

# Studi Eksperimental *Refused Derived Fuel* (RDF) dari Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Penujah Kabupaten Tegal Sebagai Bahan Bakar Kompor RDF

La Ode M. Firman<sup>1</sup> dan Hafiz Aditya Hendaru<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Kabupaten Tegal menghasilkan 737,85 m<sup>3</sup> sampah, yang terdiri dari sampah plastik 42,3%, organik 33,3%, kertas 15,3%, karet/kulit 2,5%, kain 2%, logam 1,2%, kaca 1,4%, kayu 1%, dan lain-lain 33,3%. Sampah-sampah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai briket *Refused Derived Fuel* (RDF). Langkah-langkah pembuatan RDF yaitu, pereduksi komponen sampah, penimbangan sampah, pencampuran sampah dengan perekat, pencetakan briket, dan pengeringan briket RDF. Briket RDF 1 dengan komposisi sampah kayu, kain, dan kertas masing-masing 17,5% dengan perekat tapioka 47,5% dengan densitas 0,389 kg/cm<sup>3</sup>, dan briket RDF 2 dengan sampah kayu, kain, dan kertas 30%, 50%, 10% dengan perekat tapioka 10% dan densitas 0,289 kg/cm<sup>3</sup>. Briket RDF 1 dapat mendidihkan air selama 12 menit 24 detik dengan laju pembakaran 0,576 kg/jam, sedangkan briket RDF 2 dapat mendidihkan air selama 5 menit 40 detik dengan laju pembakaran 0,36 kg/jam. Potensi nilai kalor TPA Penujah 6553,2 kkal/kg, dan menghasilkan briket RDF 1 sebanyak 274.057 briket perhari atau 342 briket/rumah dalam sehari, dan briket RDF 2 sebanyak 127.973 briket perhari 159 briket/rumah dalam sehari. Sampel yang terbaik adalah briket RDF 2 yang bernilai kalor 4228 kkal/kg dengan nilai kadar air, abu, *volatile matter*, dan *fix carbon* sebesar 6,59%, 2,25%, 70,45%, dan 20,19%.

Kata kunci— *Briket RDF; Kabupaten Tegal; Sampah*

## 1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan hasil kegiatan manusia yang sudah tidak terpakai lagi. Sampah bisa berupa plastik, kertas, karet, dan lain-lain. Sampah yang dihasilkan berasal dari berbagai tempat seperti rumah, sekolah dan rumah sakit. Sebagian besar sampah yang dihasilkan manusia dibuang begitu saja tanpa diolah terlebih dahulu.

Kabupaten Tegal saat ini masih bermasalah dengan sampah-sampah yang hanya dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) metode *landfill* atau penimbunan kembali yang menghasilkan 737,85 m<sup>3</sup> sampah perhari [1]. Persentase masing-masing komponen sampah ialah plastik 42,5%, organik 33%, kertas 15,3%, karet/kulit 2,5%, kain 2%, kaca 1,4%, logam 1,25%, kayu 1% dan lain-lain 1% [1].

Permasalahan sampah tersebut dapat diatasi dengan mengolah sampah tersebut menjadi *Refused Derived Fuel* (RDF). RDF adalah bahan bakar alternatif yang berasal dari sampah yang mudah terbakar. Sebelum dibuat menjadi RDF, sampah-sampah dipisahkan mana yang mudah terbakar misalnya sampah kayu, plastik, dan kertas, dengan sampah yang tidak mudah terbakar, misalnya sampah logam dan kaca [2]. Setelah dipisahkan, sampah-sampah tersebut akan diolah menjadi briket RDF yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Pembuatan RDF dapat memberikan kontribusi penanganan sampah di kabupaten Tegal yang belum diolah dengan baik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### a. Prosedur penelitian

- 1) *Pembuatan briket RDF*. Penelitian ini melakukan pembuatan briket RDF dua sampel. Briket RDF 1 dengan komposisi sampah kertas, kayu, dan kain masing-masing 17,5% dengan komposisi perekat tapioka 47,5% dari massa total 20 gram. Sedangkan Briket RDF 2 dengan komposisi sampah kain, kayu, dan kertas 50%, 30%, 10% dengan komposisi perekat tapioka 10% dari massa total 15 gram. Bahan baku sampah kertas dan kayu dipotong menggunakan menggunakan gunting kertas, sementara sampah kayu menggunakan blender. Pencetakan briket RDF menggunakan pipa PVC didiamkan selama dua hari untuk briket RDF 1 dan satu hari untuk briket RDF 2. Pengeringan dilakukan selama 7 hari dibawah sinar matahari.

\* Corresponding author: [hafizadityahendaru@gmail.com](mailto:hafizadityahendaru@gmail.com)



a)

b)

**Gambar 1 Briket RDF: a) briket RDF 1; b) briket RDF 2.**

- 2) *Pengujian briket RDF.* Ada tiga pengujian briket RDF kedua sampel, yang pertama dengan memanaskan air sampai mendidih dengan menggunakan kompor. Pengujian kedua ialah pengujian nilai kalor dengan menggunakan bom calorimeter di laboratorium. Pengujian ketiga ialah pengujian proximate analysis yang menguji kadar air, kadar abu, volatile matter, dan fixed carbon kedua sampel briket RDF di laboratorium.

#### **b. Alat-alat yang digunakan**

- 1) *Kompor RDF.* Berikut ini spesifikasi kompor RDF yang digunakan untuk pengujian bakar briket yang memanaskan air 1000 ml:

Nama alat: Kompor Zanjabil Gen 4

Dimensi : 230 mm x 160 cm

Bahan : Aluminium



**Gambar 2 Kompor RDF.**

- 2) *Gas Portable dan Torch.* Gas portable digunakan sebagai bahan bakar penyundut briket RDF yang diuji pembakaran di kompor RDF dengan memanaskan air 1000 ml sampai mendidih. Gas portable dilengkapi dengan torch sebagai media untuk menyundut briket RDF yang diuji di kompor RDF. Berikut ini spesifikasi gas portable yang digunakan:

Merek : Pertamina Bright Gas

Volume gas : 220 ml



**Gambar 3 Gas Portable.**

- 3) *K Type Digital Thermometer dan Thermocouple Probe*. *K Thermocouple Probe* digunakan untuk mengukur temperatur air mendidih dan nyala api, untuk menampilkan angka temperatur menggunakan *K type digital thermometer*. Berikut ini spesifikasi *K type digital thermometer* yang digunakan untuk mengukur temperatur air saat mendidih dan nyala api briket:

Dimensi : 25 mm x 70 mm x 105 mm  
Rentang Pengukuran: -50°C s/d 1300°C



**Gambar 4 K Type Digital Thermometer.**

- 4) *Panci*. Panci digunakan sebagai media air untuk dipanaskan sampai mendidih dengan briket RDF yang dibakar di kompor RDF. Panci ini memiliki diameter 23 cm serta tinggi 16 cm.



**Gambar 5 Panci.**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Potensi Nilai Kalor Sampah di TPA Penujah, Kabupaten Tegal

**TABEL 1 MASSA SAMPAH TPA PENUJAH PERHARI BESERTA NILAI KALOR ACUAN.**

| Komponen Sampah | Massa Sampah (kg) | Nilai Kalor acuan (kkal/kg) |
|-----------------|-------------------|-----------------------------|
| Kayu            | 1.770,84          | 4.400                       |
| Tekstil         | 959,20            | 5.200                       |
| Kertas          | 9.595,74          | 3.588                       |

|         |           |       |
|---------|-----------|-------|
| Plastic | 20.287,19 | 8.000 |
| Karet   | 2.398     | 7.200 |
| Kulit   | 2.951,4   | 7.857 |

**TABEL 2 POTENSI KALOR SAMPAH YANG ADA DI TPA PENUJAH.**

| Komponen Sampah | Potensi Kalor (kkal/hari) |
|-----------------|---------------------------|
| Kayu            | 7.791.696                 |
| Tekstil         | 4.987.840                 |
| Kertas          | 34.429.515                |
| Plastic         | 162.297.520               |
| Karet           | 17.265.600                |
| Kulit           | 21.250.080                |
| <b>Total</b>    | <b>248.016.251</b>        |

Perhitungan potensi nilai kalor sampah di TPA Penujah dilakukan dengan menentukan potensi kalornya terlebih dulu dengan menggunakan persamaan di bawah ini [3]:

$$Potensi\ nilai\ kalor = massa\ sampah \left( \frac{kg}{hari} \right) \times nilai\ kalor\ acuan \left( \frac{kkal}{kg} \right) \quad (1)$$

Langkah pertama dengan menghitung massa masing-masing komponen sampah yang ada di TPA Penujah beserta nilai kalor acuan yang dijabarkan dalam tabel 1. Selanjutnya penghitungan potensi kalor di TPA Penujah yang dijabarkan dalam tabel 2. Setelah itu, dihitung kandungan nilai kalor per kilogram sampah dengan menggunakan persamaan di bawah ini [3]:

$$Kandungan\ Nilai\ Kalor = \frac{\Sigma\ potensi\ nilai\ kalor \left( \frac{kkal}{hari} \right)}{\Sigma\ massa\ sampah\ perhari \left( \frac{kg}{hari} \right)} \quad (2)$$

Sehingga didapat kandungan nilai kalor sampah-sampah yang ada di TPA Penujah :

$$Kandungan\ Nilai\ Kalor = \frac{248.016.251 \frac{kkal}{hari}}{37.962,33 \frac{kg}{hari}}$$

$$Kandungan\ Nilai\ Kalor = 6.533,2 \frac{kkal}{kg}$$

#### b. Banyaknya Briket yang Dapat Dihasilkan di TPA Penujah, Kabupaten Tegal

**TABEL 3 BANYAKNYA BRIKET RDF 1 YANG DAPAT DIHASILKAN DI TPA PENUJAH PER HARI.**

| Komponen sampah | Banyaknya briket RDF 1 (buah) | Banyaknya briket RDF 2 (buah) |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Sampah tekstil  | 274.057                       | 127.973                       |
| Sampah kayu     | 505.954                       | 393.520                       |
| Sampah kertas   | 2.741.640                     | 6.397.160                     |

Briket yang dapat dihasilkan di TPA Penujah, Kabupaten Tegal yang didapat pada tabel di atas ditentukan dengan menghitung massa sampah-sampah di TPA Penujah (sampah tekstil, kertas dan kayu) pada satu briket RDF 1 yaitu 3,5 gram dengan menggunakan persamaan:

$$Banyaknya\ briket = \frac{massa\ sampah\ di\ TPA\ (kg)}{komponen\ sampah\ per\ briket\ (kg/briket)} \quad (3)$$

Briket RDF 1 yang dapat dihasilkan di TPA Penujah dalam sehari adalah 274.057 buah dengan memakai perhitungan dari sampah tekstil, sementara briket RDF 2 yang dapat dihasilkan sebanyak 127.973 buah dengan memakai perhitungan dari sampah tekstil. Menurut data Direktorat Jendral Bina Pemerintahan Desa, Kementerian Dalam Negeri, Republik Indonesia, TPA Penujah, di sekitar kabupaten Tegal ada 800 rumah [4]. Sehingga banyaknya briket yang dapat digunakan per rumah yang dihasilkan di TPA Penujah per hari menggunakan persamaan di bawah ini:

$$banyak\ briket\ per\ rumah = \frac{banyak\ briket\ yang\ dihasilkan\ TPA\ perhari}{banyak\ rumah} \quad (4)$$

Sehingga didapat banyaknya briket per rumah dijelaskan pada tabel di bawah ini:

**TABEL 4 BANYAKNYA BRIKET PER RUMAH.**

| Referensi Briket | Banyaknya briket per rumah (buah) |
|------------------|-----------------------------------|
| Briket RDF 1     | 342                               |
| Briket RDF 2     | 159                               |

### c. Pengujian Pemanasan Air

Pengujian pemanasan air 1000 ml sampai mendidih dengan menggunakan briket RDF akan dijabarkan pada tabel di bawah ini:

**TABEL 5 PENGUJIAN PEMANASAN AIR.**

| Sampel Briket RDF | Temperatur Nyala Api (°C) | Waktu Pemanasan Air (detik) | Suhu Air Mendidih (°C) | Massa Briket Digunakan (gram) |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Briket RDF 1      | 626,6                     | 1464                        | 99 °C                  | 235                           |
| Briket RDF 2      | 766                       | 1200                        | 98,2                   | 120                           |

### d. Laju Pembakaran

Perhitungan laju pembakaran briket RDF menggunakan persamaan di bawah ini [5]:

$$LP = \frac{\Delta m}{\Delta T} \quad (5)$$

Dimana:

LP = laju pembakaran (kg/s)

$\Delta m$  = selisih antara massa briket sebelum dan sesudah terbakar (kg)

$\Delta T$  = rentang waktu (s)

Sehingga didapat laju pembakaran briket RDF kedua percobaan dijelaskan pada tabel di bawah ini:

**TABEL 6 LAJU PEMBAKARAN.**

| Sampel briket RDF | $\Delta m$ (kg) | $\Delta T$ (jam) | Laju Pembakaran (kg/jam) |
|-------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| Briket RDF 1      | 0,235           | 0,406            | 0,576                    |
| Briket RDF 2      | 0,12            | 0,2              | 0,36                     |

### e. Efisiensi termal

Perhitungan efisiensi termal pada kompor dilakukan dengan pengujian bakar briket RDF kedua percobaan dengan menggunakan persamaan di bawah ini [5]:

$$\eta_T = \frac{m_a C_p \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV} \quad (6)$$

Dimana:

$\eta_T$  = efisiensi termal (%)

$m_a$  = massa air (kg)

$C_p$  = kalor jenis air (4200 J/kg °C)

$\Delta T$  = selisih suhu (°C)

$\Delta m_a$  = massa air yang menguap (kg)

L = kalor penguapan air (2.268.000 J/kg)

$\Delta m_k$  = massa bahan bakar yang dibakar (kg)

LHV = nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)

Sehingga dengan memasukkan masing-masing parameter kedalam persamaan di atas,1 maka nilai efisiensi termal:

TABEL 7 NILAI EFISIENSI TERMAL.

| Sampel briket RDF | $m_a$ (kg) | Suhu awal (°C) | Suhu akhir (°C) | $\Delta m_a$ (kg) | LHV (kJ/kg) | Efisiensi Termal (%) |
|-------------------|------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------|----------------------|
| Briket RDF 1      | 1          | 30             | 99              | 0,073             | 15.260      | 12                   |
| Briket RDF 2      | 1          | 30             | 98,2            | 0,071             | 17.701      | 21                   |

#### f. Kalor yang dibutuhkan air

Perhitungan kalor yang dibutuhkan air pada pengujian pemanasan air dengan menggunakan briket RDF kedua percobaan dengan menggunakan persamaan di bawah ini [6]:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (7)$$

Dimana:

q = kalor yang dibutuhkan (Joule)

m = massa air (kg)

c = kalor spesifik air (4200 J/kg °C)

$\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

Sehingga dengan memasukkan masing-masing parameter kedalam persamaan di atas, maka kalor yang dibutuhkan air:

TABEL 8 NILAI KALOR YANG DIBUTUHKAN.

| Sampel briket RDF | Massa air (kg) | Suhu awal (°C) | Suhu akhir (°C) | Kalor yang dibutuhkan air (Joule) |
|-------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|
| Briket RDF 1      | 1              | 30             | 99              | 289.000                           |
| Briket RDF 2      | 1              | 30             | 98,2            | 286.800                           |

#### g. Densitas

TABEL 9 DENSITAS.

| Sampel briket RDF | Massa (gram) | Volume (cm <sup>3</sup> ) | Densitas (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------|
| Briket RDF 1      | 20           | 50,64                     | 0,397                          |
| Briket RDF 2      | 15           | 50,64                     | 0,298                          |

Perhitungan kalor yang dibutuhkan air pada pengujian pemanasan air dengan menggunakan briket RDF kedua sampel didapatkan dengan menggunakan persamaan dibawah ini [6]:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (8)$$

Dimana :

$\rho$  = densitas (gr/cm<sup>3</sup>)

m = massa (gram)

v = volume (cm<sup>3</sup>)

Nilai densitas briket RDF 1 yang berbahan sampah kertas, kain, dan kayu yang bernilai 0,397 gr/cm<sup>3</sup> lebih besar dari briket RDF percobaan kedua bernilai densitas 0,298 gr/cm<sup>3</sup> juga memiliki nilai terkecil setelah briket RDF 1. Nilai densitas kedua sampel yang kecil disebabkan oleh banyaknya rongga yang dimasuki udara. Selain itu, kurangnya penekanan briket pada saat pencetakan menggunakan pipa PVC yang hanya menggunakan tangan, tidak menggunakan alat penekan.

#### h. Hasil pengujian

TABEL 10 HASIL PENGUJIAN.

| Sampel pengujian | Kadar air (%) | Kadar abu (%) | Volatle Matter (%) | Fix carbon (%) | Nilai kalor (kkal/kg) |
|------------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------------|
| Briket RDF 1     | 10,96         | 1,19          | 70,96              | 16,77          | 3.645                 |
| Briket RDF 2     | 6,57          | 2,25          | 70,46              | 20,19          | 4.228                 |

Kadar air briket RDF 1 yang bernilai 10,96% lebih besar dari briket RDF 2 yang bernilai 6,57% disebabkan banyaknya kadar tapioka dalam briket yang mencapai 47,5% dibandingkan dengan percobaan kedua yang hanya 10%. Banyaknya kadar tapioka dapat meningkatkan kadar air karena tapioka yang

cenderung menyerap air. Selain itu, nilai kadar air briket RDF 1 tidak memenuhi syarat SNI 2365-200 yang bernilai maksimal 8%, sedangkan briket RDF 2 memenuhi SNI 2365-200 yang bernilai maksimal 8% [7].

Kadar abu briket RDF 1 yang bernilai 1,19% lebih kecil dari briket RDF 2 yang bernilai 2,25% disebabkan oleh banyaknya kadar tapioka yang mencapai 47,5% dari massa total, 20 gram, dibandingkan dengan briket RDF 2 yang hanya 10% dari massa total, 15 gram. Banyaknya kadar tapioka memengaruhi kadar abu yang dihasilkan briket, semakin banyak kadar tapioka maka semakin kecil pula kadar abu yang dihasilkan. Selain itu, nilai kadar abu kedua sampel yang kecil, memenuhi syarat SNI 2365-200 yang bernilai maksimal 8% [7].

Nilai *volatile matter* briket RDF 1 yang bernilai 70,96% yang tidak terlalu jauh perbedaannya dari briket RDF 2 yang bernilai 70,46% disebabkan oleh bahan-baku briket kedua percobaan yang cenderung volatilnya tinggi, sampah kertas, kain, dan kayu. Selain itu, *volatile matter* kedua sampel yang besar tidak memenuhi syarat SNI 2365-200 yang bernilai maksimal 15% [7]. Nilai *volatile matter* juga dipengaruhi oleh banyaknya kadar tapioka pada briket, semakin banyak kadar tapioka, maka semakin besar pula kadar volatil dari briket. Hal ini ditegaskan oleh Julham P. Pane et al dalam penelitian RDF pelepah aren yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar tapioka, maka kadar *volatile matter* semakin tinggi juga [8].

Nilai *fix carbon* briket RDF 1 bernilai 16,77% yang lebih kecil dari briket RDF 2 yang bernilai 20,19% disebabkan oleh banyaknya kadar tapioka yang dapat menurunkan nilai *fixed carbon*. Selain itu, nilai *fix carbon* sampel yang kecil, tidak memenuhi syarat SNI 2365-200 yang bernilai minimal 77% [7], juga disebabkan oleh bahan-bahan baku yang memiliki kadar karbon yang kecil yang terdiri dari sampah kertas, kain, dan kayu. Selain itu, kadar *fix carbon* yang rendah juga dipengaruhi oleh kadar *volatile matter* yang tinggi. Hal ini ditegaskan oleh Julham P. Pane et al dalam penelitian RDF pelepah aren yang menyatakan bahwa semakin tinggi *volatile matter*, maka semakin rendah pula kadar *fix carbon* [8].

Nilai kalor briket RDF 1 bernilai 3645 kkal/kg yang lebih kecil dari briket RDF 2 bernilai 4228 kkal/kg disebabkan oleh banyaknya kadar tapioka dalam briket percobaan pertama. Nilai kalor kedua sampel tidak memenuhi syarat SNI 2365-200 yang bernilai minimal 5000 kkal/kg [7]. Selain itu nilai kalor kedua sampel juga dipengaruhi oleh kadar *volatile matter* yang tinggi serta *fix carbon* yang rendah. Kadar *volatile* memengaruhi nilai kalor yang dihasilkan briket, semakin tinggi kadar *volatile*, maka semakin rendah nilai kalornya, begitu pula dengan sebaliknya. Semakin tinggi *fix carbon*, maka semakin tinggi pula nilai kalornya, begitu pula sebaliknya. Hal ini ditegaskan oleh Julham P. Pane et al dalam penelitian RDF pelepah aren yang menyatakan bahwa semakin tinggi *fix carbon*, maka semakin tinggi pula nilai kalor [8].

## KESIMPULAN

1. *Refused Derived Fuel* (RDF) dibuat dengan bahan baku sampah kertas, kain, dan kayu yang masing-masing komponen direduksi dengan ukuran sekitar 5 mm dengan menggunakan gunting kertas. RDF yang dibuat menggunakan tepung tapioka sebagai perekat, dan menggunakan air sebagai cairan pencampur.
2. Kadar abu, kadar air, *volatile matter*, dan *fixed carbon*, densitas, dan nilai kalor yang dihasilkan oleh briket RDF 1 adalah 1,19%, 10,965 %, 70,961%, 16,77%, 0,166 kg/cm<sup>3</sup>, dan 3.645 kkal/kg Sementara untuk briket RDF 2 sebesar 2,25%, 6,57%, 70,451%, 20,19%, 0,166 kg/cm<sup>3</sup>, dan 4.228 kkal/kg.
3. Persentase sampah pada briket RDF 1 ialah sampah kertas 17%, sampah kain 17%, dan sampah kayu 17%. Sedangkan briket RDF 2 ialah sampah kertas 10%, sampah kain 50%, dan sampah kayu 30%.
4. Potensi nilai kalor sampah di TPA Penujah Kabupaten Tegal yang dapat digunakan sebagai RDF perhari ialah 6.599 kkal/kg. Selain itu, TPA Penujah dapat menghasilkan briket RDF 1 sebanyak 274.057 briket perhari yang dapat dibagikan kesetiap rumah 342 briket, sementara briket RDF 2 sebanyak 127.973 briket perhari yang dapat dibagikan kesetiap rumah 159 briket.
5. Pengujian bakar briket RDF 1 di kompor RDF dengan membakar sepuluh buah briket yang dapat mendidihkan air selama 12 menit 30 detik dengan temperatur nyala api sebesar 626,6 °C dan lama nyala api 24 menit 24 detik. Sedangkan untuk pengujian bakar briket RDF 2 di kompor RDF dengan membakar delapan briket yang dapat mendidihkan air selama 5 menit 40 detik dengan temperature nyala api 766 °C dan lama nyala api 20 menit.

---

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila yang telah memberikan fasilitas-fasilitas untuk melaksanakan penelitian yang kami lakukan hingga penelitian selesai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] M. Alexander. Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin. *Neraca Masa Dan Neraca Energi Pengelolaan Sampah Terpadu – Penujah Kabupaten Tegal*. **8,3** :129–138(2018)
- [2] M. F. Rania, I. G. E. Lesmana, E. Maulana. SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin. *Analisis Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) Dari Sampah Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Di Kabupaten Tegal Sebagai Bahan Bakar Incinerator Pirolisis*. **13,1**:51-58(2019)
- [3] C. A. Bimantara. *Analisa Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah Unit Pengolahan Sampah (UPS) di Kota Depok (Studi Kasus UPS Grogol, UPS Permata Regency, UPS Cilangkap)*. [Analysis of Potential Refuse Derived Fuel (RDF) from Waste Management Unit (UPS) in Depok City (Case Study of UPS Grogol, UPS Permata Regency, UPS Cilangkap)] [Undergraduated Thesis] Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia (2012). [in Bahasa Indonesia]. p. 28
- [4] Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa, Kementerian Dalam Negeri RI “*Jumlah Penduduk dan Kepala Keluarga Desa Penujah Kabupaten Tegal*. [Online] from [http://prodeskel.binapemdes.kemendagri.go.id/gipenduduk\\_detil/](http://prodeskel.binapemdes.kemendagri.go.id/gipenduduk_detil/) (2022) [Accessed on 13 January 2022].
- [5] P. Pambudi, S. Widodo, K. Suharno. J. Mer-C. *Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Udara Terhadap Efisiensi Kompor Biomassa*. **2,1**(2019)
- [6] J. P. Holman. *Heat Transfer*. 10th ed, McGraw-Hill, New York (2010). p. 2
- [7] N. Iskandar, S. Nugroho, M. F. Feliyana. J. Ilm. Momentum. *Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI*. **15,2**:103-108(2019)
- [8] J.P. Pane, E. Junary, N. Herlina. J. Tek. Kim. *Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku pelepah Aren (Arenga pinnata)*. **4,2** :32-38(2015)