkan dari briket.

Metode analisis yang digunakan adalah melakukan pengujian di laboratorium meliputi pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai kalori dan karbon tertambat. Serta melakukan pembakaran briket untuk mengetahui waktu nyala api, waktu nyala bara dan waktu pembakaran.

Hasil analisis parameter kualitas dengan kadar air terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm), kadar air sebesar 9,69%. Kadar abu terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm), kadar abu sebesar 3,50%. Kadar zat terbang tertinggi terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 2,38 mm), kadar zat terbang sebesar 61,90%. Nilai kalori tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 0,40 mm), nilai kalori sebesar 6586,5 kkal/kg. Karbon tertambat tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 0,40 mm), nilai karbon tertambat sebesar 37,97%. Serta waktu pembakaran briket terlama didapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu nyala api 50 menit 31 detik, waktu nyala bara 1 jam 25 menit 45 detik dan waktu pembakaran 2 jam 16 menit 16 detik.

**Kata-kata Kunci :** Batubara, Briket, Non-Karbonisasi, Kualitas, Ukuran Partikel

## PENDAHULUAN

Briket batubara merupakan bahan bakar padat yang mempunyai kelayakan teknis untuk digunakan sebagai bahan bakar, untuk menghasilkan briket batubara dengan kualitas yang baik maka perlu dilakukan analisis terhadap parameter kualitas dan karakteristik pembakaran dari briket yang telah diolah. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan briket batubara yang diharapkan memiliki kualitas yang dapat menunjang penggunaan energi panas yang dihasilkan dari briket.

Kalimantan Selatan memiliki banyak batubara yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan briket batubara non-karbonisasi. Hal inilah yang mendorong dilakukannya penelitian mengenai briket batubara non-karbonisasi. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi terhadap pengembangan pembuatan briket dan memberikan informasi khususnya mengenai pengaruh briket batubara non-karbonisasi terhadap parameter kualitas dan karakteristik pembakaran dengan adanya variasi komposisi briket batubara.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi briket batubara non-karbonisasi terhadap parameter kualitas dan mengetahui pengaruh komposisi briket batubara non-karbonisasi terhadap parameter kualitas

## METODOLOGI

Kegiatan penelitian dilakukan berdasarkan hasil uji briket batubara di laboratorium untuk mengetahui pengaruh komposisi terhadap parameter dan karakteristik briket batubara setelah analisis. Tahap awal dari penelitian yaitu melakukan studi literatur, dengan mencari bahan-bahan pustaka yang diperoleh dari Instansi terkait, perpustakaan, grafik dan tabel serta informasi penunjang

lainnya mengenai pemanfaatan batubara khususnya pembuatan briket. Sasaran utamanya adalah kualitas sesudah dijadikan briket batubara non-karbonisasi berdasarkan komposisi briket untuk memperoleh pengaruh briket batubara non-karbonisasi. Selanjutnya Pengolahan data hasil penelitian dilakukan dengan perhitungan berdasarkan teori dan analisis yang ada menggunakan *Microsoft Excel*, kemudian data yang didapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah analisis, serta pengolahan data menggunakan teknik analisis yang digunakan yaitu berdasarkan nilai parameter kualitas dan karakteristik pembakaran sesudah menjadi briket. Tahap terakhir dimana hasil data keseluruhan dirangkum ke dalam laporan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data kualitas batubara yang diperoleh dari data hasil analisis laboratorium PT Pro Sarana Cipta yang digunakan dalam pembuatan briket batubara. Kualitas batubara dari perusahaan PT Pro Sarana Cipta, seperti berikut:

**Tabel-1.** Report Of Analysis Batubara PT Pro Sarana Cipta

| Analisis                  | Basis |       |
|---------------------------|-------|-------|
|                           | ar    | adb   |
| Total Moisture (%)        | 32,5  | -     |
| Inherent Moisture (%)     | -     | 17,1  |
| Ash Content (%)           | 0,9   | 1,1   |
| Volatile Matter (%)       | 34,8  | 42,8  |
| Fixed Carbon (%)          | 31,8  | 39    |
| Total Sulphur (%)         | 0,06  | 0,1   |
| Calorific Value (Kkal/kg) | 4.447 | 5.462 |

Batubara yang digunakan dalam pembuatan briket batubara non-karbonisasi adalah batubara dengan

nilai kalori 5.462 kkal/k yang berasal dari PT Pro Sarana Cipta terletak di Desa Ida Manggala Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan. Alasan penggunaan batubara kalori 5.462 kkal/kg dengan basis data adb adalah diharapkan kalori tersebut dapat mewakili batubara yang ada di Kalimantan Selatan khususnya batubara *low kalori*.

### Hasil Analisis Laboratorium Briket Batubara Non-Karbonisasi

Hasil analisis laboratorium adalah hasil analisis yang dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap briket batubara *non*-karbonisasi baik itu kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai kalori dan karbon tertambat. Hasil analisis laboratorium dapat dilihat pada tabel-2.

**Tabel-2.** Hasil Analisis Laboratorium Parameter Kualitas Briket Batubara *Non*-Karbonisasi

| Ukuran Partikel (mm) | Komposisi | Parameter Kualitas |                  |                          |                        |                         |
|----------------------|-----------|--------------------|------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
|                      |           | Kadar air (%) adb  | Kadar Abu (%) db | Kadar Zat Terbang (%) db | Nilai Kalori (Kkal/kg) | Karbon Tertambat (%) db |
| 0,40                 | I         | 9,69               | 9,54             | 60,66                    | 6517,2                 | 29,80                   |
|                      | II        | 10,15              | 6,17             | 59,58                    | 6541,2                 | 34,25                   |
|                      | III       | 10,64              | 3,50             | 58,63                    | 6586,5                 | 37,87                   |
| 0,60                 | I         | 10,10              | 9,76             | 61,34                    | 6484,0                 | 28,90                   |
|                      | II        | 10,65              | 6,53             | 60,23                    | 6532,2                 | 33,24                   |
|                      | III       | 11,14              | 3,68             | 59,12                    | 6573,9                 | 37,20                   |
| 2,38                 | I         | 10,70              | 10,01            | 61,90                    | 6480,6                 | 28,09                   |
|                      | II        | 11,22              | 6,71             | 60,51                    | 6510,7                 | 32,78                   |
|                      | III       | 11,68              | 3,82             | 59,41                    | 6551,1                 | 36,77                   |

#### Keterangan :

Komposisi I : Batubara 65%, Damar 25%, Kapur 10%  
 Komposisi II : Batubara 75%, Damar 20%, Kapur 5%  
 Komposisi III : Batubara 85%, Damar 13%, Kapur 2%

### Hasil Pembakaran Briket Batubara Non-Karbonisasi

Hasil pembakaran briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada tabel-3.

**Tabel-3.** Hasil Pembakaran Briket Batubara *Non*-Karbonisasi

| Ukuran Partikel (mm) | Kode Sampel | Analisis Pembakaran |                  |                  |
|----------------------|-------------|---------------------|------------------|------------------|
|                      |             | Waktu nyala api     | Waktu nyala bara | Waktu Pembakaran |
| 0,40                 | I           | 0:26:49             | 0:46:21          | 1:13:10          |
|                      | II          | 0:32:21             | 1:02:43          | 1:35:04          |
|                      | III         | 0:41:23             | 1:12:47          | 1:54:10          |
| 0,60                 | I           | 0:30:49             | 0:53:21          | 1:24:10          |
|                      | II          | 0:36:22             | 1:09:46          | 1:46:08          |
|                      | III         | 0:45:25             | 1:19:41          | 2:05:06          |
| 2,38                 | I           | 0:35:51             | 0:59:25          | 1:35:16          |
|                      | II          | 0:41:22             | 1:15:57          | 1:57:19          |
|                      | III         | 0:50:37             | 1:25:50          | 2:16:27          |

#### Keterangan :

Kode Sampel I : Batubara 65%, Damar 25%, Kapur 10%  
 Kode Sampel II : Batubara 75%, Damar 20%, Kapur 5%  
 Kode Sampel III : Batubara 85%, Damar 13%, Kapur 2%

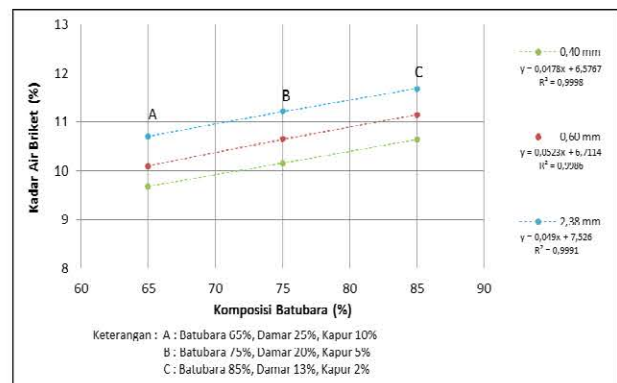
## PEMBAHASAN

### Pengaruh Komposisi Briket Batubara Terhadap Parameter Kualitas

Pengujian parameter kualitas yang dilakukan terdiri kadar air (*inherent moisture*), kadar abu (*ash content*), zat terbang (*volatile matter*), nilai kalori (*calorific value*) serta karbon tertambat (*fixed carbon*) yang dilakukan dengan perhitungan. Dari data yang diperoleh dapat dijelaskan mengenai pengaruh komposisi briket batubara *non*-karbonisasi terhadap parameter kualitas dibawah ini:

#### 1. Analisis Kadar Air (*Inherent Moisture*).

Hasil penelitian untuk parameter kualitas kadar air pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-1.



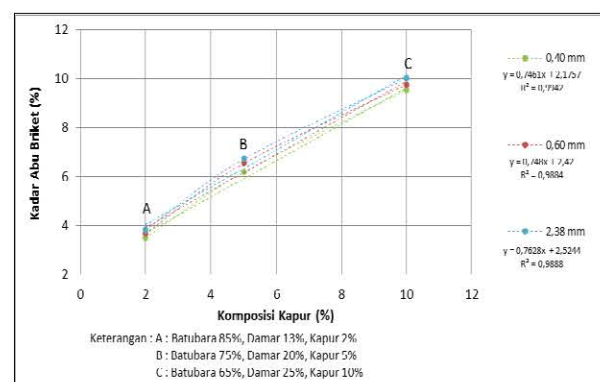
**Gambar-1.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Kadar Air Briket

Pada Gambar-1 menunjukkan kadar air terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan kadar air sebesar 9,69% serta kadar air tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan kadar air sebesar 11,68%.

Pengaruh terbesar komposisi briket terhadap kadar air adalah persentase penggunaan batubara. Semakin sedikit persentase batubara yang digunakan maka semakin sedikit kadar air yang terdapat dalam briket batubara *non*-karbonisasi begitupun sebaliknya. Briket dengan kadar air tinggi akan menyebabkan nilai kalori yang dihasilkan menurun. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air.

#### 2. Analisis Kadar Abu (*Ash Content*)

Hasil penelitian untuk parameter kualitas kadar abu pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-2.



**Gambar-2.** Pengaruh Komposisi Kapur Terhadap Kadar Abu Briket

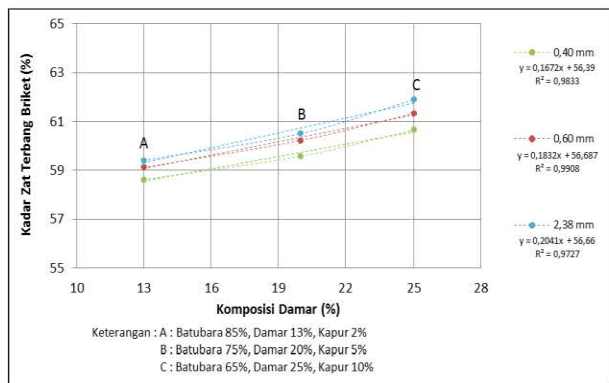


Pada Gambar-2 menunjukkan kadar abu terendah terdapat pada komposisi A dan kapur 2% (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan kadar abu sebesar 3,50% serta kadar abu tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan kadar abu sebesar 10,01%.

Pengaruh terbesar komposisi briket terhadap kadar abu adalah persentase penggunaan kapur. Semakin besar persentase kapur yang digunakan, maka semakin besar kadar abunya begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena kapur yang terdapat dalam campuran briket batubara *non*-karbonisasi sulit terbakar dan tersisa setelah proses pembakaran. Faktor lain yang mempengaruhi kadar abu adalah pengotor yang terdapat pada batubara dan damar setelah briket batubara *non*-karbonisasi dibakar pada suhu tertentu.

### 3. Kadar Zat Terbang (Volatile Matter)

Hasil penelitian untuk parameter kualitas kadar zat terbang pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-3.



**Gambar-3.** Pengaruh Komposisi Damar Terhadap Kadar Zat Terbang Briket

Pada Gambar-3 menunjukkan kadar zat terbang terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan kadar zat terbang sebesar 58,63% serta kadar zat terbang tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel patubara 2,38 mm) dengan kadar zat terbang sebesar 61,90%.

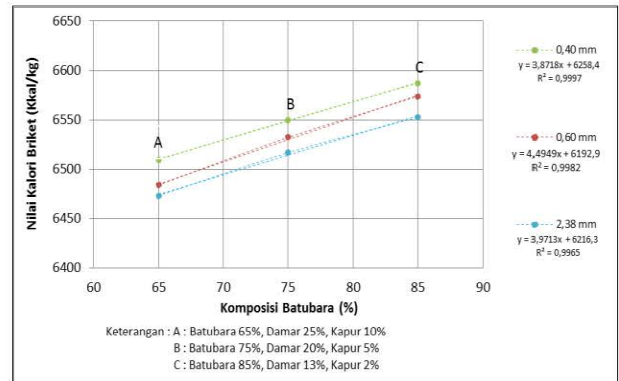
Pengaruh komposisi briket terhadap kadar zat terbang adalah persentase penggunaan damar. Semakin banyak persentase damar yang digunakan maka semakin besar kadar zat terbangnya begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan unsur yang terdapat dalam damar seperti kandungan asam resinat, alkohol kompleks, balsam dan resin apabila briket dilakukan pembakaran pada suhu  $\pm 900^{\circ}\text{C}$  dengan waktu 7 menit akan terbakar lebih cepat. Faktor lain yang mempengaruhi kadar zat terbang adalah batubara, karena batubara memiliki unsur yang dapat terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida dan metana.

### 4. Analisis Nilai Kalori (Calorific Value)

Hasil penelitian untuk parameter kualitas nilai kalori pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-4.

Pada Gambar-4 menunjukkan nilai kalori terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan nilai kalori sebesar 6551 kkal/kg serta nilai kalori tertinggi terdapat pada komposisi

C (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan nilai kalori sebesar 6586,5 kkal/kg.

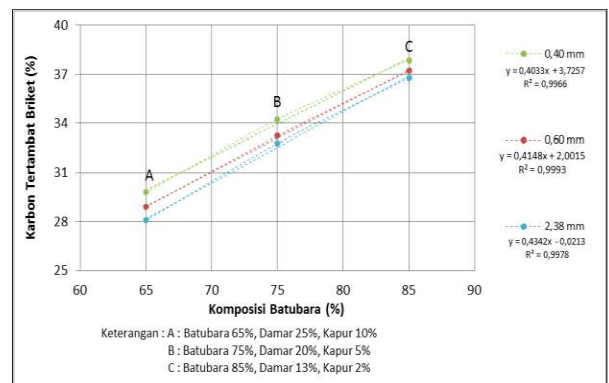


**Gambar-4.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Nilai Kalori Briket

Dari tiga komposisi antara batubara, damar dan kapur, yang sangat berpengaruh terhadap nilai kalori yaitu banyaknya persentase batubara. Dapat dilihat pada Gambar-4 bahwa semakin sedikit persentase batubara yang digunakan maka semakin rendah nilai kalori yang dihasilkan. Sedangkan semakin banyak persentase batubara maka semakin tinggi nilai kalori yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena nilai kalori merupakan indikasi kandungan nilai energi yang terdapat pada campuran briket batubara *non*-karbonisasi khususnya batubara.

### 5. Analisis Karbon Tertambat (Fixed Carbon)

Hasil penelitian untuk parameter kualitas nilai kalori pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-5.



**Gambar-5.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Karbon Tertambat Briket

Pada Gambar-5 menunjukkan karbon tertambat terendah pada komposisi A (ukuran partikel 2,38 mm) dengan karbon tertambat sebesar 28,09% serta karbon tertambat tertinggi pada komposisi C (ukuran partikel 0,40 mm) dengan karbon tertambat sebesar 37,87%. Tinggi rendahnya karbon tertambat dipengaruhi oleh besar dan kecilnya kadar air, kadar abu dan zat terbang yang terdapat dalam briket batubara *non*-karbonisasi.

Setelah menganalisis kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai kalori dan karbon tertambat briket, komposisi yang dapat direkomendasikan adalah komposisi C (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan kadar air 10,64%, kadar abu 3,50%, kadar zat terbang 58,63%, nilai kalori 6586,5 kkal/kg dan karbon tertambat 37,87%. Karena komposisi C memiliki kadar air yang tidak terlalu

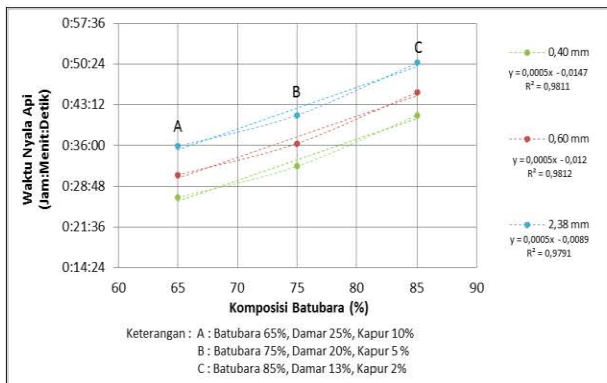
tinggi dibandingkan komposisi yang lain, kadar abu yang rendah, kadar zat terbang yang cukup tinggi serta karbon tertambat dan nilai kalori yang dihasilkan paling tinggi diantara komposisi yang lain.

### Pengaruh Komposisi Briket Batubara Terhadap Karakteristik Pembakaran.

Karakteristik pembakaran yang dilakukan terdiri waktu briket terbakar sejak api nyala sampai api padam (nyala api), briket berhenti terbakar dan menjadi abu (nyala bara) serta waktu pembakaran. Data karakteristik pembakaran dibawah ini:

#### 1. Waktu Nyala Api

Hasil penelitian untuk karakteristik waktu nyala api pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar-6.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Waktu Nyala Api

Pada Gambar-6 menunjukkan waktu nyala api tercepat terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan waktu 26 menit 49 detik serta waktu nyala api terlama terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu 50 menit 37 detik.

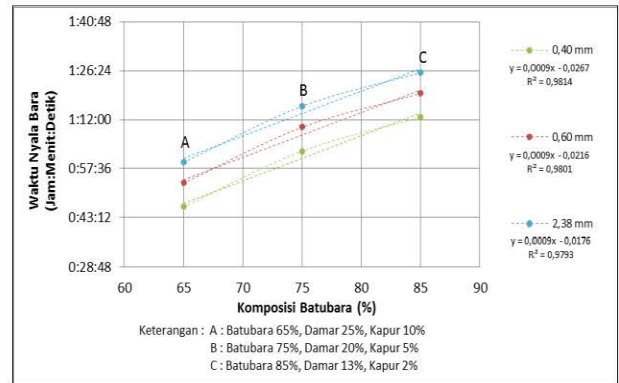
Pengaruh waktu nyala api adalah batubara dan damar tetapi lebih berpengaruh banyaknya batubara yang digunakan. Karena komposisi utama dalam pembuatan briket batubara *non*-karbonisasi adalah batubara. Semakin sedikit persentase batubara yang digunakan dalam campuran pembuatan briket maka akan semakin cepat waktu nyala api dari pembakaran briket begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena pada persentase batubara yang lebih sedikit memerlukan waktu yang lebih cepat untuk membakar batubara yang ada. Serta kandungan air yang terdapat dalam batubara dapat mempengaruhi pembakaran briket batubara *non*-karbonisasi. Kemudian faktor lain yang mempengaruhi waktu nyala api adalah damar, karena damar mempermudah pembakaran.

#### 2. Waktu Nyala Bara

Hasil penelitian untuk karakteristik waktu nyala bara pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-7.

Pada Gambar-7 menunjukkan waktu nyala bara tercepat terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan waktu 46 menit 21 detik serta waktu nyala bara terlama terdapat pada komposisi C

(ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu 1 jam 25 menit 50 detik.

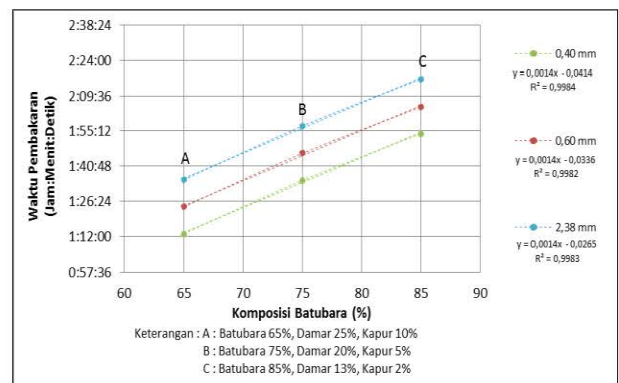


**Gambar-7.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Waktu Bara

Semakin sedikit persentase batubara yang digunakan dalam campuran briket maka akan semakin cepat waktu nyala bara dari pembakaran briket begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena pada persentase batubara yang lebih sedikit memiliki nilai kalori yang rendah dan memerlukan waktu yang lebih cepat untuk membakar batubara yang ada hingga menjadi abu dan sebaliknya. Serta dengan persentase kapur yang lebih banyak menyebabkan waktu nyala bara lebih cepat dan sebaliknya, karena kapur dalam campuran briket batubara *non*-karbonisasi sulit terbakar. Semakin besar ukuran partikel batubara maka akan semakin lama waktu nyala bara dari pembakaran briket begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena pada ukuran partikel batubara yang lebih besar memerlukan waktu yang cukup lama untuk membakar batubara yang ada hingga menjadi abu.

#### 3. Waktu Pembakaran

Hasil penelitian untuk karakteristik waktu nyala api pada briket batubara *non*-karbonisasi dapat dilihat pada gambar-8.



**Gambar-8.** Pengaruh Komposisi Batubara Terhadap Waktu Pembakaran

Pada Gambar-8 menunjukkan waktu pembakaran tercepat terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm) dengan waktu 1 jam 13 menit 10 detik serta waktu pembakaran terlama terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu 2 jam 16 menit 27 detik.

Semakin banyak komposisi batubara yang digunakan maka nilai kalori akan semakin besar. Nilai kalori dari briket batubara *non*-karbonisasi berpengaruh terhadap waktu pembakaran. Semakin besar nilai kalori maka semakin cepat briket habis terbakar. Semakin



banyak persentase batubara yang digunakan maka semakin lama waktu pembakaran briket serta semakin besar ukuran partikel yang digunakan maka akan semakin lama waktu pembakaran begitupun sebaliknya.

Setelah menganalisis waktu nyala api, waktu nyala bara serta waktu pembakaran yang didapat dari waktu keseluruhan pembakaran, komposisi yang dapat direkomendasikan adalah komposisi C (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu nyala api 50 menit 37 detik, waktu nyala bara 1 jam 25 menit 50 detik dan waktu pembakaran 2 jam 16 menit 27 detik.

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis pengaruh komposisi terhadap parameter kualitas seperti berikut:
  - a. Kadar air terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm), hasil analisa kadar air sebesar 9,69%, variabel komposisi batubara memiliki kontribusi sebesar 99,98%.
  - b. Kadar abu terendah terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 0,40 mm), hasil analisis kadar abu sebesar 3,50%, variabel komposisi kapur memiliki kontribusi sebesar 99,42%.
  - c. Kadar zat terbang tertinggi terdapat pada komposisi A (ukuran partikel batubara 2,38 mm), hasil analisis kadar zat terbang sebesar 61,90%, variabel komposisi damar memiliki kontribusi sebesar 97,27%.
  - d. Nilai Kalori tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 0,40 mm), hasil analisis nilai kalori sebesar 6586,5 kkal/kg, variabel komposisi batubara memiliki kontribusi sebesar 99,97%.
  - e. Nilai karbon tertambat tertinggi terdapat pada komposisi C (ukuran partikel batubara 0,40 mm), hasil analisis nilai karbon tertambat sebesar 37,97%, variabel komposisi batubara memiliki kontribusi sebesar 99,66%.
2. Waktu pembakaran briket terlama didapat pada komposisi batubara 85%, damar 13% dan kapur 2% (ukuran partikel batubara 2,38 mm) dengan waktu nyala api 50 menit 31 detik, waktu nyala bara 1 jam 25 menit 45 detik dan waktu pembakaran 2 jam 16 menit 16 detik. variabel komposisi batubara memiliki kontribusi sebesar 99,83% pada durasi pembakaran.

## SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya pada saat kegiatan preparasi dan analisis diharapkan pengerjaan dilakukan secara bersamaan untuk menghindari kondisi suhu yang berbeda.
2. Sebaiknya pada saat penyimpanan sampel hendaknya menggunakan plastik *double tip* untuk mengurangi penyimpangan pada hasil akhir.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pembuatan briket batubara yang lebih berkualitas untuk pengembangan pembuatan briket batubara yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aladin, Andi. 2011. *Sumber Daya Alam Batubara*. Bandung: Lubuk Agung. Hal 49-50, 53.
- [2] Arif, Irwandy. 2014. *Batubara Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta. Hal 23-28.
- [3] Hendra, D. 2007. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa, dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif*. Bul. Penelitian Hasil Hutan 25: 242 – 255.
- [4] Masturin, A. 2002. *Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergaji Kayu*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 24.
- [5] Muchjidin. 2006. *Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara*. Institut Teknologi Bandung: Bandung. Hal 2-3, 21-24, 121.
- [6] Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 047 Tahun 2006 Tentang Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*. Lembar Negara RI Tahun 2006 Sekretariat Negara. Jakarta
- [7] Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. Hal 11-12, 127-130.
- [8] Sukandarrumidi. 2005. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. Hal 166.