

## Pengaruh Penggunaan Uap Kering Pada Proses Pirolisis Limbah Plastik

Lalu Junaedi Rahmat Yudia Putra<sup>1)</sup>, Budiman Sudia<sup>2)</sup>, Samhuddin<sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unuversitas Halu Oleo

<sup>2,3</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unuversitas Halu Oleo

Jl. H.E.A Mokodompit Kampus Baru Tridharma Anduonohu, Kendari

Email Penulis: [lalujunedi@gmail.com](mailto:lalujunedi@gmail.com)

### Article Info

Available online December 20, 2019

### Abstrak

Pirolisis merupakan proses fraksinasi material oleh suhu pemanasan pemanasan tanpa atau sedikit oksigen. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh penggunaan uap kering terhadap tekanan gas dan suhu pembakaran gas yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan reaktor kapasitas 500 gram dengan variabel yang digunakan yaitu sampah plastik jenis PET (*Polyethylene*) dengan dua jenis pengujian yaitu pirolisis tanpa uap kering dan pirolisis dengan uap kering. Penelitian dimulai pada persiapan bahan uji, persiapan reaktor, percobaan pendahuluan dan penelitian dengan reaktor pirolisis gas. Selanjutnya dilakukan analisis untuk masing-masing hasil produk. tekanan gas tertinggi didapatkan percobaan pirolisis dengan uap kering yaitu dengan rata-rata 0,04125 MPa sedangkan untuk pirolisis tanpa uap 0,02375 MPa. Sementara untuk suhu pembakaran gas rata-rata tertinggi didapatkan pada percobaan pirolisis tanpa uap kering dengan suhu 971,5 °C, sedangkan suhu rata-rata pada pirolisis dengan uap kering yaitu 962,75 °C.

**Kata kunci:** Pirolisis, sampah plastik, gas, uap kering

### Abstract

*Pyrolysis is a fascination process by increasing temperatures without or less oxygen. These research aims to compare the use of gas pressure and gas burning temperatures that were hasyfish. In this study, the reabsorption of 500 gr in the druse variable of the interactive waste is the type of PET (Polyethylene) with two types of the pyrolysis of the pyrolysis without being a dry and the pyrolysis is with the atlets. Reserch began in preparation for the preparation of test, preparation of ryl, precursors and research with gas pyrolysis. Further conducted analysis for each product. The highest gas pressure has a pyrolysis trial with an average of 0,04125 MPa while for the pyrolysis, without either a 0,02375 MPa while the average gas of the highnest gas air date on the test pyrolysis without a dry temperature at 971,5 °C whereas the water is called for the water of the process of the 962,75 °C.*

**Keywords:** *Pyrolysis, plastic garbage, gas, and dry steam*

### 1. Pendahuluan

Bahan bakar merupakan suatu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia saat ini. telah diketahui bersama bahwa bahan bakar minyak tergolong dalam bahan bakar fosil yang sifatnya

bisa habis jika tidak dilakukan penanggulangan khusus yaitu dengan mengurangi jumlah penggunaannya [1].

Krisis energi yang terjadi di dunia, khususnya dari bahan bakar fosil yang bersifat tak terbarukan (*nonrenewable*) disebabkan karena menipisnya

cadangan minyak bumi. hal ini mengakibatkan meningkatnya harga bahan bakar minyak. Selain itu peningkatan harga minyak bumi akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan suatu bangsa (Indonesia). Konsumsi bahan bakar minyak yang mencapai 1,3 juta/barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta/barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang. Oleh karena itu perlu dicari sumber-sumber bahan bakar alternatif yang bersifat terbarukan (*renewable*) dan ramah lingkungan [2].

Faktor-faktor yang mempengaruhi pirolisis diantaranya [3]:

#### 1. Waktu

Waktu berpengaruh pada produk yang dihasilkan karena semakin lama waktu proses pirolisis berlangsung, produk yang dihasilkannya (Residu padat, tar, dan gas) makin naik.

#### 2. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan karena berdasarkan persamaan Arrhenius, makin tinggi nilai konstanta dekomposisi termal maka semakin besar akibatnya laju pirolisis bertambah dan konversi naik.

#### 3. Ukuran partikel

Ukuran partikel juga berpengaruh terhadap hasil, semakin besar ukuran partikel, luas permukaan persatuan berat semakin kecil, sehingga proses akan menjadi lambat.

#### 4. Berat partikel

Semakin banyak bahan yang dimasukkan, menyebabkan hasil bahan bakar cair (tar) dan arang meningkat.

#### 5. Kadar air

Adanya bahan air dalam bahan yang dipirolisis mempengaruhi proses pirolisis karena air dalam bahan akan menggunakan energi untuk menghilangkan kandungan air. Energi dari luar yang seharusnya digunakan untuk proses pirolisis digunakan sebagian untuk proses pengeringan kadar air bahan. Akibatnya bahan kandungan air yang tinggi akan membutuhkan energi yang tinggi untuk proses pirolisis atau dengan kata lain pada

energi yang sama bahan dengan kadar air yang tinggi menghasilkan gas yang sedikit dari pada bahan dengan kadar air rendah [4].

#### 6. Bahan

Penelitian tentang kulit kemiri dengan plastik, hasil yang diperoleh yaitu dengan peningkatan jumlah plastik didapatkan hasil minyak yang lebih banyak, padatan lebih sedikit, dan gas yang cenderung sama [4].

#### 7. Komposisi bahan uji.

Pada setiap penambahan material plastik didalam proses pirolisis menghasilkan suatu peningkatan hidrogen didalam hasil minyaknya dibandingkan proses pirolisis tanpa plastik. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi yang berbeda dari bahan yang diperlukan untuk proses pirolisis menghasilkan hasil kandungan minyak yang berbeda.

#### 8. Laju Nitrogen

Peningkatan dari laju nitrogen menyebabkan penurunan jumlah minyak dan peningkatan jumlah gas, sedangkan hasil padatan sedikit menurun.

#### 9. Waktu tinggal padatan

Waktu tinggal padatan mempengaruhi jumlah hasil dari pirolisis karena semakin lama bahan didalam reaktor maka padatan akan terkomposisi menjadi minyak dan gas.

Plastik adalah makromolekul yang dibentuk melalui proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer) melalui proses kimia. Plastik adalah senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan Hidrogen [5].

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplas dan termoset. Thermoplas merupakan plastik yang dapat didaur ulang melalui proses pemanasan. Sedangkan termoset adalah plastik yang tidak dapat didaur ulang. Pemanasan akan menyebabkan kerusakan pada molekul-molekulnya.

## 2. Metode Penelitian

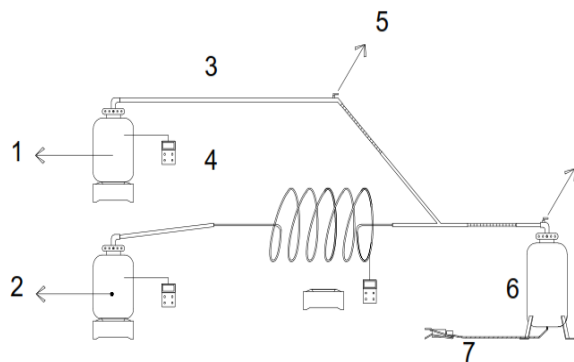
Pada penelitian ini, digunakan bahan baku berupa plastik jenis PET yang diambil dari pengepul sampah plastik terdekat. Bahan baku awal mulanya dibersihkan dari pengotor kemudian ditimbang sesuai dengan kebutuhan

yaitu 500 gram bahan baku untuk satu kali proses pirolisis. Gas elpiji digunakan sebagai bahan bakar kompor.

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian secara eksperimental di Laboratorium menggunakan alat penelitian pirolisis yang dapat dilihat pada gambar 1.

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah memasukkan bahan baku yang telah disiapkan kedalam reaktor pirolisis, kemudian memasang tutupnya dengan cara mengencangkan bautnya agar tidak ada gas yang keluar dari tutupnya. Kemudian memanaskan reaktor pirolisis menggunakan kompor. Dalam pengujian pirolisis ini, terdapat dua jenis percobaan yaitu percobaan pirolisis tanpa uap dan percobaan pirolisis dengan uap. Pada saat pemanasan dilakukan pengamatan terhadap waktu, proses dan suhu didalam reaktor setiap 5 menit. Ketika pemanasan terjadi, kenaikan suhu didalam reaktor mulai dari suhu kamar sampai selesai, temperatur tertinggi didapatkan 278° C sampai pada menit ke-80 kemudian kompor dimatikan.

Indikator utama pada penelitian ini yaitu bahwa Proses pirolisis ini, menggabungkan antara gas hasil pirolisis plastik dengan uap kering. Percobaan ini bertujuan untuk membandingkan tekanan gas dan suhu pembakaran gas yang dihasilkan dari kedua jenis percobaan yaitu pirolisis tanpa uap kering dan dengan uap kering. Dimana gas yang telah digabungkan tadi akan ditampung didalam tabung penampungan gas yang telah disiapkan.



Gambar 1. Skema alat pirolisis

Keterangan:

1. Reaktor Air
2. Reaktor Plastik
3. Pipa Kondensor
4. Termokopel
5. Keran / Katub
6. Tabung Penampung Gas
7. Alat Pengukur tekanan (Inflator Gas)

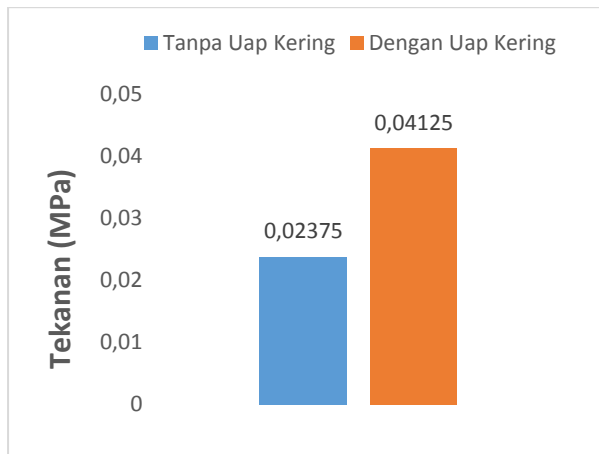
Sebelumnya, [6] meneliti mengenai pirolisis gas. Dimana pada penelitian ini diukur untuk mengetahui kecepatan gas yang terbentuk dan waktu proses yang dibutuhkan untuk setiap variasi jumlah katalis. Dimana semakin banyak katalis yang digunakan, proses pirolisis akan semakin cepat.

Sementara untuk penelitian yang lain, yaitu membandingkan pirolisis hasil minyak dan gas yang dihasilkan. Dimana pada penelitian ini melakukan perbandingan laju pemanasan. Maka semakin besar laju pemanasan, maka rendemen minyak akan semakin besar. Sedangkan rendemen gas semakin kecil [7].

### 3. Hasil dan Pembahasan

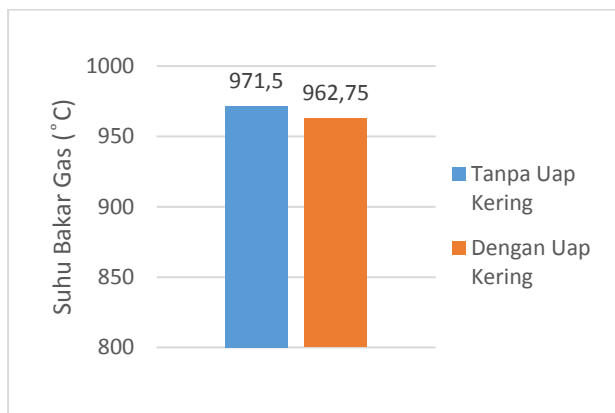
Tabel 1. Perbandingan tekanan gas dan suhu pembakaran hasil pirolisis

NO	Pirolisis Tanpa Uap Kering		Pirolisis Dengan Uap Kering	
	Tekanan Gas (Mpa)	Suhu Bakar (°C)	Tekanan Gas (Mpa)	Suhu Bakar (°C)
1	0.025	924	0.040	912
2	0.020	958	0.045	980
3	0.030	970	0.040	948
4	0.020	1034	0.040	1011



Gambar 2. Grafik perbandingan tekanan gas hasil pirolisis

Berdasarkan Gambar 2, memperlihatkan perbandingan antara tekanan gas yang dihasilkan dari kedua jenis percobaan yaitu pirolisis tanpa uap dan dengan uap. Dimana pada pengujian ini dilakukan sebanyak empat kali pengambilan data seperti pada grafik. Pada percobaan pertama sampai ke empat tanpa uap dihasilkan tekanan gas sebesar 0.025 MPa, 0.02 MPa, 0.03 MPa, dan 0.02 MPa. Sedangkan pada percobaan pirolisis menggunakan uap didapatkan hasil tekanan sebesar 0.04 Mpa, 0.04 Mpa, 0.045 Mpa, dan 0.04 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan tekanan yang dihasilkan antara percobaan pirolisis tanpa uap dan yang menggunakan uap. Dimana waktu penampungan gas hasil pirolisis disamakan yaitu 5 menit penampungan. Sehingga dapat di jelaskan, dari keempat pengujian tekanan gas yang dihasilkan dapat dirata – ratakan untuk pengujian tanpa uap yaitu 0,2375 MPa dan untuk rata-rata gas hasil pengujian dengan uap didapatkan 0,04125 MPa.



Gambar 3. Grafik perbandingan suhu pembakaran gas hasil Pirolisis

Dari Gambar 3 diatas, diperlihatkan bahwa suhu yang dihasilkan dari pembakaran gas hasil pirolisis dilakukan durasi pembakaran selama 1 menit sebanyak empat kali percobaan dimana hasil yang didapatkan dari kedua jenis percobaan menunjukkan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda, dimana pada percobaan pirolisis tanpa uap dilakukan sebanyak empat pengujian dengan hasil berturut-turut yaitu 924 °C, 958 °C, 970 °C, dan 1034 °C. Sedangkan pada pirolisis dengan uap didapatkan hasil berturut-turut yaitu 912°C, 980 °C, 948 °C, dan 1011 °C. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur pembakaran dari kedua jenis percobaan memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar sehingga suhu maksimal yang didapatkan pada pada pengujian tanpa uap sebesar 1034 °C, merupakan suhu yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan suhu pembakaran gas menggunakan uap dimana suhu pembakaran maksimal yang didapatkan yaitu 1011 °C. Sehingga bisa dirata-ratakan suhu pembakaran yang dihasilkan untuk pirolisis tanpa uap yaitu 971,5 °C dan untuk pirolisis dengan uap sebesar 962,75 °C.

Adapun titik nyala atau visualisasi nyala gas dari kedua percobaan pirolisis uap kering dan tanpa uap kering dapat dilihat seperti pada gambar berikut:



a. Pirolisis tanpa uap kering      b. Pirosilis dengan uap kering

Gambar 4. Visualisasi nyala antara gas hasil pirolisis tanpa uap dan dengan uap kering.

Dari Gambar 4. memperlihatkan visualisasi nyala yang dihasilkan dari gas pirolisis tanpa uap dan yang menggunakan uap dimana, pada gambar a. (Pirolisis tanpa uap kering) nyala yang dihasilkan berwarna biru dengan lidah api/ujung nyalanya berwarna kemerah-merahan. Dalam ilmu warna nyala api yang berwarna biru mempunyai suhu sekitar 1500 °C. Tetapi pada ujungnya berwarna kuning yang dimana suhu api ini mempunyai suhu sekitar 1200 °C sampai 150 °C. Sedangkan pada Gambar b. (Pirolisis dengan uap kering) menghasilkan nyala api berwarna biru dengan sedikit warna merah pada nyalanya hal ini menunjukkan ada kesamaan warna nyala api yang

tidak terlalu jauh berbeda. Sehingga jika membandingkan kualitas nyala dari kedua proses percobaan, terjadi perbedaan nyala yaitu perbedaan warna nyala api yang dihasilkan serta temperatur dari panas api yang dinyalakan.

Dalam proses pirolisis, selain hasil dari prosesnya bisa dimanfaatkan baik itu minyak hasil pirolisis ataupun hasil gasnya, juga meninggalkan sisa dari proses pirolisis pada tabung reaktor khususnya reaktor pirolisis plastik. Produk hasil sisa proses pirolisis plastik tergolong dalam kategori limbah B3. Limbah B3 merupakan sisa suatu usaha/kegiatan yang memiliki kandungan atau Sesutu yang bahan berbahaya, beracun yang diketahui berdasarkan konsentrasi atau jumlahnya dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup dan kelangsungan hidup makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung. Sisa yang dihasilkan dari proses pirolisis plastik dengan jenis *Polyethlena* (PE) berbentuk semi padat. Hal ini seperti pada Gambar 5. Yang dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Zat sisa hasil proses pirolisis

#### 4. Kesimpulan

Pada proses pirolisis yang dilakukan tanpa uap kering dengan massa plastik 500 gram jenis PE, dilakukan proses pirolisis selama 81 menit dimana suhu reaktor tertinggi didapatkan yaitu 260 °C. Kemudian hasil diperoleh tekanan gas dari hasil prolisis dari empat kali percobaan didapatkan rata-rata tekanan 0,02375 MPa. Kemudian gas hasil pirolisis dibakar selama 1 menit dan temperatur rata-ratanya 971,5 °C. untuk percobaan Pirolisis dengan uap rata-rata tekanan gas yang didapatkan yaitu 0,04125 MPa. Sementara suhu pembakarannya didapatkan rata-ratanya 962,75 °C.

#### 5. Saran

Disarankan untuk penelitian lebih lanjut adalah:

1. Agar pada penelitian selanjutnya mengambil jenis plastik yang berbeda untuk membandingkan gas yang dihasilkan.
2. Agar pada penelitian selanjutnya mempertahankan panas pada pipa kondensor khususnya pirolisis plastik agar panas didalam pipa kondensor tetap terjaga untuk mencegah keluarnya "TER" yang berlebih sehingga dapat menyumbat saluran pipa kondensor.

#### Daftar Pustaka

- [1] H. Sukarjo, M. S. Cahyono and W. , "Influence Of Temperature to-Bio-OilYield From Organic Waste Pyrolysis Proces," in *Institut Sains & Teknologi AKPRIND*, Yogyakarta, 2014.
- [2] I. Wiratmaja, "Pengujian Karakteristik Fisika Bio Gasoline Sebagai Bahan Bakar Bensin Murni," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, pp. 4(2) 145-149, 2010.
- [3] I. Wahyudi, "Pemanfaatan Blotong Menjadi Bahan Bakar Dan Arang Dengan Proses Pirolisis," *Jurnal Teknik Lingkungan FTSP UPN "Veteran" Jatim*, pp. 1-7, 2001.
- [4] Caglar, A; Aydinli, B, "The Effect of Temperature and Composition on the Amount of Pyrolysis," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis : Isothermal Co-Pyrolysis of Hazelnut and Ultra High Molecular Weight Polyethylene*, pp. 86 : 304-309, 2009.
- [5] U. B. Surono, "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak," *Jurnal Teknik*, vol. 3, pp. 33 ISSN 2088-3676, 2013.
- [6] S. Naimah and N. N. Aidha, "Karakteristik Gas Hasil Pirolisis Limbah Plastik Polietilena (PE) Dengan Menggunakan Katalis Residue

Lalu Junaedi Rahmat Yudia Putra

Catalytic," *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, pp. 31-38, 2017.

- [7] R. P. Liestiono, "Karakteristik Minyak Dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE)," *Jurnal OFFSHORE*, vol. 1, pp. 1-9, 2017.