

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar alternatif dapat diartikan sebagai bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar konvensional. Adapun contoh dari bahan bakar alternatif yang banyak tersedia di Indonesia diantaranya adalah *biogas*, solar energi atau tenaga surya, *bioetanol*, *biofuel*, dan *biomassa*. Salah satu jenis bahan alternatif tersebut adalah biomassa. Biomassa mampu menjawab kekurangan bahan bakar yang sifatnya *nonrenewable*. Hal ini disebabkan karena biomassa merupakan bahan yang dapat diperbarui dan ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia. Biomassa sebagai bahan yang alami dan mudah didapat justru terkadang ketersediaannya masih kurang dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat. Limbah pelet dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif dengan diolah lebih dahulu. Salah satu cara pengolahan limbah pelet menjadi bahan bakar alternatif adalah dengan cara karbonisasi diikuti dengan pembriketan. Dengan adanya karbonisasi maka unsur-unsur pembentuk asap dan jelaga dapat diminimalkan, sehingga gas buangnya lebih bersih. Dengan pembriketan maka kebutuhan ruang menjadi lebih kecil, kualitas pembakarannya menjadi lebih baik dan pemakaiannya lebih praktis. Salah satu contoh biomassa tersebut adalah hasil limbah pelet, seperti sekam padi, tongkol jagung, ampas tebu, tempurung kelapa dan lain-lain. Salah satu langkah dalam pemanfaatan biomassa untuk mengatasi kelangkaan energi tak terbarukan adalah dengan menggunakan metode gasifikasi biomassa. Secara garis besar gasifikasi adalah sebuah reaksi termokimia yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas. Dan untuk itu, membuat sebuah gasifikasi biomassa dilakukan untuk mengubah biomassa padat tersebut menjadi bahan bakar gas atau yang dikenal dengan *gasifier*. (Untoro Budi Suro, 2012).

Gasifikasi adalah reaksi kimia yang memiliki tujuan untuk mengubah bahan padat asli menjadi senyawa gas. Dengan mengubah bahan padat menjadi senyawa gas, proses pembakaran menjadi lebih mudah sehingga efisiensi pembakaran meningkat. Sulfur dan nitrogen juga lebih mudah dipisahkan untuk mendapatkan gas buang yang lebih bersih. Gasifikasi adalah cara yang efektif dan bersih untuk

mengubah sampah pelet dan biomassa menjadi bahan bakar yang berguna, dan dapat langsung digunakan sebagai pembangkit listrik dan perangkat produksi panas, seperti mesin pembakaran dalam, atau turbin gas. (Efendi & Nurhadi, 2016).

Hingga sekarang sudah banyak Akademisi dan Peneliti yang sudah mengembangkan berbagai desain *gasifier*. Dari yang berskala industri, skala kecil juga *gasifier* tepat guna. Ada beberapa tipe yang menjadi basis dalam perancangan pembuatan *gasifier* diantaranya adalah tabung gasifikasi tipe *downdraft*. Keunggulan *gasifier* tipe *downdraft* adalah bisa dikembangkan menjadi sebuah tabung gasifikasi yang bersifat kontinu atau dapat terus diisi ulang bahan bakarnya tanpa harus menghentikan penyalaan. Berbagai desain tabung gasifikasi *downdraft* juga sudah banyak, namun masih belum juga mendapatkan desain yang efektif dan efisien untuk memaksimalkan kelebihan tabung gasifikasi tipe *downdraft* ini. Dengan mempertimbangkan desain simulasi aliran gas pada *downdraft gasifier* dengan *Ansys 17.0*. maka perlunya perhatian khusus untuk mencoba merancang desain tabung gasifikasi tipe *downdraft gasifier* dengan simulasi aliran pada *software Ansys 17.0* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, agar didapatkan desain *gasifier* yang baik, untuk kemudian dapat dibuat prototypenya secara langsung.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam latar belakang dapat disimpulkan rumusan masalah yaitu antara lain seperti berikut:

1. Bagaimana mendapatkan desain dan konstruksi tabung gasifikasi *downdraft gasifier* dengan *software solidwork*.
2. Bagaimana aliran gas pada tabung gasifikasi tipe *downdraft gasifier* pada simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD) Ansys 17.0*
3. Bagaimana aliran gas pada *downdraft gasifier* dengan varian laju aliran, *total temperature*, dan *total pressure*.
4. Bagaimana perbandingan perhitungan analitik dengan hasil perhitungan *software Ansys 17.0*.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada latar belakang dan perumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mendapatkan desain tabung gasifikasi tipe *downdraft gasifier*.
2. Mengetahui aliran gas yang terjadi pada *downdraft gasifier* dengan *software Ansys 17.0*.
3. Mengetahui parameter distribusi temperatur dan tekanan sepanjang tabung *gasifier*.
4. Membandingkan perhitungan numerik dengan hasil perhitungan *software Ansys 17.0*.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan penelitian maka di penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Hanya mendesain konstruksi tabung gasifikasi *downdraft gasifier* dengan *software solidwork*.
2. Hanya Untuk mengetahui aliran gas yang terjadi pada *downdraft gasifier* dengan *software Ansys 17.0*.
3. Kecepatan aliran gas yang digunakan mengikuti parameter pada *software Ansys 17.0*.
4. Untuk membandingkan perhitungan analitik dengan hasil perhitungan *software Ansys 17.0*.
5. Material yang digunakan telah ditentukan oleh *software Ansys 17.0*.

1.5 State of The Art Bidang Penelitian

Berikut adalah beberapa penelitian ilmiah yang berhubungan dengan desain dan aliran gas pada *downdraft gasifier* yaitu :

Gas produsen menghasilkan gas dari gasifikasi yang dapat dibakar, disusun oleh CO, H₂, dan CH₄, dan gas yang tidak mudah terbakar seperti CO₂ dan N₂. Produsen gas pemanfaatan untuk mesin pembakaran dalam telah dipelajari, tidak hanya dari gasifikasi biomassa tetapi juga dari gasifikasi batubara. Makalah ini membandingkan penelitian yang telah dilakukan penulis menggunakan gasifikasi batubara dengan hasil penelitian lainnya menggunakan gasifikasi biomassa. Uji kinerja gasifier batubara dilakukan dengan kapasitas 20 kg/jam batubara. Analisis Proksimat dan *Ultimate* dari batubara mentah, produk abu dan gas produsen dilakukan dan compared. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi gasifikasi batubara adalah 61% sedangkan kisaran efisiensi *gasifier* untuk biomassa adalah antara 50-80%. Sementara itu, hasil eksperimen pada kinerja mesin pembakaran internal menggunakan gas produsen menunjukkan bahwa penurunan pembangkit listrik dengan menggunakan gas produsen batubara adalah 46% dan biomassa adalah 20-50% tergantung pada rasio kompresi mesin dan karakteristik produsen gas. Oleh karena itu, disimpulkan dari hasil eksperimen, gas produsen dari gasifikasi batubara lebih menjanjikan sebagai bahan bakar untuk mesin pembakaran internal. (Efendi & Nurhadi, 2016).

Sebuah Model matematis *downdraft* proses gasifikasi biomassa telah dikembangkan. Model dianggap empat modul yang pengeringan, pirolisis, oksidasi, dan pengurangan yang produk modul atas akan menjadi reaktan berikutnya. Model tingkat terbatas kinetik satu dimensi diterapkan pada modul pengeringan dan reduksi. Model pirolisis terjadi ketika suhu pengeringan mencapai 473 K. Model urutan kesetimbangan digunakan untuk menggambarkan proses oksidasi dengan mempertimbangkan urutan laju reaksi. Untuk model validasi perbandingan menunjukkan kesepakatan yang baik. Dalam studi parametrik, kadar air meningkat mempengaruhi ketinggian pengeringan, dan zona pirolisis meningkat sementara panjang char Bed yang penting dari zona reduksi menurun dari 0,53 menjadi 0,25 m. Ketinggian zona ini menurun sepanjang A/F meningkat. Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam evaluasi desain reaktor. (Dejtrakulwong & Patumsawad, 2014).

Penelitian ini bertujuan menyempurnakan kinerja tungku gasifikasi *updraft* dengan menambahkan distributor udara. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik,

membandingkan waktu penyalaan, temperatur nyala api dan nyala efektif. Penelitian ini dilakukan dengan menguji kinerja tungku gasifikasi *updraft* dengan menggunakan distributor udara. Setiap distributor memiliki diameter pipa 30 mm dan diameter lubang pada sisi-sisinya 10 mm, perbedaan setiap distributor adalah tipe 1 dengan panjang 200 mm jumlah lubang 55, tipe 2 dengan panjang 400 mm jumlah lubang 110 sedangkan tipe 3 dengan panjang 600 mm jumlah lubang 165. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tungku tanpa distributor penyalaan awal selama 6 menit dengan temperatur 565°C sedangkan dengan distributor tipe 1 penyalaan awal 6 menit dengan temperatur 460°C, tipe 2 penyalaan awal 5 menit dengan temperatur 630°C, tipe 3 penyalaan awal 4 menit dengan temperatur 576°C. Temperatur pembakaran tertinggi tanpa distributor udara 790°C, dengan distributor tipe 1 temperatur pembakaran 760°C, tipe 2 dengan temperatur 861°C, dan tipe 3 menghasilkan temperatur pembakaran 907°C. Nyala efektif tanpa distributor menyala selama 23 menit dengan distributor tipe 1 menyala 21 menit, tipe 2 selama 20 menit, tipe 3 selama 19 menit. (Burhantoro, 2016).

Hasil rancangan *gasifier downdraft* memiliki spesifikasi sebagai berikut: diameter shield : 337,8 mm, diameter throat $d_t = 80,4$ mm, tinggi penempatan nosel terhadap permukaan throath = 95 mm, diameter core $d_f = 250$ mm, diameter penyusunan melingkar nosel $d_{r1} = 185$ mm, diameter nosel $d_m = 6$ mm, jumlah nosel lima buah; tinggi zona pirolisis $L_p = 450$ mm; tinggi zona reduksi $L_r = 160$ mm; tinggi zona drying $L_d = 290$ mm. Di samping itu, kapasitas bahan bakar biomassa adalah 1,5 kg sedangkan kapasitas bahan bakar pembentuk bara sebanyak 1 kg dan Siklon yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut: diameter barrel $D_c = 150$ mm; lebar inlet $B_c = 37,5$ mm, tinggi inlet $H_c = 75$ mm, diameter saluran keluar $D_e = 75$ mm, tinggi Barrel $L_c = 300$ mm, $S_c = 18,75$ mm, tinggi cone $Z_c = 300$ mm dan diameter bawah cone $J_c = 37,5$ mm serta Venturi scrubber memiliki spesifikasi yaitu panjang x lebar throat 111 x 37 mm, tinggi diverging section = 148 mm, ukuran inlet dan outlet = 120 x 120 mm. (Fema, Putra, Gandidi, & Fema, 2013).

Model simulasi gasifikasi biomassa untuk produksi *syngas* dengan uap sebagai agen gasifying dan penyesuaian *syngas* berikutnya telah dikembangkan dengan menggunakan Aspen Plus. Model yang dikembangkan didasarkan pada

energi bebas Gibbs minimisasi menerapkan metode kesetimbangan terbatas. Tujuannya adalah untuk mempelajari efek dari parameter penting seperti suhu gasifikasi, uap untuk rasio biomassa dan pergeseran kembali-tindakan suhu pada konsentrasi hidrogen, konsentrasi CO, CO konversi, CO₂ konversi dan rasio H₂/CO dalam *syngas*. Simulasi dilakukan untuk berbagai bahan baku biomassa untuk memprediksi komposisi *syngas* mereka. Konsentrasi hidrogen dan CO diubah sedemikian rupa hingga rasio molar H₂/CO dalam komposisi *syngas* akan disesuaikan dekat dengan nilai 2,15 yang diperlukan untuk sintesis FT dengan reaksi pergeseran. Model sekarang telah divalidasi dengan data eksperimental dari literatur pada uap biomassa gasifikasi dilakukan dalam skala penelitian cairan tempat tidur gasifier. Gas produk yang Diperoleh dari gasifikasi uap limbah makanan menghasilkan komposisi dengan rasio molar H₂/CO dekat dengan 2,15 yang dapat langsung disalurkan ke pabrik sintesis Fischer-Tropsch sedangkan bahan baku yang tersisa memerlukan penyesuaian *syngas* baik oleh WGS atau Reaksi RWGS untuk mencapai rasio molar H₂/CO dekat dengan 2,15. (Pala, Wang, Kolb, & Hessel, 2017).

Pulau terpencil merupakan daerah penting dalam tatanan geografis Indonesia sebagai negara kepulauan. Ribuan pulau dihuni oleh masyarakat yang sebagian besar tidak mendapat pasokan listrik. Lokasi yang jauh dari pulau besar menjadi kendala dalam hal penyediaan energi listrik karena transmisi yang cukup rumit dan membutuhkan biaya yang besar. Biomassa menjadi salah satu opsi yang sangat baik dalam memenuhi listrik di area terpencil melalui teknik gasifikasi. Bambu merupakan bahan biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan bakar gasifikasi dengan kandungan kalor sekitar 19,36 MJ/kg. Sistem gasifikasi dengan reaktor tipe *downdraft* imbert dengan dimensi throat sebesar 267mm, 7 buah nosel pemasok udara dengan diameter 35,9 mm ID reaktor 856 mm dan tinggi 2.500 mm dihasilkan kurang lebih 120kW energi listrik. Dengan membangun 6 set gasifier imbert beserta sistem filter pendingin dan gas *engine* maka energi listrik di 3 desa Kepulauan X dapat terpenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan listrik sedemikian, dibutuhkan bambu sebanyak 604,9 kg/jam dengan *moisture content* 15%. (Firman & Sihalo, 2018).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dibagi dalam 5 Bab, antara lain sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, *state of the art* dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang menunjang dan rumus-rumus yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas dan dianalisis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan metodologi penelitian, yang mencakup diagram alir serta penjelasan diagram alir.

BAB IV HASIL DAN PERHITUNGAN

Bab ini berisikan hasil serta perhitungan Analisa pada *software ANSYS 17.0* disertakan perhitungan secara analitik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari perbandingan hasil simulasi, dan kemudian diberikan saran agar penelitian selanjutnya dapat menjadi penelitian yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA