

## RANCANG BANGUN, PERBAIKAN DAN PEGEMBANGAN *REACTOR TRAPPING* PADA GASIFIKASI BIOMASA

**Diky Riansyah**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [Diky\\_annoying@yahoo.com](mailto:Diky_annoying@yahoo.com)

**Dwi Heru Sutjahjo**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [dwiheru.c2h5oh@gmail.com](mailto:dwiheru.c2h5oh@gmail.com)

### Abstrak

Kebutuhan bahan bakar untuk energi di Indonesia tiap tahunnya tercatat semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kemajuan industri. Untuk mengatasi krisis energi yang terjadi diperlukan suatu usaha untuk mencari sumber-sumber energi alternatif salah satunya yakni biomasa, untuk membantu menyelesaikan problem menipisnya cadangan minyak sekaligus dapat meningkatkan nilai guna material tersebut. Pemanfaatan biomasa memiliki beberapa metode konversi energi, salah satunya adalah gasifikasi. Di sini peneliti mencoba untuk mengembangkan peralatan gasifikasi biomasa, adapun peralatan tersebut terdiri dari *gasifier*, *exhauster* dan *cyclone*. Maka untuk menyempurnakan kinerja peralatan tersebut perlu dilakukan perancangan dan pengembangan *reactor trapping* yang nantinya hasil penelitian digunakan untuk menunjukkan adanya pengembangan antara *reactor trapping* rancangan baru dan lama. Hasil penelitian tentang pengujian *reactor trapping* rancangan baru dan lama adalah sebagai berikut. Pada rancangan baru tinggi nyala api 32 cm, lama nyala api 55 menit, temperatur 402 °C, visualisasi nyala api biru. Sedangkan rancangan lama tinggi nyala api 25 cm, lama nyala api 27 menit, temperatur 345 °C, visualisasi nyala api merah dan massa tar pada kedua rancangan sama yakni 100 gr, tetapi pada rancangan baru tar ikut mengalir terbang bersama *liquid* setelah terinjeksikan oleh *spray nozzle* dan akan keluar melalui kran. Sedangkan pada rancangan lama tar masih mengendap di dalam *reactor*.

**Kata kunci:** Rancang Bangun, Gasifikasi, *Reactor Trapping*.

### Abstract

Fuel needs for energy in Indonesia recorded each year has increased along with the increase in population and industrial progress. To overcome the energy crisis that occurred be a need to seek alternative energy sources one of which namely biomass, to help resolve the problem of the depletion of oil reserves while increasing value to the material. Utilization of biomass has some method of energy conversion, one of which is gasification. Here, researchers are trying to develop biomass gasification equipment, while the equipment consists of a *gasifier*, *exhauster* and *cyclone*. So to enhance the performance of the equipment necessary to the design and development trapping reactor which will be used to research results show the existence of reactor trapping development between new and old designs. Reactor testing results of research on the design of new and old Trapping is as follows. In the new draft flame height 32 cm, length of the flame 55 minutes, the temperature of 402 °C, blue flame visualization. While the old design flame height 25 cm, length of the flame 27 minutes, the temperature of 345 °C, visualization of red flame and tar mass on both the design of each of 100 grams, but the new design flow wasted tar joined together after injectable liquid by a spray nozzle and going out through the faucet. While the old design tar still settle in the reactor.

**Keywords:** Design, gasification and Reactor Trapping.

## PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan bahan bakar untuk energi di Indonesia tiap tahunnya tercatat semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kemajuan industri. Di sisi lain, cadangan minyak nasional semakin lama semakin menurun. Untuk mengatasi krisis energi yang terjadi diperlukan suatu usaha untuk mencari sumber-sumber energi alternatif baru yang lebih murah, berlimpah dan dapat diperbaharui.

Sumber energi alternatif yang dapat menjadi solusi ketergantungan bahan bakar minyak sangat banyak. Bentuk dari energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan adalah pada benda-benda yang tidak terpakai atau produksi samping, salah satunya adalah biomasa. Biomasa dalam industri produksi energi merujuk pada bahan biologis yang hidup atau baru mati yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar atau untuk produksi industri. Umumnya biomasa merujuk pada materi tumbuhan yang dipelihara untuk digunakan sebagai biofuel dan juga mencakup materi tumbuhan atau hewan yang digunakan untuk produksi serat, bahan kimia atau panas. Biomasa dapat pula meliputi limbah yang dapat dibakar sebagai bahan bakar.

Di Indonesia yang merupakan negara agraris tentunya memiliki banyak biomasa hasil sisa pengolahan pertanian seperti sekam padi, bonggol jagung, ampas tebu, serbuk kayu, batok kelapa dll. Biomasa inilah yang akan menjadi sumber sebagai bahan baku energi alternatif karena selain membantu menyelesaikan problem menipisnya cadangan minyak sekaligus dapat meningkatkan nilai guna material tersebut. Pemanfaatan biomasa memiliki beberapa metode konversi energi, salah satunya adalah gasifikasi.

Energi alternatif biomasa sebelumnya sudah dikembangkan oleh banyak negara lain seperti di Jepang atau Finlandia dengan metode gasifikasi bahkan sempat di aplikasikan dalam dunia perindustrian. Namun di Indonesia metode ini belum banyak dikenal karena produksinya yang terbatas di tempat-tempat tertentu serta ketergantungan masyarakat Indonesia pada bahan bakar fosil yang masih tinggi. Di sini peneliti mencoba untuk mengembangkan peralatan gasifikasi biomasa yang terdapat di Laboratorium Rekayasa Energi dan Bahan Bakar Alternatif Universitas Negeri Surabaya, adapun peralatan tersebut terdiri dari *gasifier*, *exhauster* dan *cyclone*. Maka dari itu untuk menyempurnakan kinerja peralatan tersebut perlu dilakukan perancangan, perbaikan dan pengembangan *reactor trapping* yang memiliki fungsi untuk memisahkan gas-gas dengan uap air, debu dan tar hasil pembakaran.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka peneliti ingin melakukan perancangan alat untuk mengembangkan peralatan gasifikasi biomasa yang sudah ada. Sehingga dalam penelitian Tugas Akhir ini peneliti memberikan judul **“Rancang Bangun, Perbaikan dan Pengembangan *Reactor Trapping* pada Gasifikasi Biomasa”**.

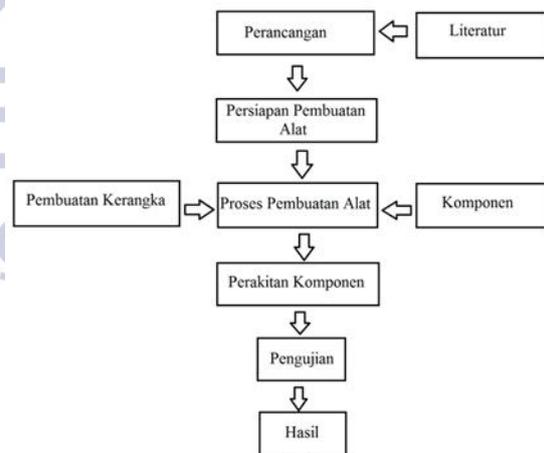
Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan dalam Rancang Bangun, Perbaikan dan Pengembangan *Reactor trapping* pada Gasifikasi Biomasa. Bagaimana hasil pengujian *reactor trapping* rancangan baru, terhadap visualisasi nyala api, lama nyala api, temperatur, tinggi nyala api dan kadar tar.

Tujuan dari penelitian berikut ini adalah Untuk mengetahui komponen-komponen dalam Rancang Bangun, Perbaikan dan Pengembangan *Reactor Trapping* pada Gasifikasi Biomasa. Untuk mengetahui hasil pengujian *reactor trapping* rancangan baru, terhadap visualisasi nyala api, lama nyala api, temperatur, tinggi nyala api dan kadar tar.

Manfaat dari penelitian ini Memberikan manfaat bagi peneliti dan pembaca terhadap pengembangan pembuatan alat Gasifikasi Biomasa. Dihasilkan pengembangan sistem *Trapping* pada alat Gasifikasi Biomasa yang dapat digunakan pada Laboratorium Rekayasa Energi dan Bahan Bakar Alternatif Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

## METODE

### Perencanaan dan Perakitan



Gambar 1. Bagan Perencanaan dan Perakitan

### Metodologi Penelitian

Perencanaan awal adalah uraian tentang prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam upaya mengumpulkan dan menganalisa data. merupakan studi perancangan, perbaikan dan pengembangan *reactor trapping* yang memiliki fungsi untuk memisahkan gas-gas dengan uap air dan polutan-polutan hasil pembakaran yang berupa tar dan debu.

Dalam perencanaan ini peneliti memilih *Reactor trapping* bertipe *spray tower* pemilihan ini di berdasarkan karna tipe *spray tower* merupakan tipe *reactor trapping* yang paling sederhana dan konstuksinya tidak begitu rumit dan memiliki kinerja penyaring akhir gas yang cukup baik dikarnakan gas yang keluar dari *cyclone* akan dibawa menuju kontak dengan *liquid* pencuci berupa air yang di injeksikan oleh *spray nozzle* dan diharapkan *liquid* tersebut dapat mengikat polutan berupa tar dan debu. Sehingga kadar tar dan debu dapat berkurang dan nantinya hasil dari pengujian Tinggi nyala api, lama nyala api, temperatur, visualisasi dan kadar tar dapat digunakan untuk menunjukkan adanya pengembangan dan perbaikan pada *reactor trapping* rancangan baru.

### Proses Pembuatan Rancangan Alat

Perencanaan rancang bangun *reactor trapping* pada alat gasifikasi biomasa terdiri dari beberapa unit antara lain:

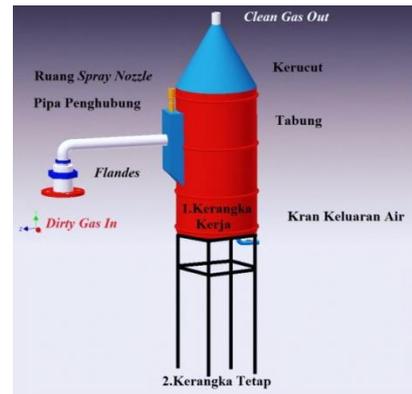
- **Unit Kerangka Kerja**

Unit kerangka kerja adalah komponen berupa plat besi yang berbentuk tabung, persegi dan kerucut yang nantinya akan digabung menjadi satu alat yakni *reactor trapping* yang memiliki fungsi sebagai penyaring akhir gas keluaran dari *cyclone* yang akan dibawa menuju kontak dengan *liquid* pencuci berupa air dengan cara menyemprotkan, mengalirkan dengan bantuan *spray nozzle* yang nantinya akan mengikat polutan polutan berupa tar dan debu. semua proses pengerjaanya menggunakan pekerjaan las.

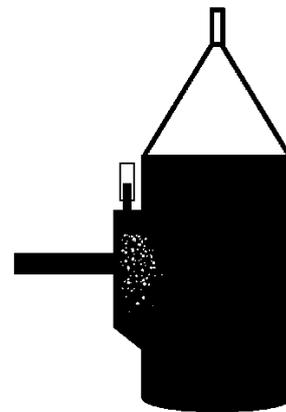
- **Unit Kerangka Tetap**

Unit kerangka tetap adalah komponen yang berfungsi sebagai landasan dan penyangga dari unit kerangka kerja yakni *Reactor Trapping*. Komponen ini terbuat dari besi siku yang pekerjaanya menggunakan pekerjaan las.

Adapun gambar rancangan dan proses pengerjaan *reactor trapping* rancangan baru sebagai berikut :



Gambar 2. Unit Kerangka Kerja dan Unit Kerangka Tetap



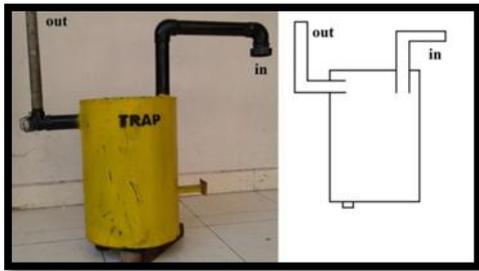
Gambar 3. Konstruksi Dalam *Reactor Trapping* Rancangan Baru

- **Komponen *Reactor Trapping***

- *Spray Nozzle* tahanan 3kg/cm<sup>2</sup>.
- *Water Pump* 12v tekanan maksimal 1 MPa (10kg/cm<sup>2</sup>).
- *Elbow*.
- *Water Mur*.
- *Vlandes*.
- Kran.
- Selang.

### **Reactor Trapping Rancangan Lama**

Pada *reactor trapping* rancangan lama sangat berbeda dengan rancangan baru karna pada *reactor* rancangan ini gas yang keluar dari *cyclone* hanya mengalir begitu saja tanpa adanya kontak langsung dengan *liquid* berupa air, sehingga tar akan tetap mengendap di dalam *reactor* Adapun gambar rancangan *reactor trapping* rancangan lama sebagai berikut :



Gambar 4. Konstruksi *Reactor Trapping* Rancangan Lama

### Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini adalah alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapat data penelitian.

- *Thermocontrol*
- *Stopwatch*
- Timbangan
- Penggaris Mistar
- *Pressure gauge*

### Prosedur Pengujian

#### • Tahap Persiapan

- Memotong batok kelapa sesuai ukuran.
- Mengeringkan batok kelapa.
- Membersihkan *gasifier*.
- Mempersiapkan mesin gasifikasi beserta kedua *reactor trapping* rancangan baru dan lama.
- Menyiapkan *pressure gauge* dan *thermometer*.
- Menghidupkan *exhauster*.

#### • Tahap Penelitian

- Masukan bara batok kelapa ke dalam *gasifier*.
- Memasukkan batok kelapa kering seberat 6 kg dalam *gasifier*.
- Menunggu batok kelapa pada zona pembakaran menjadi bara yaitu selama waktu 10-15 menit.
- Menyalakan *syn gas* yang keluar dari kedua rancangan *reactor trapping* dilakukan secara bergantian.
- Membuka kran *water pump* sehingga *spray nozzle* dapat menginjeksikan *liquid* ke dalam *reactor trapping* rancangan baru.
- Mengukur tinggi nyala api menggunakan pengaris dan temperatur nyala api menggunakan *thermocontrol*.
- Mencatat lama nyala api menggunakan *stopwatch*.
- Memfoto visualisasi nyala api.

#### • Akhir pengujian

- Mematikan alat gasifikasi
- Mengambil tar dan abu yang ada dipenampungan
- Membersihkan alat gasifikasi
- Merapikan alay gasifikasi dan alat pengujian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian bertujuan untuk mengetahui hasil dari perbaikan dan pengembangan *reactor trapping* rancangan baru dengan rancangan lama terhadap Tinggi nyala api, lama nyala api, kadar tar, temperatur dan visualisasi nyala api yang dihasilkan dari pembakaran *syn gas* pada gasifikasi biomassa batok kelapa.

#### Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan hasil dari pengembangan dan perbaikan *reactor trapping* rancangan baru dengan rancangan lama terhadap tinggi nyala api, lama nyala api, temperatur, visualisasi nyala api dan kadar tar adalah sebagai berikut :

##### - Tinggi Nyala Api

Cara pengukuran tinggi nyala api yang dihasilkan dari pembakaran *syn gas* yaitu dengan menggunakan penggaris mistar.

##### - Lama Nyala Api

Cara pengukuran lama nyala api yang dihasilkan dari pembakaran *syn gas* yaitu dengan menggunakan *stopwatch*. *Syn gas* diukur lama nyala apinya dari *syn gas* dapat menyala dengan stabil sampai batok kelapa di dalam *gasifier* sudah tidak dapat menghasilkan *syn gas* yang dapat terbakar lagi. Ditinjau dari segi lama nyala api, Terjadinya api stabil dapat diindikasikan melalui temperatur api biru tertinggi yang mampu dihasilkan sehingga nyala api semakin lama.

##### - Temperatur Nyala Api Syn Gas

Cara pengukuran temperatur nyala api dari pembakaran *syn gas* adalah dengan menggunakan termometer. Sensor termometer di arahkan pada inti dari nyala api tersebut. Besarnya temperatur nyala api menentukan besarnya kalor yang dilepaskan oleh api. Semakin besar temperatur nyala api, semakin besar pula kalor yang dilepaskan oleh api tersebut .

##### - Visualisasi Nyala Api

Pengambilan gambar nyala api menggunakan kamera digital 2.0 megapixel. Warna nyala api menentukan kualitas api tersebut. Nyala api akan berwarna biru ketika temperatur tinggi selain itu kandungan dari gas juga mempengaruhi, semakin bersih gas dari polutan tar dan debu maka akan mempermudah pada saat proses penyalaan/dibakar dan jika nyala berwarna kuning hingga merah sehingga akan membuat temperatur api menjadi rendah selain itu juga di sebabkan karna kandungan tar dan debu yang masih tinggi .

Pengujian visualisasi nyala api dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Hasil pengujian visualisasi nyala api yang

dihasilkan dari pembakaran syn gas dapat digunakan untuk mengetahui hasil antara *reactor trapping* rancangan baru dan lama .



Gambar 5. Visualisasi Nyala Api Sebelum *Spray* Dinyalakan



Gambar 6. Visualisasi Nyala Api Sesudah *Spray* Dinyalakan



Gambar 7. Visualisasi Nyla Api *Reactor Trapping* Rancangan Lama

**-Kadar Tar**

Cara pengukuran kadar tar yakni dengan cara menimbang massa dari tar itu sendiri dengan cara menimbang menggunakan timbangan.

Pada kedua *reactor trapping* memiliki massa tar yang sama, tetapi pada rancangan baru tar ikut mengalir terbuang bersama *liquid* setelah terinjeksikan oleh *spray nozzle* dan selanjutnya akan keluar melalui kran, maka untuk mengetahui masa tar pada rancangan baru perlu dilakukan perhitungan yakni massa air yang di injeksikan dikurangi masa tar, dan massa tar di dapatkan dari *reactor trapping* rancangan lama.

Maka dapat dianalisa bahwa syn gas yang di keluarkan oleh *reactor trapping* rancangan baru memiliki kadar tar yang relatif lebih rendah dikarnakan tar ikut memgalir terbuang bersama *liquid*.

Sedangkan pada rancangan lama masih terjebak di dalam *reactor trapping* sehingga syn gas yang dikeluarkan memiliki kadar tar yang relatif lebih banyak dibandingkan rancangan baru.

**Hasil Pengujian**

Setelah serangkaian tahapan proses penelitian selesai dilakukan dan hasil penelitian telah dianalisa, maka diperoleh hasil pengujian antara *reactor trapping* rancangan baru dan lama sebagai berikut:

Jenis Rancangan <i>Reactor Trapping</i>	Berat Batok Awal (Kg)	Tinggi Nyala Api (cm)	Lama Nyala Api (menit)	Temperatur Api (°C)	Visualisasi Nyala Api
Rancangan baru	6	32	55	402	biru
Rancangan lama	6	25	27	345	merah

Gambar 8. Hasil Pengujian Kedua Rancangan *Reactor Trapping*

Jenis Rancangan <i>Reactor Trapping</i>	Massa tar (gr)
Rancangan lama	100

Gambar 9. Hasil Pengujian Massa Tar Rancangan Lama

Jenis Rancangan <i>Reactor Trapping</i>	Massa Awal	Massa Akhir	
	Massa Air yang diinjeksikan (gr)	Massa Air dan Tar yang dikeluarkan (gr)	Hasil Tar (gr)
Rancangan Baru	3000	3100	100

Gambar 10. Hasil Pengujian Massa Tar Rancangan Baru

**PENUTUP**

**Simpulan**

- Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam rancang bangun, perbaikan dan pengembangan *reactor trapping* antara lain: *spray nozzle* satu lubang dengan tekanan 3kg/cm<sup>2</sup>, *water pump* 12 V dengan tekanan maksimal 1 MPa (10kg/cm<sup>2</sup>), *elbow*, *vlandes*, kran, selang, *water mur* dan unit *reactor trapping*
- Hasil pengujian *reactor trapping* rancangan baru adalah sebagai berikut. Tinggi nyala api 32 cm, lama nyala api 55 menit, temperatur 402 °C, visualisasi nyala api sebelum *spray* dinyalakan masih berwarna merah sedangkan ketika *spray* dinyalakan berwarna biru dan massa tar yakni 100 gr, pada rancangan baru tar ikut mengalir terbuang bersama *liquid* setelah terinjeksikan oleh *spray nozzle* dan akan keluar melalui kran.

### Saran

- Adanya penelitian lebih lanjut tentang kandungan tar dalam proses gasifikasi.
- Adanya penelitian lebih lanjut, mengenai alat pembersih *syn gas*.
- Untuk penerapan sebenarnya, *gasifier* seharusnya memiliki lubang masuknya udara lebih dari satu yang mengelilingi zona pembakaran pada tabung *gasifier*. Agar proses pembakaran dapat merata dan optimal.
- Adanya penelitian lebih lanjut mengenai desain *gasifier*.

Turns, Stephen R. 2012. *An introduction to combustion Concepts and applications*. New Delhi: India Binding House. Dipublikasikan Oleh McGraw Hill Education.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Pengertian Energi Terbarukan*. [www.indoenergi.com](http://www.indoenergi.com). Diakses Tanggal 19 Maret 2015

Anonim, *Wet Scubber*. <http://id.wikipedia.org>. Diakses Tanggal 19 maret 2015.

Buffam, Julie & Kevin Cox. 2008. *Measurement of Laminar Burning Velocity of Methane-Air Mixtures Using a Slot and Bunsen Burner*.

Goswami, Yogi. 1986. *Alternative Energy in Agriculture*, Vol. II. CRC Press. Halaman 83-102.

Hadi, Sholehul., & Sudjud, Dasopuspito. 2013. *Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomass Serabut Kelapa Secara Kontinyu*. Jurnal Teknik POMITS. 2 (3): B-384.

Hong, Wen-Bing., & Jian-Wen, Peng. 2008. *A Fast Image-Based Fire Flame Detection Method Using Color Analysis*. Tamkang Journal of Science and Engineering. 11 (3): 273-285.

Najib, Lailun., dan Sudjud, Darsopuspito. 2012. *Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR) dan Ukuran Biomassa*. Jurnal Teknik ITS 1 (1): B-12.

Nurman, Alwin. 2011. *Studi Karakteristik Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa Pada Fluidized Bed Combustor Universitas Indonesia Dengan Partikel Bed Berukuran Mesh 40-50*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.

Pugersari, Dewi., Achmad, Syarif., & Dwinita, Larasati. 2013. *Eksperimen Pengembangan Produk Fungsional Bernilai Komersial Berbahan Baku Tempurung Kelapa Berusia Muda dengan Teknik Pelunakan*. ITB J. Vis. Art & Des. 5 (1): 74-91.

Tim Contained Energy Indonesia. *Buku Panduan Energi yang Terbarukan* PNMP Mandiri. [www.containedenergy.com](http://www.containedenergy.com). ISBN 1-885203-29-2.