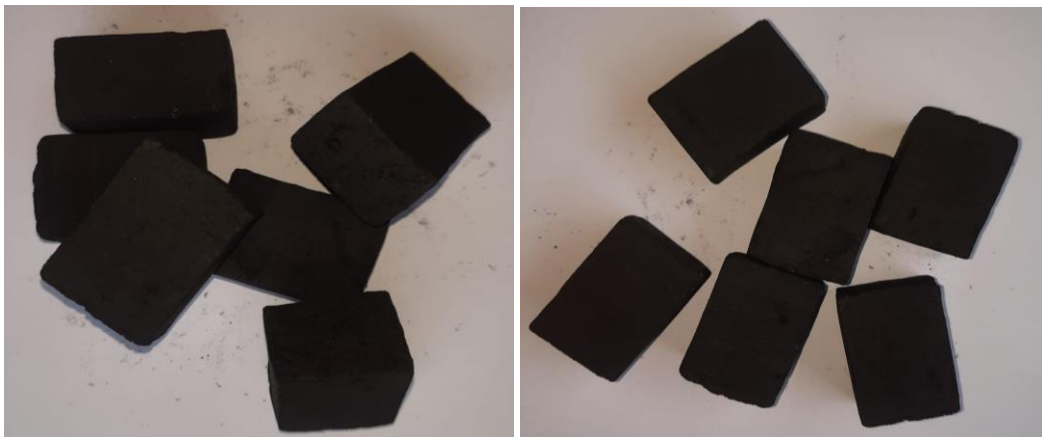


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Briket

Briket merupakan sumber energi terbarukan yang berasal dari biomassa yang bisa digunakan sebagai energi alternatif pengganti minyak bumi dan energi lain yang berasal dari fosil. Briket terbuat dari suatu bahan berupa serbuk potongan-potongan kecil yang dipadatkan dengan menggunakan mesin press dengan dicampur bahan perekat sehingga menjadi bentuk solid. Perubahan ukuran material tersebut dilakukan melalui proses penggumpalan dengan penekanan dan penambahan atau tanpa penambahan bahan pengikat. 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 dkk, 2013)

Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal adalah, antara lain : (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*) dan lain-lain. Kemudian adapun 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. Pada penelitian ini menggunakan biobriket berbentuk balok dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Briket Berbentuk Balok

2.1.1 Bahan baku

Briket dapat dibuat dari bermacam- macam bahan baku, seperti ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji, dll. Bahan utama yang harus terdapat di dalam bahan baku adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa semakin baik kualitas briket, briket yang mengandung zat terbang yang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap. Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembriketan maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang kompak. Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut :

1. Memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batubara.
2. Mudah terbakar dan tidak berasap.
3. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
4. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya

2.1.2 Bahan Perekat

Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitas perekat itu sendiri, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Lestari dan Tjahjani, 2015)

1. Pengikat Anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung (tanah liat), natrium silikat.

2. Pengikat Organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin. Adapun bahan perekat organik yang umumnya digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung tapioka dan sagu aren.

- a) Tepung Tapioka dalam pembuatan biobriket diperlukan perekat ataupun pengikat yang berfungsi untuk merekatkan partikel- partikel zat dalam bahan baku (bioarang) pada proses pembuatan briket. Tepung tapioka termasuk merupakan salah satu jenis bahan perekat organik dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Dipilihnya perekat tepung tapioka ini dikarenakan harganya murah serta mudah didapat.
- b) Sagu Aren merupakan salah satu pengikat organik selain tepung tapioka, sagu aren memiliki kadar karbohidrat cukup tinggi dan ketersediaannya cukup melimpah khususnya didaerah yang memiliki usaha perkebunan aren. Sebagai sumber karbohidrat, sagu aren juga memiliki pati dari amilosa dan amilopektin yang menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam briket arang seperti halnya tapioka (Thoha dan Fajrin, 2010).

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. Berikut adalah standar mutu biobriket berdasarkan SNI.

Tabel 2.1 Mutu Biobriket Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Parameter	Standar SNI
Kadar Air (%)	≤ 8
Kadar Abu (%)	≤ 8
Kadar Karbon (%)	≥ 77
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 5000
Kadar Zat Menguap (%)	≤ 15

(Sumber : SNI 01-6235-2000)

2.2 Kompor Biobriket

Kompor biobriket merupakan kompor berbahan bakar biomassa padat. Bahan biomassa adalah semua yang berasal dari makhluk hidup, seperti kayu, tumbuh-tumbuhan, dedaunan, rumput, limbah pertanian, limbah rumah tangga, sampah dan lain-lainnya. Komponen terpenting biomassa yang digunakan untuk pembakaran adalah *selulosa* dan *ligno-selulosa*. Sejauh ini biomassa padat terutama kayu sudah dimanfaatkan secara tradisional untuk memasak di daerah-daerah pedesaan, baik melalui dapur tradisional maupun pembakaran langsung. Namun, kualitas pembakaran yang buruk mengakibatkan efisiensi pembakaran biomassa sangat

rendah. Disamping itu, asap pembakaran mengakibatkan polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan.

Komponen dan fungsi dari bagian-bagian kompor biomassa yaitu:

a. Ruang bakar

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

b. Lubang udara

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

c. *Ash Storage*

Ash storage merupakan tempat penampungan abu sisa pembakaran dari biobriket yang sudah tidak dapat terbakar lagi

d. *Stack gas*

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

e. *Hopper*

Hopper merupakan tempat penampungan bahan bakar (biobriket) sebelum dialirkan ke dalam ruang bakar. Di dalam *hopper* juga dilakukan pemanasan awal (*heating up*) dengan memanfaatkan gas hasil pembakaran yang bertujuan untuk menaikkan temperatur bahan bakar sehingga dapat mengurangi beban ruang bakar untuk membakar bahan bakar.

f. *fan*

Berfungsi untuk mensuplai udara primer pembakaran ke dalam ruang bakar sehingga proses pembakaran dapat terjadi dengan sempurna.

g. 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.

Tabel 2.2 Klasifikasi Ukuran Kompor Briket Menurut SNI 7498:2008

Kelas Kompor	Kapasitas Bahan	Diameter Dalam
	Bakar (Briket)	Ruang Bakar (<i>Gasifier</i>)
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).

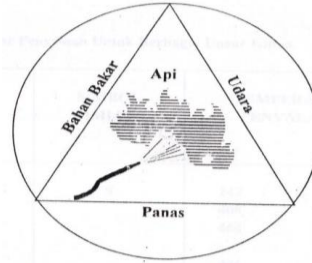
- a. Udara pembakaran adalah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran yang terdiri dari udara primer, udara sekunder, dan udara tersier.
- b. Udara primer adalah udara yang dipasok dari bawah ruang bakar dan berkontak langsung dengan bahan bakar yang berfungsi untuk membakar komponen karbon tertambat 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 akan berfungsi 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 penyalaan 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)

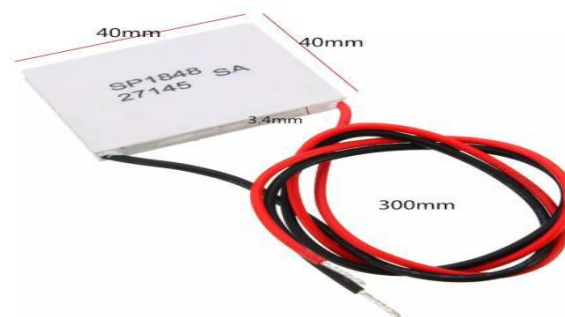
Metode yang tepat untuk menentukan udara aktual didalam sebuah sistem pembakaran terhadap jumlah ketentuan teoritisnya diekspresikan sebagai ratio udara aktual yang digunakan (vol/vol bahan bakar) terhadap kebutuhan udara stoikiometrik (vol/vol bahan bakar) (Ibrahim, 2018).

2.5 *Thermoelectric Generator*

Salah satu sumber energi alternatif baru yang potensial untuk menghasilkan energi listrik alternatif adalah *thermoelectric generator* (TEG). Generator ini kemudian dipasangkan 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. *Thermoelectric generator* merupakan alat yang memiliki prinsip fisika dalam kerjanya untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas, namun memiliki fungsi lain yang dapat dimanfaatkan pada *thermoelectric generator* yang jarang diketahui masyarakat yaitu kebalikannya dengan mengubah energi panas menjadi energi listrik. Awal fenomena thermoelectric generator 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*.

Prinsip kerja dari *thermoelectric generator* 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 *thermoelectric 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 (ρ)



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)

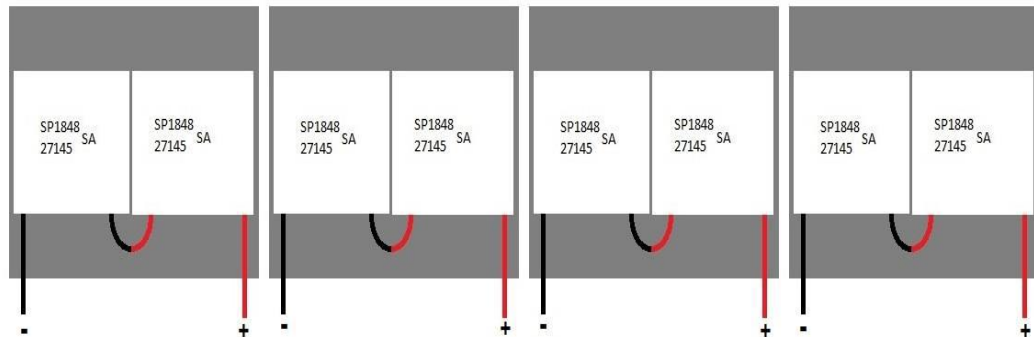
Sebuah *heatsink* dirancang untuk meningkatkan luas kontak permukaan dengan fluida disekitarnya, seperti udara. Kecepatan udara pada lingkungan sekitar, pemilihan material, desain sirip (atau bentuk lainnya) dan *surface treatment* adalah beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan thermal dari *heatsink*. *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 *Thermoelectric 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 *Thermoelectric Generator* 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.

2.6 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

2.7 *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.

2.8 Roadmap Penelitian

Tabel 2.3 Roadmap Penelitian

No.	Permasalahan	Perbaikan
1.	Cara memasukkan bahan bakar masih secara manual	Perlu dibuatkan aliran untuk memasukkan bahan bakar agar dapat mempermudah dalam proses penambahan bahan bakardan pembakaran dapat dilakukan secara berkelanjutan (<i>continue</i>).
	<ul style="list-style-type: none"> • Selilana dkk (2017) • Kamba dkk (2019) 	

Tabel 2.4 Lanjutan *Roadmap* Penelitian

No.	Permasalahan	Perbaikan
2.	<p>Abu hasil pembakaran masih diambil secara manual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pambudi dkk (2019) • Wakur dkk (2014) • Barita dkk (2019) • Zuhri Syaifudin (2017) 	<p>Perlu dibuatkan lubang pembuangan pada bagian bawah kompor yang nantinya akan ditempat disebuah wadah agar abu hasil pembakaran ini dapat ambil dengan mudah, sehingga saat pembakaran dilakukan secara berkelanjutan abu sisa pembakaran tidak menumpuk. Abu yang menumpuk dapat mempengaruhi pembakaran karna dapat menutup lubang saluran udara yang berada pada badan tabung.</p>
3.	<p>Latak dan jumlah lubang jalan masuk udara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arrahma dkk (2021) • Charisma dkk (2021) • Suwarsono dkk (2017) 	<p>Lubang udara berfungsi untuk tempat mengalirkan udara pembakaran ada baiknya letak lubang udara ini lebih baik berada diseluruh bagian wadah pembakaran (badan tabung, alas tabung dan bagian atas tabung) supaya udaraini dapat mengenai bahan bakar secara langsung dan menyeluruh sehingga dapat mempermudah dalam proses penyalaan api. Lubang udara harus dibuat lebih dari 40 lubang dikarenakan pada saat melebihi nilai tersebut maka didapatkan efisiensi termal >20% dimana sudah memenuhi standar SNI. Banyaknya jumlah lubang udara 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.</p>

Tabel 2.5 Lanjutan *Roadmap* Penelitian

No.	Permasalahan	Perbaikan
4.	<p>Belum banyak yang memanfaatkan panas hasil pembakaran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salsabila dkk (2019) • Masid dkk (2018) 	<p>Panas yang dihasilkan dari pembakaran biomassa dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan bantuan alat thermoelectric generator. Penambahan <i>Thermoelectric generator</i> (juga disebut <i>Seebeck generator</i>) adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut <i>efek Seebeck</i> (bentuk <i>efek termoelectric</i>).</p>
5.	<p>Tinggi dari wadah pembakaran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selilana dkk (2017) • Armansyah (2020) 	<p>Wadah tempat pembakaran harus dibuat tidak terlalu tinggi agar dapat mempermudah jalan api untuk membakar seluruh bahan bakar yang ada. ukuran wadah pembakaran yang baik yaitu dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm. Perlu ditambah lagi tabung bakar yang mempunyai tinggi lebih pendek untuk menampung bara arang biomassa sehingga panas yang tersisa dapat dimaksimalkan lagi.</p>
6.	<p>Pemilihan bahan untuk ruang bakar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Santoso dkk (2019) 	<p>Perancangan dinding utama kompor dengan bentuk silinder berongga terbuat dari pipa besi jenis galvanis pemilihan bahan ini karena lebih mudah ditemukan, harga terjangkau, serta mudah untuk dibentuk sesuai bentuk kompor. ukuran tempat pembakaran atau gasifier yaitu</p> <p>tinggi 20 cm</p> <p>diameter 10 cm</p> <p>volume tabung 15,7 m³</p>

Tabel 2.6 Lanjutan *Roadmap* Penelitian

No.	Permasalahan	Perbaikan
7.	Masih menggunakan energi listrik untuk menghidupkan fan	<p>Fan pada kompor biomassa sangat penting karna dapat berfungsi sebagai penyuplai udara pembakaran dan dapat mengatur besar kecilnya api yang dihasilkan dari proses pembakaran. Untuk menghidupkan fan ini membutuhkan energi listrik, inovasi yang dapat dikembangkan antara lain:</p> <p>Dapat menambahkan atau memasang Termoelectric Generator pada bagian dinding kompor sehingga panas yang dihasilkan dalam proses pembakaran dapat berpindah secara konduksi ke perangkat TEG yang nantinya akan mengkonversi energi panas menjadi energi listrik. Energi listrik ini nantinya dapat digunakan untuk menghidupkan fan sehingga tidak perlu menggunakan energi listrik dari stop kontak lagi.</p>
8.	Suplai Udara (blower) <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="392 1339 671 1368">• Wakur dkk (2014) <li data-bbox="392 1397 687 1426">• Santoso dkk (2018) <li data-bbox="392 1456 687 1485">• Luqman dkk (2020) 	Perlunya ditambahkan untuk suplai udara menggunakan kipas DC 12V 1.3A/ lebih. agar nyala api dapat bertahan selain dari udara suplai lubang.