

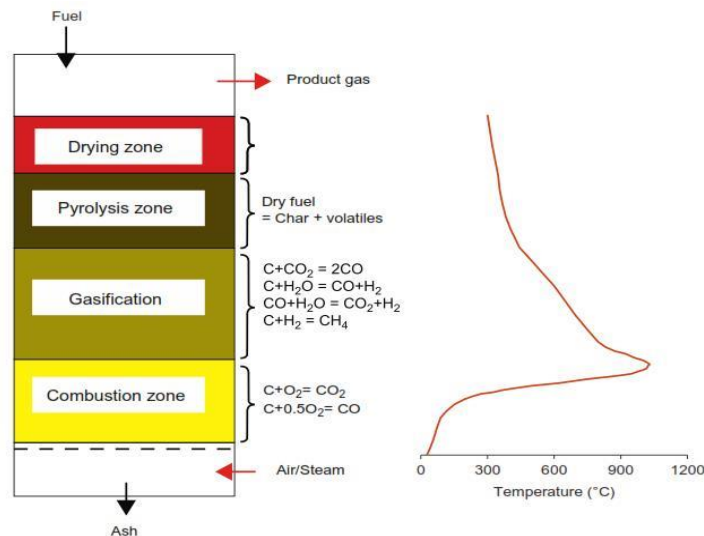
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Gasifikasi

Gasifikasi adalah proses konversi bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (CO , CH_4 , H_2) melalui proses pembakaran dengan suplai udara terbatas yaitu antara 20% hingga 40% udara stoikiometri. Selama proses gasifikasi, terbentuk daerah proses yang dinamakan menurut distribusi suhu dalam reaktor gasifikasi. Daerah-daerah tersebut adalah drying, pyrolysis, reduktion dan combustion. (Bambang, dkk, 2009)

Tipe gasifikasi yang dipilih di dalam rangkaian kegiatan ini adalah jenis gasifier aliran searah kebawah (*co current draft gasifier*). Pemilihan tipe didasarkan pada pertimbangan keuntungan relatif yang dimiliki oleh tipe tersebut, seperti : (lihat gambar 2.1).

1. Gas hasil memiliki kadar tar rendah(dibandingkan dengan *updraft gasifier*).
2. Kontruksi gasifier relatif sederhana dan mudah dioperasikan (dibanding *fluidized bed gasifier*).



Gambar 2.1 Tahapan Proses Gasifikasi
(Sumber : rahmanta13.wordpress.com)

Gas hasil gasifikasi disebut gas produser, terutama terdiri dari gas-gas yang dapat terbakar yaitu CO , H_2 , dan CH_4 dan gas-gas yang takdapat terbakar berupa CO dan N_2 . Komposisi gas ini sangat tergantung pada komposisi biomassa, bentuk dan partikel biomassa serta kondisi-kondisi proses gasifikasi.

Gas yang keluar dari gasifier ini masih mengandung kotoran dan temperaturnya tinggi, karena itu perlu pengolahan lebih lanjut sebelum digunakan dalam perangkat sebagai berikut :

- a. Siklon untuk memisahkan debu kasar.
- b. Filter untuk menyaring debu halus
- c. Pendingin gas
- d. Pengendap air dan tar yang terkondensasi

Kualitas gas dan performance dari motor gas akan sangat ditentukan oleh perangkat pemurnian gas hasil gasifikasi. Untuk jenis proses dimana digunakan udara sebagai medium gasifikasi, maka gas produksinya akan mengandung cukup banyak gas nitrogen dan dikategorikan sebagai gas kalor rendah dengan LHV berkisar antara 3500 – 5000 KJ/Nm³. Gas dengan nilai kalor ini, sudah cukup baik untuk digunakan sebagai bahan bakar suatu motor bakar, walaupun demikian, tinggi rendahnya nilai kalor gas bukanlah satu-satunya tolok ukur akan baik buruknya kualitas gas hasil, karena masih ada faktor lain yang harus diperhatikan yaitu bahwa kadar tar didalam gas hasil harus ditekan serendah mungkin (lebih kecil dari 1 gr/Nm³).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gas hasil antara lain adalah :

1. Geometri daerah oksidasi
Bentuk dan ukuran daerah oksidasi akan menentukan tinggi rendahnya kandungan tar didalam gas hasil. Untuk memperkecil kadar tar, maka didaerah ini dibuat penyempitan luas penampang (dinamakan tenggorokan) supaya terjadi konsentrasi panas yang tinggi sehingga tar yang terbentuk didaerah pirolisis akan mengalami perengkahan dan pembakaran menjadi CO₂, air dan senyawa-senyawa hidrokarbon ringan. Posisi, bentuk serta ukuran nozzle udara dalam hal ini juga sangat berpengaruh.
2. Ukuran daerah reduksi
Daerah ini harus mempunyai volume yang cukup sehingga dapat dihasilkan gas dengan kadar CO dan H₂ yang tinggi.
3. Waktu tinggal bahan bakar padat didalam daerah pirolisis
Proses pirolisis harus sudah selesai sebelum bahan bakar padat tersebut mencapai daerah oksidasi.

4. Komposisi elemental (C, H, O), kadar air lembab dan kadar abu dari kayu.
5. Ukuran umpan
6. Kondisi operasi dan kondisi peralatan seperti, laju alir udara dan bahan bakar, keadaan isolasi panas dan sebagainya.

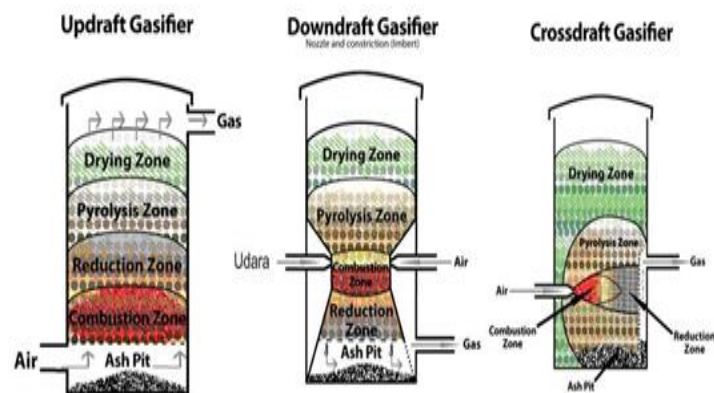
Gas keluar gasifier mempunyai temperatur antara 400-500°C yang mengalir sambil membawa partikel-partikel padat abu dan arang serta tar dalam fasa uap, oleh karena itu satu unit pembersih dan pendingin harus ditempatkan sesudah gasifier sehingga gas yang akan memasuki mesin mempunyai kondisi sebagai berikut :

1. Temperatur : 30 – 50°C
2. Kadar abu < 0,05 gr/Nm³
3. Kadar tar < 0,5 gr/Nm³

Meskipun berbagai jenis dan tipe gasifikasi biomassa kini tersedia, tetapi tidak satupun biasa dikatakan suatu teknologi gasifikasi yang sempurna.

2.2 Jenis Gasifikasi Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas

Berdasarkan arah aliran fluida gas di dalam reactor gasifikasi, dapat dibedakan menjadi: reaktor aliran searah (*downdraft gasifier*), reaktor aliran berlawanan (*updraft gasifier*) dan reaktor aliran menyilang (*crossdraft gasifier*). Pada *downdraft gasifier*, arah aliran gas dan arah aliran padatan adalah sama-sama ke bawah. Pada *updraft gasifier*, arah aliran padatan ke bawah sedangkan arah aliran gas mengalir ke atas. Sedangkan gasifikasi *crossdraft* arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan ke bawah.



Gambar 2.2 Tipe *Gasifier* Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas

Penelitian ini menggunakan *downdraft gasifier*, dengan pemanasan udara awal dan pengisian ulang. Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan yang dimiliki sistem gasifikasi dengan metode arah aliran searah :

Kelebihan :

- Dapat diisi bahan bakar secara kontinyu terus menerus selama proses pembentukan gas berlangsung tanpa menghentikan penyalaan pembakaran.
- Menghasilkan gas bebas tar sehingga masalah lingkungan yang ditimbulkan lebih kecil dari pada *updraft gasifier*.
- Waktu yang dibutuhkan untuk penyalaan bahan bakar lebih singkat jika dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan oleh *updraft gasifier*

Kekurangan :

- Hanya dapat digunakan oleh bahan bakar (biomassa) tertentu karena sangat sensitif terhadap kelembaban biomassa, umumnya gasifikasi tipe ini dapat bekerja dengan efektif bila kandungan *moisture* biomasanya yang sangat rendah (<20%).

2.3 Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Biomassa juga mencakup gas dan cairan dari material non – fosil dan degradasi bahan organik. Pada dasarnya biomassa terbentuk dari interaksi karbon dioksida (CO₂), udara, air, tanah dan sinar matahari (Basu, 2010). Biomassa merupakan sumber energi ramah lingkungan yang sumber karbonnya berasal dari CO₂ di udara. Pembakaran biomassa menghasilkan CO₂ yang sama jumlahnya dengan yang terserap oleh proses fotosintesis (Reed dan Das, 1988).

Pada prinsipnya biomassa sudah mengandung energi potensial yang dapat diubah menjadi berbagai macam energi lain, misalnya energi panas. Hasil proses pembakaran biomassa dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air yang menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin pembangkit tenaga listrik. Membakar biomassa bukan salah satu cara terbaik menghasilkan energi panas karena dampak langsung yang dihasilkan dari pembakaran biomassa tidak baik untuk lingkungan dan efisiensi energi yang dihasilkan tidaklah demikian

besar akibat dari pembakaran tidak sempurna. Maka perlu dipikirkan cara untuk mendapatkan sumber energi yang efisien dengan cara mengolah biomassa.

Biomassa merupakan bahan energi yang dapat diperbaharui karena dapat diproduksi dengan cepat. Biomassa yang dijadikan sebagai sumber energi umumnya adalah limbah seperti limbah kayu akasia yang pemanfaatannya masih belum optimal.

2.4 Kayu Akasia

Akasia juga dikenal sebagai pohon duri, dalam bahasa Inggris disebut *whistling thorns* ("duri bersiul ") atau *Wattles*, atau *yellow-fever acacia* ("akasia demam kuning") dan *umbrella acacias* (akasia payung). Menurut klasifikasi komponen kimia kayu Indonesia (Anonim,1976), kelompok Akasia dari *spesies A. auriculiformis A.cunn dan A. decurrens Willd* termasuk kelompok tinggi (45 %) dalam hal kandungan selulosa, kadar lignin dan pentosa rendah (18 - 21 %), sedangkan zat ekstraktif dan kadar abu tergolong tinggi (3 – 6 %).

Akasia tumbuh secara alami di hutan tropis lembap di Australia bagian timur laut, Papua Nugini dan Kepulauan Maluku kawasan timur Indonesia. Setelah berhasil diintroduksi ke Sabah, Malaysia, pada pertengahan tahun 1960-an, mangium 7 banyak diintroduksi ke berbagai negara, termasuk Indonesia, Malaysia, Papua Nugini, Bangladesh, Cina, India, Filipina, Sri Lanka, Thailand dan Vietnam. Di Indonesia, jenis ini pertama kali diintroduksi ke daerah lain selain Kepulauan Maluku pada akhir tahun 1970-an sebagai jenis pohon untuk program reboisasi (Haruni dkk., 2011)

Kayu akasia biasanya digunakan untuk keperluan industri *pulp and paper* dan sebagai perabot rumah tangga. Limbah kayu akasia yang banyak ditemukan berupa serbuk gergajian kayu, serpihan kayu, dan potongan kayu. Kayu akasia dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena memiliki nilai kalori sebesar 3.800–4.000 kal/kg, Selain itu daunnya dapat digunakan sebagai pakan ternak. (Haruni dkk., 2011). Oleh karena itu potensi limbah biomassa kayu akasia dapat dikembangkan sebagai sumber energi alternatif bahan bakar gas.

Tabel 2.1 Analisa Proksimat dan Ultimat Biomassa Kayu Akasia

| | Komponen | Komposisi |
|-------------------|----------------|-------------------------------------------|
| Analisa Proksimat | Abu | 0,40 % |
| | Kadar Air | 12,84 % |
| | Zat Terbang | 70,78 % |
| | Karbon tetap | 15,98 % |
| Analisa Ultimat | C | 45,26 % |
| | H | 5,99 % |
| | N | 0,38 % |
| | S | 0,13 % |
| | O ₂ | 47,99 % |
| Nilai Kalor | | 3998,95 kal/gr (Sumber: Nukman (2009)) |

2.5 Tempurung Kelapa Sawit (*Palm Kernel*)

Palm Kernel (Tempurung Kelapa Sawit) adalah biomassa yang berasal dari industri minyak kelapa sawit yang merupakan bahan bakar energi terbarukan yang populer di Asia Tenggara. Melimpahnya sumber daya biomassa cangkang sawit dikarenakan perkembangan industri minyak kelapa sawit yang cepat di Indonesia, Malaysia dan Thailand. Dalam value chain minyak kelapa sawit ada surplus yang dihasilkan karena pemanfaatan produk ini masih tergolong rendah.

Cangkang sawit (Palm Kernel) merupakan sisa pecahan cangkang setelah biji sawit dikeluarkan dan dihancurkan di palm oil mill. Cangkang sawit juga merupakan bahan yang berserat dan mudah penanganannya hingga produk ini siap dipasarkan. Kadar air dalam cangkang sawit tergolong rendah (11% – 13 %) dibandingkan residu biomassa lain dengan sumber yang berbeda. Cangkang sawit mengandung residu dari bagian minyak kelapa sawit yang cocok untuk penghangat ruangan dengan nilai yang sedikit lebih tinggi dari kebanyakan *lignocellulosic biomass*. Jika perbandingan dengan industri residu biomassa lainnya, cangkang sawit merupakan bahan bakar yang berkualitas baik dengan ukuran yang seragam, mudah menghancurkannya dan proses pembakaran yang cepat karena tingkat kelembapan yang rendah. Serat dan cangkang yang

dihasilkan minyak kelapa sawit secara umum digunakan sebagai bahan bakar untuk ketel uap. Uap yang dihasilkan digunakan untuk menjalankan turbin yang memproduksi listrik (The Bronzoeck Group, 1999 dalam Vidian, 2011). Cangkang kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar jika dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena nilai kalor yang dimilikinya cukup tinggi, sekelas dengan batubara jenis lignit, berikut hasil analisa proksimat dan ultimat dari cangkang kelapa sawit.

Tabel 2.2 Analisa Proksimat dan Ultimat Tempurung Kelapa Sawit

| | Komponen | Komposisi |
|-------------------|----------------|----------------|
| Analisa Proksimat | Abu | 1,38 % |
| | Kadar Air | 8,83 % |
| | Zat Terbang | 71,54 % |
| | Karbon tetap | 18,26 % |
| Analisa Ultimat | C | 48,37 % |
| | H | 5,65 % |
| | N | 0,44 % |
| | S | 0,2 % |
| | O ₂ | 44,12 % |
| Nilai Kalor | | 5281,58 kal/gr |

Sumber : *Raharjo (2012), **Sawono *et al* (2012)