

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Briket

Briket merupakan salah satu alternatif bahan bakar yang berasal dari batubara, serbuk kayu gergaji, tempurung kelapa dan lainnya yang bisa dijadikan bahan bakar padat. Briket arang dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan yang memiliki nilai karbon tinggi dan dengan memampatkannya pada tekanan tertentu serta memanaskan pada suhu tertentu sehingga kadar airnya bisa ditekan seminimum mungkin sehingga dihasilkan bahan bakar yang memiliki densitas yang tinggi, nilai kalor yang tinggi serta asap buangan yang minimum (Kurdiawan *et al*, 2013).



Briket Tempurung Kelapa 1



Briket Tempurung Kelapa 2

**Gambar 2.1** Macam-Macam Bentuk Briket

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Gambar 2.1 menampilkan bentuk briket yang digunakan dalam penelitian. Briket tempurung kelapa 1 merupakan briket yang diperoleh dari *marketplace* yang ada di kota Palembang (*ACE Hardware*), sedangkan briket tempurung kelapa 2 merupakan briket buatan anggota tim yang meneliti variasi bahan bakar pada kompor. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket adalah berat jenis bahan bakar atau berat jenis bahan baku, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan

tekanan pada saat dilakukan pencetakan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket.

Pemanfaatan briket sebagai bahan bakar dapat menghemat waktu dan biaya karena briket mempunyai nilai kalor yang tinggi (Stanley, 2012). Patabang (2012), bahan biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari :

1. Limbah pengolahan kayu seperti : *logging residues, bark, saw dusk, shavinos, waste timber.*
2. Limbah pertanian seperti : jerami, sekam, ampas tebu, daun kering.
3. Limbah bahan berserat seperti : serat kapas, goni, sabut kelapa.
4. Limbah pengolahan pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian, kulit-kulitan.
5. Selulosa seperti, limbah kertas, karton.

Dalam pemilihan bahan baku biobriket, karakteristik serta asal usul bahan harus diperhatikan. Meskipun biomassa memiliki kandungan karbon yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi namun, setiap biomassa tentunya memiliki kadar yang berbeda-beda. Semakin tinggi nilai karbon dari biomassa tersebut maka semakin tinggi pula nilai kalornya. Karakteristik yang harus dimiliki oleh briket adalah :

1. Kadar air

Kandungan air yang tinggi dapat menyulitkan penyalaan sehingga briket sulit terbakar karena itu nilainya mempengaruhi nilai kalor. Sesuai dengan standar nasional Indonesia, kadar air briket yang baik adalah kurang dari 8%. (Arni dkk, 2014).

2. Kadar abu

Abu merupakan bahan organik yang tidak dapat terbakar lagi sehingga menjadi sisa akhir dari pembakaran. Salah satu penyusun abu adalah silika. Kadar abu mempengaruhi nilai kalor, semakin kecil kadar abu maka semakin tinggi nilai kalornya (Edy Wibowo 2019). Dalam persyaratan SNI sendiri nilai kadar abu briket adalah kurang dari 8% (Arni dkk, 2014).

3. Kadar zat volatile

Zat volatile adalah zat yang dapat menguap sebagai dekomposisi zat-zat yang masih terdapat didalam arang selain air. Kandungan zat volatile memang dapat mempermudah proses penyalaan briket, namun kadarnya yang tinggi akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat dinyalakan, apabila CO bernilai tinggi hal ini tidak baik untuk kesehatan dan lingkungan sekitar. Standard SNI untuk kandungan volatile adalah maksimal 15% (Kurniawan dkk, 2019).

#### 4. Karbon tertambat

Karbon terikat menunjukkan jumlah arang yang tersisa setelah tahap devolatilisasi yaitu tahap pembakaran biomassa hingga semua komponen volatil teruapkan. Dalam standard mutu SNI briket yang baik memiliki nilai karbon tertambat sebesar 77% (Kurniawan dkk, 2019).

#### 5. Nilai kalor

Nilai kalor adalah standar mutu yang sangat menentukan kualitas dari briket. Semakin tinggi nilai kalor dari suatu briket maka semakin baik pula energi yang dimanfaatkan. Nilai kalor briket tercermin dari kadar karbon terikat pada suatu produk. Standard yang digunakan oleh SNI untuk nilai kalor briket minimal 5000 kal/gram (Kurniawan dkk, 2019).

Berdasarkan proses pembuatannya briket terdiri atas dua jenis yakni briket yang terkarbonisasi dan briket non karbonisasi. Di Indonesia biobriket untuk bahan baku kayu, kulit keras dan batok kelapa telah memiliki standar yaitu SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan nomor SNI 01-6235-2000. Standar mutu biobriket berdasarkan SNI ditampilkan pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Mutu Biobriket Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

<b>Parameter</b>	<b>Standar SNI</b>
Kadar Air (%)	$\leq 8$
Kadar Abu (%)	$\leq 8$
Kadar Karbon (%)	$\geq 77$
Nilai Kalor (kal/g)	$\geq 5000$
Kadar Zat Menguap (%)	$\leq 15$

(Sumber : Standar SNI No.1/6235/2000)

## 2.2 Kompor Biobriket

Kompor biobriket merupakan alat pemanfaatan yang dikhususkan untuk beberapa briket sebagai alat bakar baik skala rumah tangga, rumah makan ataupun industri rumahan. Dalam kehidupan masyarakat benda ini sudah identik dengan harga yang terjangkau dan aman tanpa polusi. Perancangan kompor briket bertujuan untuk mendapatkan nilai kalor yang tinggi dan efisiensi yang maksimal dengan memanfaatkan batubara atau biomassa yang melimpah dan diproses menjadi briket, yang merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan. Biomassa adalah semua yang berasal dari makhluk hidup, seperti kayu, tumbuh-tumbuhan, dedaunan, rumput, limbah pertanian, limbah rumah tangga, sampah dan lainnya. Komponen terpenting biomassa yang digunakan untuk pembakaran adalah selulosa dan ligno-selulosa. Komponen dan fungsi dari bagian-bagian kompor bioriket yaitu:

a. Ruang bakar

Bagian ruang bakar berfungsi sebagai tempat bahan bakar biomassa dan tempat dimana proses *combustion* berlangsung. Bagian ruang bakar ini terdiri dari dua lapis silinder yaitu tabung luar dan tabung dalam.

b. Lubang udara

Kompor biomassa gasifikasi terdapat 2 jenis lubang udara yaitu lubang udara primer dan lubang udara sekunder. Lubang udara primer mempunyai fungsi membantu proses pembakaran gasifikasi yang akan menghasilkan gas. Lubang udara sekunder mempunyai fungsi pembentukan gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi biomassa.

c. Jalur udara

Jalur udara merupakan tabung silinder kedua yang menyelimuti tabung ruang bakar untuk mengarahkan udara masuk ke tabung ruang bakar melalui lubang udara bagian tengah dan bagian atas.

d. Isolator

Isolator merupakan penahan panas dari kompor biomassa saat terjadi pembakaran di dalam ruang bakar. Tujuan dari adanya isolator juga sebagai *safety* dan agar panas yang dihasilkan dari ruang bakar dapat dimanfaatkan sebagai penghasil listrik menggunakan TEG (*thermoelectric generator*).

e. *Fan*

*Fan* merupakan alat yang menghasilkan udara untuk memenuhi kebutuhan udara selama terjadinya proses pembakaran di dalam ruang bakar.

f. *Hopper*

*Hopper* merupakan tempat penyimpanan atau *storage* bahan bakar yang digunakan sebelum dialirkan ke dalam ruang bakar. Tujuan dari hopper ini adalah untuk mempermudah penambahan bahan bakar saat proses pembakaran di dalam ruang bakar sedang berlangsung. Selain itu, terjadi proses *heating-up* atau pemanasan awal dengan memanfaatkan gas hasil pembakaran sehingga dapat mengurangi beban ruang bakar untuk membakar bahan bakar.

g. *Stack gas*

*Stack gas* merupakan saluran gas hasil pembakaran yang dimanfaatkan untuk *heating-up* bahan bakar yang berada di dalam *hopper*.

Besarnya energi yang dihasilkan oleh pembakaran suatu bahan bakar bergantung pada:

- Jumlah karbon yang dikandung dan bentuk senyawanya.
- Sempurna atau tidaknya pembakaran.
- Terjadinya pembakaran habis.

**Tabel 2.2** Klasifikasi Ukuran Kompor Briket Menurut SNI 7498:2008

<b>Kelas Kompor</b>	<b>Kapasitas Bahan Bakar (Briket)</b>	<b>Diameter Dalam Ruang Bakar</b>
Kompor Briket Kecil	< 2 kg	12,5 cm – 15 cm
Kompor Briket Sedang	2 kg – 5 kg	16 cm – 30 cm

(sumber : SNI 7498:2008)

Berdasarkan kompor biobriket yang dirancang terdapat beberapa istilah, seperti yang dijelaskan pada penelitian sebelumnya menurut Nyimas Lidya (2009).

- a. Udara pembakaran adalah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran yang terdiri dari udara primer, udara sekunder, dan udara tersier.

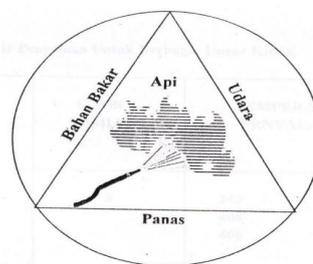
- b. Udara primer adalah udara yang dipasok dari bawah ruang bakar dan berkontak langsung dengan bahan bakar yang berfungsi untuk membakar komponen karbon tertambat dari briket.
- c. Udara sekunder adalah udara yang di pasok dari atas ruang bakar yang berfungsi untuk membakar komponen zat terbang sehingga menyempurnakan pembakaran unggun briket.
- d. Udara tersier adalah udara tambahan yang dipasok diatas udara sekunder yang berfungsi untuk membantu kesempurnaan pembakaran.

Pada rancangan kompor biobriket terbaru telah menggunakan blower pada bagian pemasok udara sehingga terjadi aliran udara dari atas menekan kebawah dalam tungku yang memberikan asupan udara yang lebih untuk memanaskan pembakaran briket sehingga panas yang dihasilkan lebih optimal (Wibisono, 2018). Blower berfungsi untuk mensuplai udara pada briket supaya mempercepat pembakaran briket dan memberikan panas yang sempurna. Proses pembakaran yang sempurna pada kompor biobriket tersebut dilihat dari dari waktu proses pembakaran suhu yang dihasilkan oleh pembakaran tersebut dan kualitas suplai udara yang masuk ke kompor briket tersebut.

### 2.3 Dasar-Dasar Pembakaran

Pembakaran akan terjadi bila terdapat 3 sumber yaitu :

1. Bahan bakar
2. Oksigen
3. Sumber nyala/panas



**Gambar 2.2** Segitiga Api

(Sumber : Samlawi,2017)

Ketiga unsur ini biasa disebut dengan segitiga pembakaran. Pada kondisi tertentu bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan sumber penyalan, pembakaran semacam ini disebut pembakaran spontan. Dasar – Dasar kecepatan pembakaran dan efisiensi pembakaran akan tergantung pada ”tiga T”, yaitu :

- a) *Time* (Waktu) Setiap reaksi kimia memerlukan waktu tertentu untuk pembakaran bahan bakar harus diusahakan tetap berada pada zona pembakaran di dalam ruang bakar pada waktu yang cukup seluruh bahan bakar akan terbakar dengan sempurna.
- b) Temperatur supaya proses pembakaran suatu zat dapat terjadi, maka temperatur dari zat tersebut harus berada pada suatu harga tertentu yang cukup untuk memulai terjadinya reaksi pembakaran. Harga temperatur ini tergantung pada komposisi kimia dari masing – masing zat dan temperatur ini disebut sebagai temperatur penyalan.
- c) Turbulensi Oksigen di dalam udara yang dialirkan ke ruang bakar ada kemungkinan dapat langsung mengalir ke cerobong tanpa kontak dengan bahan bakar. Hal semacam ini dapat di hindari dengan cara memusarkan aliran udara. Turbulensi udara akan membentuk percampuran yang baik antara udara bahan bakar sehingga akan diperoleh proses pembakaran yang sempurna. Oleh sebab itu faktor T tersebut harus selalu dijaga sebab :
  - Bila temperatur ruang bakar lebih rendah dari temperatur penyalan campuran, maka campuran tidak akan terbakar dengan baik, bahkan dapat mematikan nyala api (*flame failure*).
  - Bila hembusan yang terlalu kuat pada sisi masuk ruang bakar, turbulensi yang kurang baik, serta ukuran partikel bahan bakar yang terlalu besar akan menghasilkan suatu pembakaran yang kurang sempurna di dalam ruang bakar (Samlawi, 2017).

## 2.4 Proses Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi dari unsur oksigen dengan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar (reaksi oksidasi) yang berlangsung secara cepat maupun lambat pada suhu dan tekanan

tertentu. Pada reaksi oksidasi yang berlangsung cepat di hasilkan sejumlah energi elektromagnetik (cahaya), energi panas dan energi mekanik (suara). Pada semua jenis pembakaran, kondisi campuran udara dan bahan bakar merupakan faktor utama yang harus diperhatikan untuk mendapatkan campuran yang sempurna. Pada reaksi pembakaran pada unsur – unsur yang dapat terbakar dari bahan bakar menghasilkan pembebasan energi yang tergantung pada produk pembakaran yang terbentuk tiga unsur utama yang dapat terbakar pada sebagian besar bahan bakar adalah karbon, hidrogen dan belerang (Rosmana, 2020).

Dalam pembakaran adalah : “oksidasi cepat yang menghasilkan panas dan juga oksidasi lambat yang disertai oleh sedikit panas dan tanpa api”. Definisi ini menekankan pada dasarnya pembakaran merupakan proses transformasi energi antara ikatan kimia yang berupa panas dan dapat digunakan dalam berbagai cara, dengan kata lain pembakaran dapat menghasilkan api. Proses pembakaran sebagai oksidannya adalah udara yang pada kenyataannya mengandung 21% Oksigen 78% Nitrogen dan 1% merupakan unsur lain.

Untuk tujuan perhitungan, gas nitrogen dianggap hanya melewati proses pembakaran tanpa mengalami perubahan. Pada dasarnya proses pembakaran terdiri dari dua kondisi, yaitu :

1. Kondisi pembakaran stoikiometrik (teoritis)

Kondisi pembakaran stoikiometrik adalah dimana relatif jumlah bahan bakar dan udara secara teoritis dibutuhkan minimal untuk memberikan pembakaran yang sempurna, dan dapat dihitung melalui analisa pada bahan bakar gas yang bereaksi dengan oksigen.

2. Kondisi pembakaran dengan *excess air* (aktual)

Metode yang tepat untuk menentukan udara aktual didalam sebuah sistem pembakaran terhadap jumlah ketentuan teoritisnya diekspresikan sebagai ratio udara aktual yang digunakan (vol/vol bahan bakar) terhadap kebutuhan udara stoikiometrik (vol/vol bahan bakar) (Ibrahim, 2018).

## 2.5 Pemanfaatan Gas Hasil Pembakaran

Pembakaran pada kompor biomassa dilakukan secara kontinyu dengan adanya *hopper* sebagai *storage* bahan bakar sebelum masuk ke ruang bakar. Gas

panas hasil pembakaran di kompor biomassa dapat dimanfaatkan untuk *heating-up* bahan bakar yang berada di dalam *hopper*. Berdasarkan prinsip segitiga api, pembakaran membutuhkan udara, bahan bakar dan panas. Pemanfaatan gas hasil pembakaran untuk *heating-up* bertujuan untuk meningkatkan laju pembakaran di dalam ruang bakar. Pembakaran spontan dapat terjadi apabila terdapat oksigen yang kontak langsung dengan bahan bakar serta temperatur bahan bakar dapat disebabkan oleh tekanan atau reaksi kimia yang menghasilkan panas (Samlawi, 2017).

## 2.6 *Thermoelectric Generator*

Salah satu sumber energi alternatif baru yang potensial untuk menghasilkan energi listrik alternatif adalah *thermoelectric generator* (TEG). Generator ini kemudian dipasang pada kompor biomassa untuk dimanfaatkan panas buangnya dan kemudian diubah menjadi energi listrik. Material termoelektrik yaitu cukup diletakkan sedemikian rupa dalam kompor untuk mendapatkan limbah panasnya dan menghubungkan antara sumber sisi panas dan sisi dingin dengan dibantu dengan kipas, dimana mekanisme ini dapat menghasilkan sejumlah arus listrik. Termoelektrik merupakan alat yang memiliki prinsip fisika dalam kerjanya untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas, namun memiliki fungsi lain yang dapat dimanfaatkan pada termoelektrik yang jarang diketahui masyarakat yaitu kebalikannya dengan mengubah energi panas menjadi energi listrik. Awal fenomena termoelektrik ditemukan pada tahun 1821 pertamakalinya oleh seorang ilmuwan Jerman bernama Thomas Johann Seebeck. Ilmuwan tersebut mencoba menyambungkan tembaga dan besi dalam suatu rangkaian. Kemudian diantara logam tembaga dan besi diletakkan sebuah jarum kompas. Fenomena yang terjadi pada saat kedua logam tersebut diberi panas yaitu jarum kompas bergerak. Bergeraknya jarum kompas dapat dinyatakan bahwa adanya medan listrik pada kedua logam tersebut akibat adanya panas pada salah satu sisinya, fenomena tersebut disebut efek *Seebeck* (Rosyidi, dkk. 2021).

Prinsip kerja dari termoelektrik adalah berdasarkan efek *Seebeck* dimana ketika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya. Perbedaan suhu pada sambungan akan menimbulkan perbedaan tegangan pada ujung yang

satu dengan ujung yang lain, kemudian tegangan yang dihasilkan termoelektrik generator dapat langsung digunakan untuk menyalakan *fan* pada kompor biomassa. Untuk keperluan pembangkit listrik tersebut umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe n dan tipe p. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik. Terdapat tiga sifat bahan termoelektrik yang penting, yaitu :

- Koefisien *Seebeck* ( $s$ )
- Konduktivitas panas ( $k$ )
- Resistivitas ( $\rho$ )



**Gambar 2.3** Modul Termoelektrik Generator

(Sumber: Masid M, dkk. 2019)

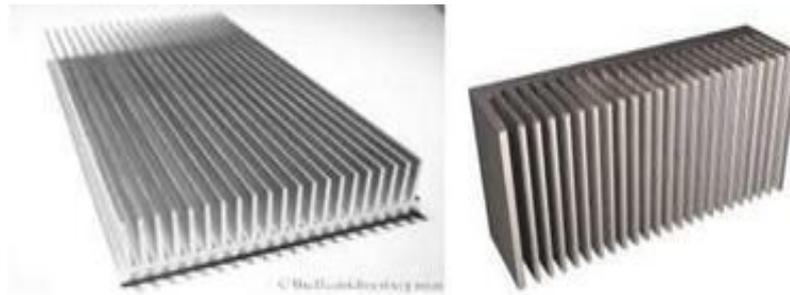
a. Efek *Seebeck*

Efek *Seebeck* merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur di antara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik akan terjadi. Prinsip ini lah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik). Setiap bahan memiliki koefisien *seebeck* yang berbeda-beda. Semakin besar koefisien *seebeck* ini, maka beda potensial yang dihasilkan juga semakin besar. Karena perbedaan temperatur disini dapat

diubah menjadi tegangan listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan *thermocouple*.

b. *Heatsink*

*Heatsink* adalah material yang dapat menyerap dan mendisipasi panas dari suatu tempat yang bersentuhan dengan sumber panas dan membuangnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 *Heatsink* digunakan pada beberapa teknologi pendingin seperti *refrijerasi*, *air conditioning*, dan radiator pada mobil.



Gambar 2.4 *Heatsink*

(Sumber: Masid M, dkk. 2019)

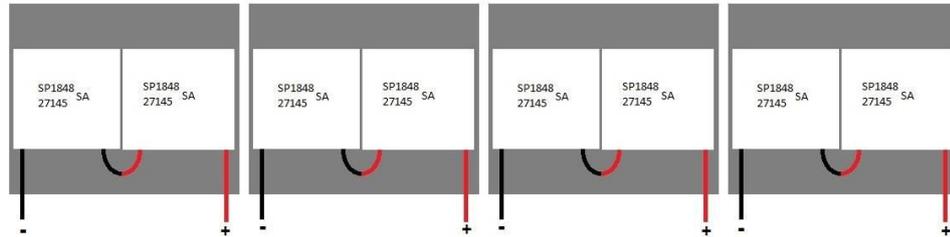
Sebuah *heatsink* dirancang untuk meningkatkan luas kontak permukaan dengan fluida disekitarnya, seperti udara. Kecepatan udara pada lingkungan sekitar, pemilihan material, desain sirip (atau bentuk lainnya) dan *surface treatment* adalah beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan termal dari *heatsink*. *Thermal adhesive* (juga dikenal dengan *thermal grease*) ditambahkan pada dasar permukaan *heatsink* agar tidak ada udara yang terjebak di antara *heatsink* dengan bagian yang akan diserap panasnya.

c. Proses Kerja Sistem

Saat termoelektrik generator diletakan pada benda panas maka termoelektrik generator tersebut akan mengubah energi menjadi panas disisi satu dan sisi yang satunya dingin, pada dinding termoelektrik yang dingin didistribusikan dengan *heatsink* dan kipas kemudian kipas bersirkulasi mendinginkan *heatsink* supaya pada dinding sisi dingin termoelektrik tetap stabil. Agar sisi yang panas dapat menghasilkan energi listrik yang maksimal dan kemudian listrik dapat digunakan untuk menyalakan lampu atau disimpan ke baterai.

d. Susunan Termoelektrik Generator Jika Menggunakan Rangkaian Seri

Susunan seri semikonduktor, rangkaian kapasitor secara seri akan mengakibatkan nilai kapasitansi total semakin kecil. Dibawah ini adalah contoh kapasitor yang dirangkai secara seri.



Gambar 2.5 Termoelektrik disusun secara seri

(Sumber: Masid M, dkk. 2019)

Pada rangkaian kapasitor seri, berlaku rumus :

$$C_{\text{Total}} = 1/c_1 + 1/c_2 + 1/c_3$$

Rangkaian seri yang cara kerjanya membagi arus yang dihasilkan dari komponen lain. Apabila ada tiga buah komponen yang dirangkai secara seri maka tegangan dari satu komponen memberikan sisa tegangan yang dihasilkan sehingga proses ini dapat mengurangi pemakaian tegangan sehingga 3 komponen hanya terhitung pada 1 komponen saja. Rangkaian seri sering juga di gambarkan dalam posisi diagonal, gunanya adalah agar dapat memahami dalam pembacaan pada gambar.

Kelebihan dari pemakaian susunan seri adalah lebih banyak menghemat daya yang dikeluarkan pada baterai. Kelebihan lainnya yang dimiliki susunan seri terdapat pada pengerjaan yang singkat, serta tidak memerlukan banyak penghubung pada penyambung jalur. Selain memiliki kelebihan, rangkaian ini juga memiliki kelemahan, adapun kelemahan pada rangkaian ini adalah karena menurunkan fungsi dari komponen itu sendiri karena mendapat tegangan yang kurang. Sebab harus berbagi dengan komponen lain.

## 2.7 Isolator

Isolasi termal adalah cara atau proses yang digunakan untuk mengurangi perpindahan panas (kalor). Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas disebut isolator. Energi panas (kalor) ditransfer secara

konduksi, konveksi, dan radiasi. Oleh karena itu, panas masih dapat lolos meskipun ada upaya untuk menutupinya, akan tetapi isolator berfungsi mengurangi panas yang lolos tersebut. Isolator digunakan untuk memperkecil perpindahan energi panas. Aliran panas dapat dikurangi dengan menangani satu atau lebih dari tiga mekanisme perpindahan panas dan tergantung pada sifat fisik bahan isolator yang akan digunakan. Menurut SNI 7498:2008 bahwa suhu permukaan dinding luar kompor, maksimum 55°C. Adapun syarat-syarat isolator yang baik yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis bahan yang akan dibuat sebagai isolator panas pada dinding kompor gas biomassa menurut (Burlian dan Ikhoirullah, 2014) adalah sebagai berikut:

1. Memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah
2. Bahan isolator yang digunakan mudah untuk didapatkan
3. Memiliki harga yang cukup ekonomis
4. Mudah dibuat dan dipasangkan pada dinding kompor

## **2.8 Water Boiling Test**

*Water Boiling Test* (WBT) adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui kinerja suatu tungku dalam skala laboratorium, dimana kondisi iklim, bahan bakar (kelembaban, spesies, bentuk), jenis alat masak, pemasak, termasuk cara mengoperasikan tungku dipertahankan sama disepanjang pengujian (Mulyanto dkk, 2016). Air berfungsi sebagai media transfer panas untuk menghitung besarnya energi yang dihasilkan oleh kompor. Dengan menggunakan metode *Water Boiling Test* (WBT).

Metode WBT mengukur temperatur air dan temperatur saat air menguap. Efisiensi termal dihitung dengan membandingkan jumlah panas yang diserap oleh air untuk kenaikan temperaturnya dan panas laten penguapan air terhadap panas yang dihasilkan dari pembakaran volatile matter yang terkandung dalam biomassa (Supramono, D. 2012).

Pada dasarnya pengujian WBT dibagi menjadi 3 bagian penting yaitu pengujian WBT *start* dingin, pengujian WBT *start* panas, dan pengujian WBT *simmering*. Prosedur dasar yang digunakan dalam metode WBT :

1. Metode WBT *start* dingin: yaitu pengujian dilakukan pada saat kompor dalam keadaan dingin, kemudian yang berada di dalam panci dipanaskan sampai airnya mendidih, setelah airnya mendidih kompor dimatikan dan catat waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air, massa air yang di uapkan, temperatur air setelah mendidih, massa bahan bakar yang tersisa, dan jumlah arang yang terbentuk.
2. Metode WBT *start* panas: yaitu hampir mirip dengan metode WBT *start* dingin tetapi pengujian dilakukan pada saat kompor dalam keadaan panas.
3. Metode *simmering*: yaitu pengujian dilakukan dengan cara menjaga suhu air yang telah mendidih supaya konstan selama 45 menit, dan suhu tidak boleh naik atau turun lebih dari 3°C dari suhu air yang telah mendidih tadi. Langkah selanjutnya mencatat waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air, massa air yang diuapkan, temperatur air setelah mendidih, massa bahan bakar yang tersisa, dan jumlah arang yang terbentuk.

Parameter yang dicari dalam WBT adalah waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air, jumlah bahan bakar yang digunakan dalam waktu tersebut, jumlah air yang menguap. Data-data tersebut dipakai untuk menghitung heat input, heat output, heat loss, efisiensi dan laju bahan bakar (*Fuel Consumption Rate*).

## 2.9 Pengaruh Jarak Pembakaran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Hasan Ashari (2014) menunjukkan bahwa jarak selubung dengan panci berpengaruh terhadap efisiensi sistem pemanasan menggunakan kompor gas. Semakin kecil jarak selubung dengan panci maka efisiensi semakin meningkat sampai maksimum kemudian menurun. Pada kompor biobriket pengaturan jarak yang dilakukan ditentukan berdasarkan banyaknya jumlah bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran. Jumlah bahan bakar tergantung pada pemanfaatan kompor tersebut untuk proses memasak. Jarak lubang udara juga mempengaruhi efisiensi pembakaran. Semakin tinggi jarak lubang udara pada tungku maka *boiling time* akan semakin cepat karena suplay udara yang dapat kontak dengan bahan bakar

semakin baik sehingga suhu panas yang dihasilkan baik dan waktu pemanasan menjadi lebih cepat. Proses pembakaran yang lebih baik menghasilkan laju pembakaran yang lebih besar, yang berarti jumlah energy pembakaran meningkat sehingga suhu pembakaran meningkat (Arif Mulyanto, 2016).

## 2.10 Kinerja Kompor Biomassa SNI 7926:2013

Standar menetapkan persyaratan minimal kerja meliputi konsumsi spesifik bahan bakar, efisiensi pembakaran, efisiensi termal, dan syarat keamanan dalam penggunaan.

### 2.10.1 Konsumsi spesifik bahan bakar

Tungku dinyatakan lulus uji konsumsi spesifik bahan bakar bila nilai  $S_c$  maksimum 1kg/jam. Untuk menghitung konsumsi spesifik bahan bakar  $S_c$  dapat menggunakan rumus (SNI 7926:2013) :

$$S_c = \frac{\Delta m_k}{\Delta t}$$

Keterangan :

$\Delta m_k$  = massa bahan bakar yang telah dibakar/digunakan selama pengujian (kg)

$\Delta t$  = lama waktu pengujian (jam)

### 2.10.2 Efisiensi pembakaran

Efisiensi pembakaran merupakan besaran yang menyatakan tingkat kesempurnaan proses pembakaran yang ditandai oleh minimnya kandungan gas karbon monoksida di dalam gas hasil bakar. Efisiensi pembakaran dihitung dari konsentrasi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di dalam gas hasil bakar. Tungku dinyatakan lulus uji efisiensi pembakaran bila nilai  $\eta_c$  minimal 0,96 atau rasio  $N(\text{CO})/N(\text{CO}_2)$  maksimal 0,04. Perhitungan efisiensi pembakaran dapat menggunakan rumus (SNI 7926:2013) :

$$\eta_c = 1 - \frac{N_{CO}}{N_{CO_2}}$$

### 2.10.3 Efisiensi termal

Efisiensi termal adalah perbandingan antara kalor yang diserap oleh bahan yang dimasak terhadap nilai kalor netto biomassa. Tungku dinyatakan lulus uji efisiensi termal jika hasil uji memenuhi nilai minimal 20%. Perhitungan efisiensi termal dapat dilakukan menggunakan rumus (SNI 7926:2013) :

$$\eta_T = \frac{m_a C_p \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV}$$

Keterangan :

$m_a$  = massa air (kg)

$C_p$  = kalor jenis air (4.180 J/kgC)

$\Delta T$  = selisih suhu akhir air terhadap suhu awal air (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 telah dibakar/digunakan (kg)

$LHV$  = nilai kalor netto bahan bakar.

### 2.10.4 Syarat keamanan dalam penggunaan

Syarat keamanan dalam penggunaan kompor briket menurut SNI 7926:2013

1. Tungku tidak boleh ada sisi dan sudut/ujung yang tajam agar tidak membahayakan pengguna.
2. Pada sisi depan badan luar tungku diberi tulisan “Awas panas!” dan symbol bahaya api yang dapat dilihat dengan jelas pada jarak minimal satu meter.
3. Ketika digunakan, tungku beserta panci tidak terguling pada kemiringan sampai 15 derajat.
4. Pada setiap tungku dilengkapi dengan gagang pengangkat handel (pegangan) yang dilapisi penyekat panas sehingga dapat memindahkan tungku dengan mudah dan aman.
5. Setiap tungku biomassa dilengkapi dengan dokumen prosedur penggunaannya.