

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Briket

Briket adalah sumber energi yang berasal dari biomassa yang bisa digunakan sebagai energi alternatif pengganti , minyak bumi dan energi lain yang berasal dari fosil. Briket dapat dibuat dari bahan baku yang banyak kita temukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti batok kelapa, sekam padi, arang sekam, serbuk kayu (serbuk gergaji), bongkol jagung, daun, dan lain sebagainya.

Pembuatan briket dilakukan dengan proses penekanan atau pemadatan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor per satuan luas dari suatu biomassa yang akan digunakan sebagai energi alternatif, sehingga dengan ukuran biomassa yang relatif kecil akan dihasilkan energi yang besar. Selain itu bentuk biomassa menjadi lebih seragam, sehingga akan lebih mudah dalam proses penyimpanan dan pendistribusian.

Pengertian Metrik dan Filler

Metrik sebagai bahan pengikat untuk menyusun material komposit yang fungsinya untuk mengikat bahan pengikat bersama-sama membentuk suatu struktur atau elemen material komposit. Bahan matrix yang digunakan pada penelitian ini ialah sekam padi, dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sekam padi banyak mengandung lignoselulosa, lignoselulosa yang menyebabkan timbulnya sifat kuat dan kaku.

Filler sebagai komposisi pendamping matrix dalam pembuatan briket juga penting, batu bara sebagai pendamping yang berfungsi untuk pengeras/penguat untuk mengetahui kepadatan sebuah briket itu sendiri.

2.2 Batubara

Batubara adalah suatu batuan sedimen tersusun atas unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. Dalam proses pembentukannya, batubara diselipi batuan yang mengandung mineral. Bersama dengan moisture, mineral ini merupakan pengotor batubara sehingga dalam pemanfaatannya, kandungan kedua materi ini sangat berpengaruh. Dari ketiga jenis pemanfaatan batubara, yaitu sebagai pembuat kokas, bahan bakar, dan batubara konversi, pengotor ini harus diperhitungkan karena semakin tinggi

kandungan pengotor, maka semakin rendah kandungan karbon, sehingga semakin rendah pula nilai panas batubara tersebut.

2.2.1 Proses pembentuk batu bara

Hampir seluruh pembentuk batu bara berasal dari tumbuhan. Jenis-jenis tumbuhan pembentuk batu bara dan umurnya menurut Diessel (1981) adalah sebagai berikut:

- **Alga**, dari Zaman Pre-kambrium hingga Ordovisium dan bersel tunggal. Sangat sedikit endapan batu bara dari periode ini.
- **Silofita**, dari Zaman Silur hingga Devon Tengah, merupakan turunan dari alga. Sedikit endapan batu bara dari periode ini.
- **Pteridofita**, umur Devon Atas hingga Karbon Atas. Materi utama pembentuk batu bara berumur Karbon di Eropa dan Amerika Utara. Tetumbuhan tanpa bunga dan biji, berkembang biak dengan spora dan tumbuh di iklim hangat.
- **Gymnospermae**, kurun waktu mulai dari Zaman Permian hingga Kapur Tengah. Tumbuhan heteroseksual, biji terbungkus dalam buah, semisal pinus, mengandung kadar getah (resin) tinggi. Jenis Pteridospermae seperti gangamopteris dan glossopteris adalah penyusun utama batu bara Permian seperti di Australia, India dan Afrika.
- **Angiospermae**, dari Zaman Kapur Atas hingga kini. Jenis tumbuhan modern, buah yang menutupi biji, jantan dan betina dalam satu bunga, kurang bergetah dibanding gymnospermae sehingga, secara umum, kurang dapat terawetkan.

2.2.2 Keunggulan Batu Bara

Batubara memiliki keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil lainnya, yaitu:

1. Jumlah batubara yang economically exploitable lebih banyak.
 2. Distribusi batubara di seluruh dunia lebih merata.
 3. Karena komposisi coal adalah CHONS + Ash, coal identik dengan bahan bakar yang kotor dan tidak ramah lingkungan.
 4. Dibanding bahan bakar fosil lainnya, jumlah kandungan C per mol dari batubara jauh lebih besar.
 5. Hal ini menyebabkan pengeluaran CO₂ dari batubara juga jauh lebih banyak.
-

6. Demikian juga dengan kandungan sulfur (S) dan nitrogen (N) nya yang bila keluar ke udara bebas bisa menjadi H₂SO₄ dan HNO₃ yang merupakan penyebab hujan asam.

2.2.3 Karakteristik batubara

Karakteristik batubara dapat dinyatakan berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia yang dimiliki. Karakteristik yang menunjukkan sifat fisiknya diantaranya nilai density, kekerasan, ketergerusan (grindability), warna dan pecahan. Sedangkan sifat kimianya batubara merupakan kandungan senyawa yang terkandung dalam batubara tersebut diantaranya kandungan karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur.

2.2.4 Sifat-sifat fisik batubara

a. Berat Jenis (specific Gravity)

Specific gravity batubara berkisar dari 1.25 g/cm³ hingga 1.70 g/cm³, pertambahannya sesuai dengan peningkatan derajat batubara. Specific gravity batubara turun sedikit pada lignit yaitu 1.5 g/cm³ hingga bituminous yaitu 1.25 g/cm³. Kemudian akan naik lagi menjadi 1.5 g/cm³ untuk antrasit hingga 2.2 g/cm³ untuk grafit.

b. Kekerasan

Kekerasan Batubara berkaitan dengan struktur batubara yang ada, keras atau lemahnya tergantung jenis batubaranya.

c. Warna

Warna batubara bervariasi mulai dari berwarna coklat pada lignit hingga warna hitam legam pada antrasit. Warna variasi litotipe (batubara yang kaya akan vitrain) umumnya berwarna cerah.

d. Goresan

Goresan batubara warnanya berkisar antara terang sampai coklat. Lignit mempunyai goresan hitam keabu-abuan, batubara berbitumin mempunyai goresan hitam, batubara cannel mempunyai warna goresan dari coklat hingga hitam legam.

e. Pecahan

Pecahan dari batubara memperlihatkan bentuk dari potongan batubara dalam sifat memecahnya. Ini dapat pula memperlihatkan sifat dan mutu dari suatu batubara.

2.2.5 Sifat-sifat Kimia Batubara

Sifat kimia dari batubara dapat digambarkan dari unsur yang terkandung di dalam batubara (*Junita Torro Datu, 2011*), antara lain sebagai berikut:

a. Karbon

Jumlah karbon yang terdapat dalam batubara bertambah sesuai dengan peningkatan derajat batubaranya. Kenaikan derajatnya dari 50% hingga 100%. Persentase akan lebih kecil daripada lignit dan menjadi besar pada antrasit dan hampir 100% dalam grafit. Unsur karbon dalam batubara sangat penting peranannya sebagai sumber panas.

b. Hidrogen

Hidrogen yang terdapat dalam batubara berangsur-angsur habis akibat evolusi metan. Kandungan hidrogen dalam lignit berkisar antara 5%, 6% dan 4,5% dalam batubara berbitumin sekitar 3% hingga 3,5% dalam antrasit.

c. Oksigen

Oksigen yang terdapat dalam batubara merupakan oksigen yang tidak reaktif. Sebagaimana dengan hidrogen kandungan oksigen akan berkurang selama evolusi atau pembentukan air dan karbondioksida. Kandungan oksigen dalam lignit sekitar 19% atau lebih.

d. Nitrogen

Nitrogen yang terdapat dalam batubara berupa senyawa organik yang terbentuk sepenuhnya dari protein bahan tanaman asalnya dan jumlahnya sekitar 0,55% hingga 3%. Batubara berbitumin biasanya mengandung lebih banyak nitrogen daripada lignit dan antrasit.

e. Sulfur

Sulfur dalam batubara biasanya dalam jumlah yang sangat kecil dan kemungkinan berasal dari pembentuk dan diperkaya oleh bakteri sulfur. Sulfur dalam batubara biasanya kurang dari 0,5%, tetapi dalam beberapa hal sulfurnya bisa mempunyai konsentrasi yang tinggi.

Tabel 2.1. Komponen unsur pada batu bara

| | |
|----------|------|
| Karbon | 50 % |
| Hydrogen | 5 % |
| Oksigen | 19 % |
| Zat air | 5 % |

| | |
|--------|-------|
| Abu | 0,5 % |
| Sulfur | 0,5 % |

(Junita Torro Datu, 2011)

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam lima kelas yaitu, antrasit, bituminous, sub-bituminous, lignit dan gambut.



Gamba 2.1 Jenis-jenis Batubara

- Antrasit ($C_{94}OH_3O_3$), adalah kelas batubara tertinggi dengan warna hitam berkilauan (luster) metalik, mengandung antara 86% – 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%. Antrasit memiliki kandungan kalori yang paling tinggi yaitu diatas 7777 kcal/kg.
- Bituminus ($C_{80}OH_5O_{15}$), merupakan kelas batubara yang memiliki kandungan kalori antara 5833 kcal/kg – 7777 kcal/kg, dengan unsur karbon (C) 68% – 86% dan kadar air 8% – 10% dari beratnya. Bituminous paling banyak ditambang di Australia.
- Sub-bituminus ($C_{75}OH_5O_{20}$), merupakan kelas batubara yang mengandung sedikit karbon dan banyak air serta dengan kandungan kalori yang lebih rendah rendah yaitu antara 4611 kcal/kg – 5833 kcal/kg, oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminous.
- Lignit atau batubara coklat ($C_{70}OH_5O_{25}$), adalah batubara yang sangat lunak dengan nilai kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan sub-bituminus sekitar 3500 kcal/kg – 4611 kcal/kg dan mengandung air 35% - 75% dari beratnya.

Gambut ($C_{60}H_6O_{34}$), adalah kelas batubara yang paling rendah nilai kalorinya dibawah 3500 kcal/kg dengan kandungan kadar air diatas 75% dari beratnya.

(Sukandarrumidi, 2008, *Batubara dan Gambut, Gajah Mada University Press, Yogyakarta*)

Tabel 2.2 Standar Kualitas Briket Batubara

| NO | Jenis Briket Batubara | Air Lembab (%) | Zat Terbang (%) | Nilai Kalor (Kkal/kg) | Total Sulfur (%) | Beban Pecah (kg/cm ²) |
|----|--|----------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis Batubara Muda | Maks 20 | Maks 15 | Min 4000 | Maks 1 | Min 60 |
| 2 | Briket Batubara Terkarbonisasi Jenis Batubara Tapi Bukan Batubara Muda | Maks 7,5 | Maks 15 | Min 5500 | Maks 1 | Min 60 |
| 3 | Briket Batubara Tanpa Karbonisasi Tipe Telur | Maks 12 | Sesuai Batubara Asal | Min 4400 | Maks 1 | Min 65 |
| 4 | Briket Batubara Tanpa Karbonisasi Tipe Sarang Tawan | Maks 12 | Sesuai Batubara Asal | Min 4400 | Maks 1 | Min 10 |
| 5 | Briket Bio-Batubara | Maks 15 | Sesuai Dengan Bahan Baku | Min 4400 | Maks 1 | Min 65 |

Sumber : Permen ESDM Pedoman Pembuatan Dan Pemanfaatan Briket Batubara Dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara, 2006.

2.3 Sekam Padi

Sekam padi sering diartikan sebagai bahan buangan atau bahan sisa dari proses penggilingan padi. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi. Saat ini pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam masih tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan (Aziz, 1992).

Sekam padi terdiri dari lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan (Aziz, 1992).

Struktur sekam padi memiliki empat lapisan yaitu epidermis terluar yang dilapisi kulit ari, Scelerenchyma, Spongi parenchyma, epidermis terdalam. Dari keempat lapisan di atas sekam padi memiliki silikon yang dominan pada kedua lapisan epidermisnya yang berfungsi sebagai penguat dan pelindung gabah terhadap jamur (Aziz, 1992).



Gambar 2.2 Sekam Padi

Komponen organik meliputi karbohidrat yang didominasi oleh selulosa dan hemiselulosa.

- Protein kasar dalam sekam padi sekitar 3% dan lipid 0,039-2,98% (Primo dkk, dalam Luh, 1980).
- Jumlah lignin murni dalam sekam padi sekitar 19,20-24,47% (Lenzio dalam Luh, 1980).
- Vitamin yang dikandung dalam sekam padi diantaranya thiamin, riboflavin, dan niacin kemudian sekitar 13,2-29,0% dari berat sekam padi adalah komponen anorganik seperti Fe, Ca, Mg, P, dan lain-lain merupakan senyawa yang dibutuhkan dalam pertumbuhan padi (Houston dalam Luh, 1980).

Tabel 2.3. kandungan kimia dari abu hasil pembakaran sekam padi

| Komponen | Berat % |
|-------------------|-------------|
| SiO ₂ | 86,90-97,30 |
| K ₂ O | 0,58-2,50 |
| Na ₂ O | 0,00-1,75 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| CaO | 0,20-1,50 |
| MgO | 0,12-1,96 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,00-0,54 |
| P ₂ O ₅ | 0,20-2,80 |
| SO ₃ | 1,10-1,13 |
| Cl | 0,00-0,42 |

Sumber : (Houston ,D.F, 1972)



Gambar 2.3 Abu Sekam Padi

Sekam dikategorikan sebagai biomasa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Penggunaan energi sekam bertujuan untuk menekan biaya pengeluaran untuk bahan bakar bagi rumah tangga petani. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan (Houston dalam Luh, 1980).

Ditinjau data komposisi kimiawi, sekam mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat di bawah.

Tabel 2.4 Komposisi kimiawi arang sekam padi

| Kandungan | Prosentase (%) |
|------------|----------------|
| Karbon (C) | 48,73 % |
| Hidrogen | 5,91 % |

| | |
|----------|---------|
| Nitrogen | 0,64% |
| Oksigen | 44,64 % |
| Sulfur | 0,05 % |

(Sumber : S. Maiti, 2005)

Sekam memiliki kerapatan jenis (*bulkdensil*) 125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 k. kalori. Menurut Houston (1972) sekam memiliki *bulk density* 0,100 g/ml, nilai kalori antara 3300 -3600 k.kalori/kg.

Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) Nasional, hasil perhitungan angka tetap produksi padi provinsi Jatim tahun 2016 sebesar 13.633.701 Ton gabah kering giling (GKB), serta hasil perhitungan angka ramalan produksi padi provinsi Jatim tahun 2017 diperkirakan mencapai 13.387.836 Ton GKB. Dari data produksi padi provinsi Jatim tahun 2016 dihasilkan limbah sekam padi sebesar 2.726.740,2 – 4.090.110,3 Ton

2.4 Tepung Tapioka

Tepung tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong. Dalam memperoleh pati dari singkong (tepung tapioka) harus dipertimbangkan usia atau kematangan dari tanaman singkong. Usia optimum yang telah ditemukan dari hasil percobaan terhadap salah satu varietas singkong yang berasal dari Jawa yaitu San Pedro Preto adalah sekitar 18-20 bulan (Grace, 1977). Ketika umbi singkong dibiarkan di tanah, jumlah pati akan meningkat sampai pada titik tertentu, lalu umbi akan menjadi keras dan menyerupai kayu, sehingga umbi akan sulit untuk ditangani ataupun diolah. Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada

Tabel 2.5. Komposisi kimia tepung tapioka

| Komposisi | Jumlah |
|-----------------|---------|
| Serat (%) | 0,5 |
| Air (%) | 15 |
| Karbohidrat (%) | 85 |
| Protein (%) | 0,5-0,7 |

| | |
|--------------------------|-----|
| Lemak (%) | 0,2 |
| Energi (kalori/100 gram) | 307 |

Sumber: *Grace (1977)*



Gambar 2.4 Tepung Tapioka

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai pH tepung tapioka tidak dipersyaratkan. Namun demikian, beberapa institusi mensyaratkan nilai Ph untuk mengetahui mutu tepung tapioka berkaitan dengan proses pengolahan. Salah satu proses pengolahan tepung tapioka yang berkaitan dengan pH adalah pada proses pembentukan pasta. Menurut Winarno (2002), pembentukan gel optimum terjadi pada pH 4-7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan pasta makin cepat tercapai tetapi cepat turun lagi. Sebaliknya, bila pH terlalu rendah, pembentukan pasta menjadi lambat dan viskositasnya akan turun bila proses pemanasan dilanjutkan.

The Tapioca Institute of America (TIA) menetapkan standar pH tepung tapioka sekitar 4.5-6.5 (Radley, 1976)

Tabel 2.6. Syarat mutu tepung tapioka sesuai SNI.

| No. | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan | | |
|-----|-----------|--------|-------------|------------|------------|
| | | | Mutu 1 | Mutu 2 | Mutu 3 |
| 1. | Kadar air | % | Maks.15.0 | Maks.15.0 | Maks.15.0 |
| 2. | Kadar abu | % | Maks. 0.60 | Maks. 0.60 | Maks. 0.60 |

| | | | | | |
|----|--|---|--|--|--|
| 3. | Serat dan benda asing | % | Maks. 0.60 | Maks. 0.60 | Maks. 0.60 |
| 4. | Derajat putih (BaSO ₄ =100%) | % | Min. 94.5 | Min. 92.0 | <92 |
| 5. | Derajat asam | Volume NaOH 1N/100g | Maks.3 | Maks.3 | Maks.3 |
| 6. | Cemaran logam - Timbal - Tembaga - Seng - Raksa - Arsen | mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg | Maks. 1.0 Maks. 10.0 Maks. 40.0 Maks. 0.05 Maks. 0,5 | Maks. 1.0 Maks. 10.0 Maks. 40.0 Maks. 0.05 Maks. 0,5 | Maks. 1.0 Maks. 10.0 Maks. 40.0 Maks. 0.05 Maks. 0,5 |
| 7. | Cemaran mikroba - Angka lempeng total - E. coli - Kapang | Koloni/g Koloni/g Koloni/g | Maks. 1.0 x 10 ⁶ - Maks. 1.0 x 10 ⁴ | Maks. 1.0 x 10 ⁶ - Maks. 1.0 x 10 ⁴ | Maks. 1.0 x 10 ⁶ - Maks. 1.0 x 10 ⁴ |

Sumber (Ratna Sulistyani, 2013)

Kehalusan tepung juga penting untuk menentukan mutu tepung tapioka. Tepung tapioka yang baik adalah tepung yang tidak menggumpal dan memiliki kehalusan yang baik. Dalam SNI tidak dipersyaratkan mengenai kehalusan tepung tapioka. Salah satu institusi yang mensyaratkan kehalusan sebagai syarat mutu tepung tapioka adalah The Tapioca Institute of America (TIA), yang membagi tepung tapioka menjadi tiga kelas (grade) berdasarkan kehalusannya.

2.5 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah panas yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna kilogram atau satuan berat bahan bakar padat atau cair atau satu meter kubik atau satuan volume bahan bakar gas, pada keadaan standart. Prinsip pembakaran bahan bakar sejatinya adalah reaksi kimia bahan bakar dengan oksigen (O). Kebanyakan bahan bakar mengandung unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Belerang (S). Akan tetapi yang memiliki kontribusi yang

penting terhadap energi yang dilepaskan adalah C dan H. Masing-masing bahan bakar mempunyai kandungan unsur C dan H yang berbeda-beda.

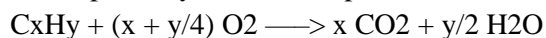
Proses pembakaran terdiri dari dua jenis yaitu pembakaran lengkap (complete combustion) dan pembakaran tidak lengkap (incomplete combustion). Pembakaran sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang bereaksi dengan oksigen hanya akan menghasilkan CO₂, seluruh unsur H menghasilkan H₂O dan seluruh S menghasilkan SO₂. Sedangkan pembakaran tak sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang dikandung dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan gas yang dihasilkan tidak seluruhnya CO₂. Keberadaan CO pada hasil pembakaran menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung secara tidak lengkap.

Jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran dinyatakan sebagai entalpi pembakaran yang merupakan beda entalpi antara produk dan reaktan dari proses pembakaran sempurna. Entalpi pembakaran ini dapat dinyatakan sebagai Higher Heating Value (HHV) atau Lower Heating Value (LHV). HHV diperoleh ketika seluruh air hasil pembakaran dalam wujud cair sedangkan LHV diperoleh ketika seluruh air hasil pembakaran dalam bentuk uap.

Pada umumnya pembakaran tidak menggunakan oksigen murni melainkan memanfaatkan oksigen yang ada di udara. Jumlah udara minimum yang diperlukan untuk menghasilkan pembakaran lengkap disebut sebagai jumlah udara teoritis (atau stoikiometrik). Akan tetapi pada kenyataannya untuk pembakaran lengkap udara yang dibutuhkan melebihi jumlah udara teoritis. Kelebihan udara dari jumlah udara teoritis disebut sebagai excess air yang umumnya dinyatakan dalam persen. Parameter yang sering digunakan untuk mengkuantifikasi jumlah udara dan bahan bakar pada proses pembakaran tertentu adalah rasio udara-bahan bakar. Apabila pembakaran lengkap terjadi ketika jumlah udara sama dengan jumlah udara teoritis maka pembakaran disebut sebagai pembakaran sempurna.

Nilai kalori merupakan nilai panas yang dihasilkan dari pembakaran sempurna suatu zat pada suhu tertentu.

Reaksi pembakaran sempurna hydrocarbon seperti ini:



Sesuai definisinya, panas pembakaran dihitung seolah-olah reaktan dan hasil reaksi memiliki suhu yang sama. Biasanya kondisi standar yang dipakai untuk perhitungan nilai kalori adalah 25 °C dan 1 atm. Seperti kita tahu pada 25 °C dan 1 atm H₂O memiliki fase liquid, maka perhitungan HHV menganggap H₂O hasil pembakaran diembunkan menjadi fase liquid,

sehingga selain panas didapat dari pembakaran, diperoleh pula energi dari panas penguapan H₂O. Kalau perhitungan LHV itu menganggap bahwa H₂O tetap pada fase gas pada 25 °C. Jadi selisih antara HHV dan LHV adalah panas penguapan H₂O pada suhu dan tekanan standar.

HHV dan LHV adalah notasi theoretical, hanya dipakai untuk indikasi dan tidak menunjukkan kondisi yang sebenarnya dalam praktek. Alasannya bahan bakar dan gas hasil pembakaran tidak pernah berada pada temperatur yang sama sesuai asumsi yang dipakai untuk perhitungan HHV dan LHV. Dalam praktek, energi yang bisa kita peroleh dari pembakaran bahan bakar akan selalu lebih kecil dari HHV atau LHV, karena ada energi dalam bentuk panas yang dibawa pergi oleh gas hasil pembakaran. Itulah sebabnya efisiensi semua mesin konversi energi (steam power plant, internal combustion engine, gas turbine) tidak pernah bisa 100 %.

Jadi HHV dan LHV sama sekali tidak ada hubungannya dengan fase dari bahan bakarnya, baik bahan bakar padat maupun cair, sama-sama punya HHV dan LHV. Kalau soal gampang atau susahny membakar, juga tidak ada hubungannya dengan HHV & LHV. Karena, pembakaran itu proses eksotermis, jadi tidak mengambil panas (energi) dari lingkungan justru memberikan panas ke lingkungan. Sebenarnya yang bisa dibakar itu adalah fase gas, kalau ada bahan bakar cair, maka harus terbentuk cukup uap di atas permukaannya supaya bisa memulai pembakaran. Kalau kita mulai dari temperatur ambient, untuk bahan bakar cair tertentu, misalnya diesel oil, mesti diberikan suhu yang cukup supaya tekanan uapnya cukup tinggi untuk membentuk fase uap yang bisa dibakar (dari sinilah muncul istilah flash point). Tapi begitu sudah dibakar, panas dari pembakaran akan selalu menyediakan energi yang cukup untuk menghasilkan fase uap yang siap untuk dibakar.

Rumus Dulong & Petit untuk menghitung Nilai Kalor

$$\text{HHV} = 33950 C + 144200 (H_2 - O_2/8) + 9400 S \text{ kJ/Kg (Prinsip Prinsip Konversi Energi)}$$

C = persentase unsure Carbon.

H₂ = persentase unsure Hidrogen.

S = persentase unsure Sulfur.

O₂ = persentase unsure Oksigen.

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 2400 (M + 9H_2) \text{ kJ/Kg. (Prinsip Prinsip Konversi Energi)}$$

M = Moisture (kebasahan)

Dari perhitungan dulong tersebut menghasilkan nilai kalor dengan satuan kJ/Kg, sedangkan apabila ingin dirubah menuju kKal/Kg Maka harus dilakukan konversi satuan terlebih dahulu dimana konversi satuanya ialah

$$1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kKal}$$

$$1 \text{ kKal} = 4,184 \text{ kJ}$$

Perhitungan nilai kalor seliain dengan menggunakan teori dulongdi atas bisa menggunakan suatu alat bernama *Bomb Calorimeter* PARR. Prinsip kerja *Bomb Calorimeter* adalah dengan menentukan panas yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar dan oksigen pada volume tetap. Alat bomb calorimeter ini memiliki tiga jenis yang dibedakan berdasarkan prinsipnya yaitu :

A. *Isothermal Oxygen Bomb Calorimeter*

Kenaikan suhu dari vesel bagian dalam (*calorimeter bucke*) Kenaikan suhu vsel bagian luar (*jacket*) konstan. Suhu *jacket* dapat diatur terus-menerus selama penetapan untuk tetap sama dipertahankan terhadap *calorimeter bucket*.

B. *Adiabatic Oxygen Bomb Calorimeter*

Dalam kalorimeter ini tidak diperlukan lagi koreksi radiasi panas dan hanya memerlukan pemeriksaan suhu awal dan akhir kalorimeter dan suhu *jacket* perpaku sama terhadap suhu bagian dalam vessel selama pengujian

C. *Ballistic Oxygen Bomb Calorimeter*

Dalam alat ini sampel yang diketahui beratnya ditetapkan kalorinya dengan dibakar didalam suatu bomb yang berisi *oxygen* yang berlebihan kemudian kenaikan suhu maksimum dari bomb diukur dengan *thermocouple* dan *galvanometer*.

Bila menggunakan alat bomb kalori meter maka perhitungan nilai kalor menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{(C \times \Delta T) - (PKS \times 2,3) - V \cdot \text{titrasi}}{m}$$

(Kasman, 2016)

Dimana : PKS = Panjang Kawat Sisa (cm) , Dimana untuk kawat yang digunakan memiliki konstanta 2,3 dengan rumus

$$1 \text{ cm} = 2,3 \text{ kal}$$

$V_{\text{Titration}}$ = Volume Titrasi (ml), dimana dalam 1ml titrasi = 1 kal

T = Selisih suhu awal dan suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)

- C = Kapasitas kalor (2331) (Kal/⁰C)
Q = Nilai Kalor (kal/gr)

2.6 Kerapatan

Proses pembuatan briket memerlukan perekatan yang bertujuan untuk mengikat partikel-partikel bahan sehingga dihasilkan briket yang kompak karakteristik bahan baku perekat untuk pembuatan briket adalah kohesi yang baik bila dicampur dengan batubara, mudah terbakar dan tidak berasap, mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya serta tidak mengeluarkan bau tidak beracun dan tidak berbahaya zat pengikat yang paling umum digunakan adalah kanji (pati terigu). Pati terigu mengandung 28% amilosa dan 72% amilopektin (Harsanto 1989 dalam Tobing dkk 2007).

Komposisi dan tekanan pada saat pengepresan sangat mempengaruhi kerapatan dan kuat tekan pada briket. Pengepresan dengan tekanan yang tinggi tidak selalu menghasilkan briket dengan karakteristik yang baik (Jalal Rosyidi Sulaiman 2013).

Tekanan pembriketan yang tinggi membuat butir-butir briket menyatu lebih rapat sehingga panas dari butir briket yang terbakar dapat langsung diteruskan ke butir briket yang lain secara konduksi dan radiasi.

Rumus tekanan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P = tekanan (N/m² atau Pa/pascal),

F = gaya tekanan (N),

A = luas bidang tekanan (m²).

2.7.1 Temperatur

Temperatur adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Panas-dinginnya suatu benda berkaitan dengan energi termis yang terkandung dalam benda tersebut. Makin besar energi termisnya, makin besar temperaturnya. Temperatur disebut juga suhu. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin

tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

Pengujian temperatur dapat dilakukan dengan menggunakan alat yaitu termometer infra merah dan termokopel.

Termometer inframerah

Termometer infra merah adalah Mengukur suhu menggunakan radiasi kotak hitam (biasanya inframerah) yang dipancarkan objek. Kadang disebut termometer laser jika menggunakan laser untuk membantu pekerjaan pengukuran, atau termometer tanpa sentuhan untuk menggambarkan kemampuan alat mengukur suhu dari jarak jauh. Dengan mengetahui jumlah energi inframerah yang dipancarkan oleh objek dan emisi nya, Temperatur objek dapat dibedakan.

Desain utama dari Infrared Thermometer yakni lensa pemfokus energi inframerah pada detektor, yang mengubah energi menjadi sinyal elektrik yang bisa ditunjukkan dalam unit temperatur setelah disesuaikan dengan variasi temperatur lingkungan.

Konfigurasi fasilitas pengukur suhu ini bekerja dari jarak jauh tanpa menyentuh objek. Dengan demikian, Infrared Thermometer berguna mengukur suhu yang akurat untuk beberapa keperluan.

Infrared Thermometer ini cara penggunaannya hanya diarahkan ke media atau benda yang akan diukur suhunya, maka alat ini akan membaca suhu media tersebut.

Thermocouple

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya

yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.