

## ALAT PIROLISIS TEMPURUNG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET BIOMASSA

NK. Caturwati<sup>1\*</sup>, Endang Suhendi<sup>2</sup>, Eko Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Jurusan Teknik Mesin; <sup>2</sup> Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jend. Sudirman km.3 Cilegon.

\*Email : n4wati@untirta.ac.id

### Abstrak

Kelangkaan bahan bakar fosil disertai peningkatan kebutuhan energi memaksa kita untuk mengembangkan sumber-sumber energi lain diluar energi fosil sebagai bahan baku energi. Tempurung kelapa sawit merupakan salah satu limbah agroindustri Indonesia dewasa ini yang ketersediaannya cukup melimpah. Pemanfaatan tempurung kelapa sawit sebagai bahan bakar dalam bentuk briket cukup menjanjikan untuk dikembangkan. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan alat pirolisis tempurung kelapa sawit dalam skala laboratorium dengan menggunakan metode VDI 2221 dengan temperatur pirolisis yang dapat di atur : 250 °C , 300 °C, 350 °C dan 400 °C. Untuk proses pirolisis selama 1 jam menghasilkan produk char (padatan) sebagai bahan baku briket dengan nilai kalor yang cukup tinggi sebesar 7070,335 kalori/gram.

Kata kunci : metode vdi 2221, pyrolisis, tempurung kelapa sawit,

### 1. PENDAHULUAN

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia sehingga fase padat berubah menjadi fase gas. Proses ini merupakan proses penguraian melalui pemanasan dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu padatan (Char), cairan (Bio-oil), dan gas (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub>). Padatan (char) hasil pirolisis tempurung kelapa sawit merupakan bahan baku briket dengan nilai kalor yang cukup tinggi.

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan alat pirolisis dengan menggunakan alat pemanas listrik. Selain dihasilkan produk char, juga diperoleh cairan (bio-oil) dari hasil kondensasi gas hasil pirolisis yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku pengawet.

Perancangan yang dilakukan menggunakan pendekatan dengan metode VDI 2221, yang merupakan suatu metode penyelesaian masalah dengan mengoptimalkan penggunaan material, teknologi dan aspek ekonomi yang dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

- Penjabaran tugas perancangan.
- Perancangan konseptual.
- Perancangan wujud
- Perancangan detail

Berdasarkan *Encyclopedia of Energy Technology and the Environment*, pirolisis didefinisikan sebagai proses dekomposisi panas untuk memproduksi gas, cairan organik (tar), dan padatan sisa (*char*). Pirolisis biasanya dipahami sebagai dekomposisi panas yang terjadi pada kondisi bebas oksigen, tetapi pirolisis yang *oksidatif* hampir selalu menjadi bagian yang terkaitan dari proses pembakaran dan gasifikasi. Gas, cairan dan padatan hasil pirolisis dapat digunakan sebagai bahan bakar, dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut dan sebagai bahan baku dari industri kimia dan material. Bahan-bahan yang cocok sebagai umpan proses pirolisis antara lain batu bara, biomassa, plastik, karet, dan kandungan selulosa (50%) dari sampah perkotaan (Serio, 2004).

Proses pirolisis dikategorikan menjadi 4 tipe yaitu (Goyal, dkk., 2006) :

- a. Pirolisis lambat
- b. Pirolisis Cepat
- c. Pirolisis Kilat
- d. Pirolisis Katalitik Biomassa

### Produk Pirolisis;

Pirolisis biomass menghasilkan produk yang mengandung cairan, gas dan arang padat (Char). Produk utama hasil pirolisis biomass adalah produk cair dengan perolehan mencapai 75% dari umpan kering (kadar air umpan kurang dari 10% berat). Perbandingan produk tersebut bergantung pada jenis umpan, temperatur pirolisis, laju pemanasan, dan waktu tinggal. Tetapi pada umumnya terdiri atas 40–65%-w cairan organik, 10–20%-w char, 10–30%-w gas dan 5–15%-w air dengan basis umpan kering. Kebanyakan reaktor pirolisis membutuhkan umpan yang mengandung 5–15%-w air.(Diebold, 1999).

## 1. METODOLOGI PENELITIAN

Metode perancangan yang digunakan dalam pembuatan alat pirolisis ini adalah metode VDI 2221 (*Verein Deutscher Ingenieure*), Persatuan Insinyur Jerman. Tahapan yang harus dilakukan adalah :

### 2.1 Tugas Perancangan

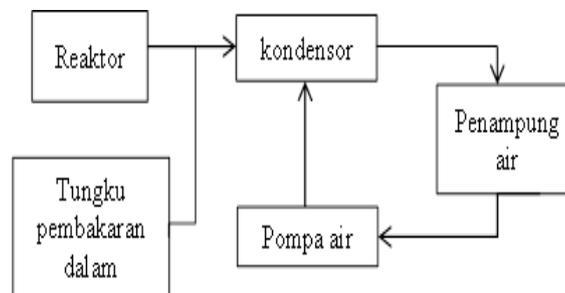
Tugas utama adalah membuat sebuah alat pirolisis dengan fungsi mendekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu padatan (*Char*), cairan dan gas. Pembuatan pirolisis ini juga diharapkan dapat dibuat dengan material yang sederhana agar bernilai ekonomis.

### 2.2 Perancangan Konseptual

Setelah penjabaran tugas perancangan jelas dibuat selanjutnya dilakukan perancangan konseptual dengan membuat beberapa skema varian yang sesuai dengan tujuan dari tugas perancangannya.

Beberapa skema varian yang mungkin dibuat adalah :

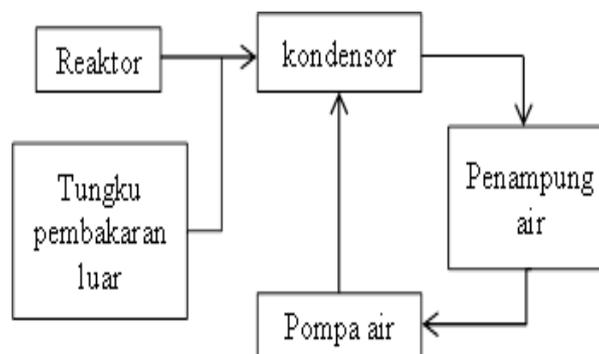
Varian 1



**Gambar 1. Skema varian 1**

Pada skema varian 1 ini sistem pemanas (reaktor) menggunakan tungku pembakaran, dimana bahan bakar yang digunakan dapat berupa kayu bakar, minyak maupun gas. Namun temperatur proses pyrolisis tidak dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

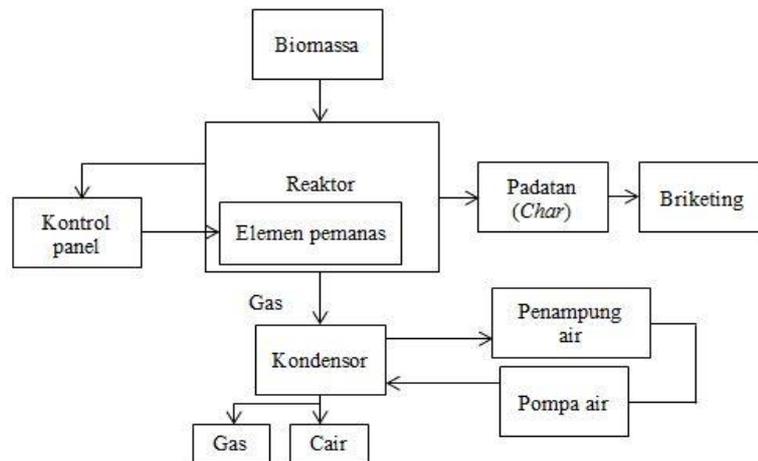
Varian 2



**Gambar 2. Skema varian 2**

Skema pada varian 2 menggunakan tungku pembakaran luar. Namun dengan sistem ini temperatur proses pyrolisis tidak dapat diatur sesuai kebutuhan.

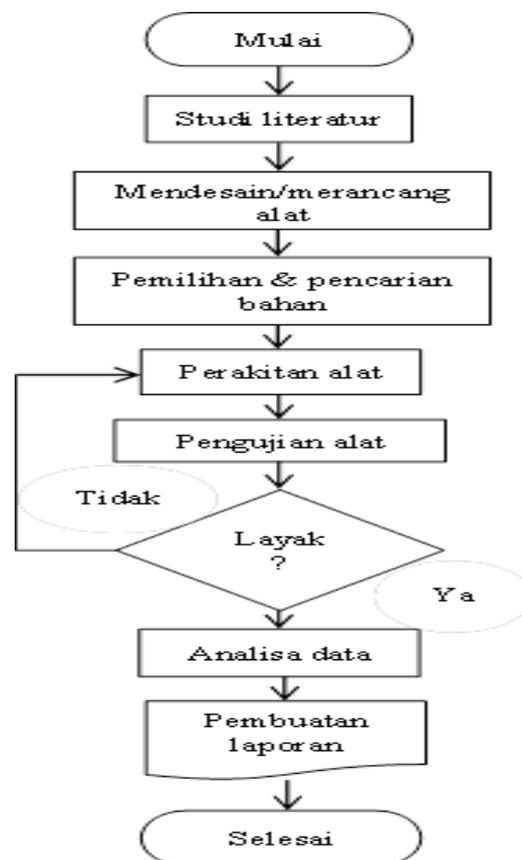
### Varian 3



**Gambar 3. Skema varian 3**

Pada skema varian 3 yang menggunakan elemen pemanas berupa kawat nikelin berbentuk spiral yang dililitkan melingkar pada wadah reaktor dan dialiri arus listrik, kemudian disertai termokopel untuk mengatur suhu reaktor. Dengan rancangan varian 3 maka pengaturan temperatur proses ini menjadi lebih mudah dilakukan.

### 2.3 Perancangan Wujud



### Gambar 4. Diagram alir perancangan

Proses perancangan wujud alat dilakukan dengan mengikuti diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Proses perancangan wujud dimulai dari pemilihan bahan pada bagian-bagian alat utama antara lain :

#### 1. Bahan Reaktor

Sehubungan dengan temperatur yang cukup tinggi serta perubahan komposisi kimia pada saat dekomposisi bahan baku, maka material pemanas (reaktor) terbuat dari bahan stainless steel, karena tahan temperatur tinggi serta tidak mudah terkorosi.

#### 2. Kondensor

Material untuk kondensor gas hasil pyrolisis adalah stainless steel dengan jenis *surface condensor* tipe *vertical condensor*, karena dapat dibuat dan dipasang dengan mudah .

#### 3. Kawat Pemanas

Material kawat pemanas dipilih kawat nikelin dengan koefisien muai sebesar  $23 \times 10^{-5} \text{ m}^{\circ}\text{C}$  yang merupakan bahan dengan resistivitas tinggi [A. A. Ngr Dharma Putra, dkk, 2009]

#### 4. Pompa

Mengingat kapasitas pompa yang diperlukan untuk mengalirkan air pendingin pada sistem kondensor yang cukup kecil maka digunakan pompa aquarium jenis P3900 dengan spesifikasi 220/240 volt, 50 Hz, 43 watt, Hmax 2,5 M, Fmax 2800 L/h

#### 5. Regulator listrik

Regulator/stabilizer adalah alat penstabil tegangan listrik untuk menjaga agar sistem pemanas tidak cepat rusak.

Setelah pemilihan bahan dilakukan desain prototype dengan menggunakan perangkat lunak. Dalam hal ini dilakukan dengan menggunakan *software solidwork*.

- Desain Reaktor



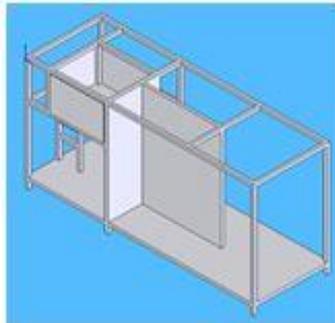
Gambar 5. Desain pemanas

- Desain Kondensor



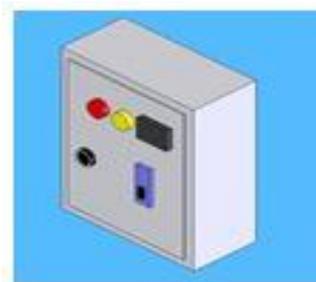
Gambar 6. Desain kondensor

- Desain Kerangka



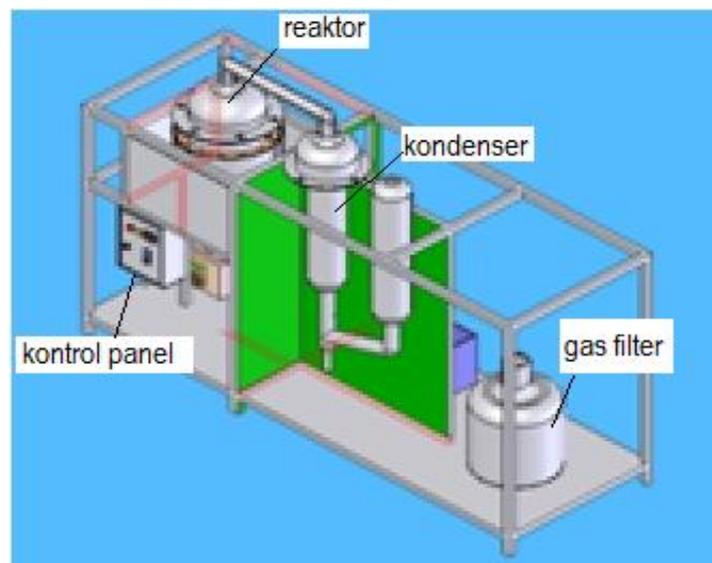
**Gambar 7. Desain rangka pirolisis**

- Desain Kontrol panel



**Gambar 8. Kontrol panel**

- Desain Keseluruhan



**Gambar 9. Skema keseluruhan alat pyrolisis**

## **2.4 Pembuatan Alat Pirolisis**

Setelah pemilihan beberapa komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang akan dibuat maka selanjutnya adalah merakit komponen tersebut menjadi satu bagian, akan tetapi sebelum merakit diperlukan komponen lain sebagai penunjang agar alat yang akan dibuat sesuai dengan desain yang telah dibuat.