

## Investigasi Hasil Pirolisis Jenis Plastik Pet Menggunakan Katalis Zeolit Dengan Metode Ansys Fluent

Andreas Danang Erwin Syah Putra<sup>1</sup>, Fatkur Rohman<sup>2</sup>, Nuryosuwito<sup>3</sup>

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [andreasdanang96@gmail.com](mailto:andreasdanang96@gmail.com), [suwito.unp@gmail.com](mailto:suwito.unp@gmail.com), [fatkurrohman@unpkediri.ac.id](mailto:fatkurrohman@unpkediri.ac.id)

**Abstrak** – Penelitian ini dilatar belakangi saat ini kebutuhan bahan bakar semakin meningkat tetapi sumber bahan bakar fosil semakin berkurang, maka perlu adanya suatu energi terbarukan guna mengatasi kelangkaan bahan bakar fosil dan semakin banyaknya penggunaan sampah plastik. Salah satu cara alternatif penanganan sampah plastik adalah mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Metode yang digunakan adalah Ansys sebuah program untuk melakukan perhitungan konstruksi dan fluida menggunakan metode elemen hingga atau finite, element analysis (FEA). Dengan hadirnya program ANSYS yang mempunyai kemampuan lebih luas membuka wawasan baru bagi peneliti untuk menyelesaikan permasalahan lebih cepat. Tampilan prototipe nya juga bisa ditampilkan pada layar komputer, sehingga orang yang awam di bidang teknikpun dapat mengetahui dengan mudah. Hal inilah yang mendasari penggunaan program komputer ANSYS yang berbasis metode elemen hingga untuk melakukan kajian penelitian.

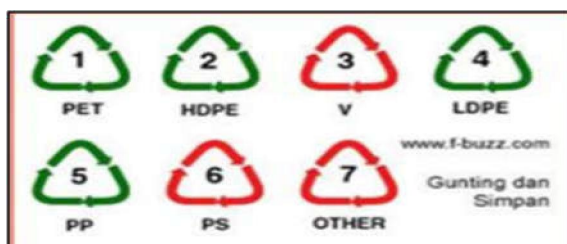
**Kata Kunci** — Ansys Fluent, Katalis, Plastik PET, Pirolisis

### 1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di Indonesia masih merupakan permasalahan yang belum dapat ditangani dengan baik. Kegiatan pengurangan sampah baik di masyarakat sebagai penghasil sampah maupun ditingkat kawasan masih sekitar 5% sehingga sampah tersebut dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sementara Alahan TPA tersebut sangat terbatas. Komposisi sampah terbesar di TPA selain sampah organik (70%) terdapat sampah non organik yaitu sampah plastik (14%) berdasarkan data dari kementerian lingkungan hidup dan kehutanan bahwa total jumlah sampah Indonesia di 2019 akan mencapai 68 juta ton, dan sampah plastik diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton [1].

Plastik adalah polimer rantai-panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Terdapat dua macam polimer yang terdapat kehidupan yaitu polymer alami dan polimer buatan atau polimer sintesis [2].

Kode-kode yang tertera pada bawah tempat dari bahan plastik sebagai berikut :



Gambar 1 Kode Plastik

PET (PolyEthylene Terephthalate) memiliki titik cair atau lebur yang sangat tinggi. Botol air mineral, botol minuman bersoda, botol sampo, botol

air kumur dan botol untuk selai roti merupakan beberapa contoh jenis dan tipe plastik berjenis PET ini.

Karakteristiknya adalah jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Jenis PET/PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Biasanya pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PETE atau PET (polyethylene terephthalate) di bawah segitiga [3].

Katalis mempercepat reaksi kimia namun tetap tidak berubah menjelang akhir proses. Katalis banyak digunakan di industri dan penelitian untuk mengoptimalkan distribusi produk dan meningkatkan selektivitas produk. Oleh karena itu, degradasi katalis sangat menarik untuk mendapatkan produk dengan kepentingan komersial yang besar seperti bahan bakar otomotif (diesel dan bensin) dan olefin, yang memiliki permintaan besar dalam industri petrokimia. Katalis adalah suatu zat yang dapat meningkatkan laju reaksi dan setelah reaksi selesai, terbentuk kembali dalam kondisi tetap. Katalis ikut terlibat dalam reaksi memberikan mekanisme baru dengan energi pengaktifan yang lebih mudah dibandingkan reaksi tanpa katalis. Katalis yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah zeolit alam yang diperoleh dari Klaten. Zeolit tersebut digerus lalu diayak dengan menggunakan pengayak 250 mesh Zeolit hasil ayakan dicuci menggunakan hasil suling kemudian dikeringkan pada temperatur 120°C [4].

Pirolisis adalah fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230°C, Ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan volatil matters pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya,

produk cair yang menguap mengandung *tar* dan *polyaromatic* hidrokarbon. Pyrolysis merupakan peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pyrolysis yaitu padat, gas, dan cairan [5].

Pada saat proses transfer panas, beda suhu antara fluida panas dan fluida dingin pada waktu masuk dan pada waktu keluar tidaklah sama, maka kita perlu menentukan nilai rata-rata beda suhu untuk bisa menentukan besar kalor yang dipindahkan fluida pada alat penukar kalor (*heat exchanger*). Pada aliran sejajar, dua fluida masuk bersama-sama dalam alat penukar kalor, bergerak dalam arah yang sama dan keluar bersama-sama pula. Sedangkan pada aliran berlawanan, dua fluida bergerak dengan arah yang berlawanan dan pada aliran menyilang, dua fluida saling menyilang atau bergerak saling tegak lurus.[6]

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metodologi Penelitian

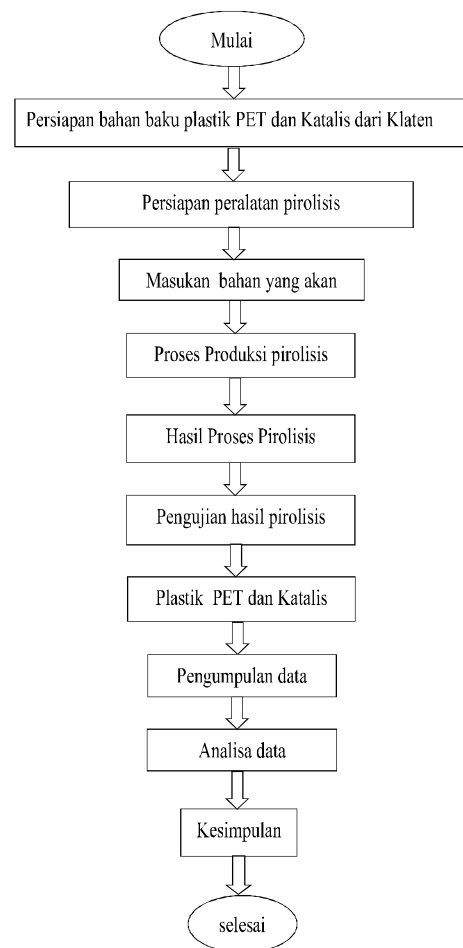
Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan.

### 2.2 Identifikasi Variabel

Dalam penelitian ini Variabel bebas adalah hasil pengujian bahan bakar produk pirolisis jenis plastik PET dicampur Katalis dari Klaten. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pengaruh hasil produk pirolisis terhadap kinerja mesin. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah dengan RPM 2000, 3000, 4000 dan Waktu pengujian hasil ditentukan 5 menit.

### 2.3 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga menganalisa data penelitian dapat digambarkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2 Alur Penelitian

Keterangan:

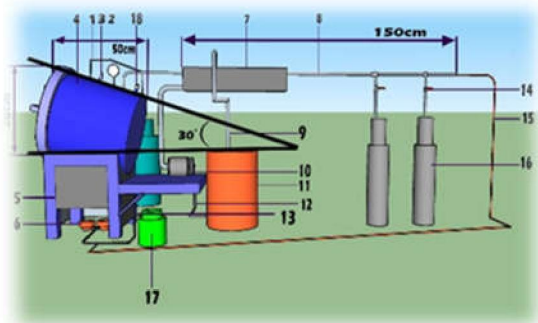
1. persiapan bahan baku plastik PET dicampur Katalis dari Klaten dan mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.
2. persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian pirolisis.
3. masukan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian pirolisis plastik PET dicampur Katalis dari Klaten ke dalam tabung reaktor.
4. setelah proses pengujian selesai hasil produksi dari proses pirolisis diuji.
5. pengumpulan data adalah setelah mendapat hasil data yang diperoleh nantinya dikumpulkan datanya.
6. analisa data adalah setelah pengumpulan data lalu lakukan analisis data.
7. kesimpulan proses akhir dari pengujian adalah menyimpulkan data yang diteliti dan diuji.

### 2.4 Alat dan Bahan

#### a. Instalasi Peralatan Pirolisis

Instalasi peralatan pirolisis merupakan komponen penting untuk memperoleh hasil produk yang diinginkan. Model reaktor

yang digunakan juga menentukan merata atau tidaknya pembakaran. Selain itu konstruksi kondensor yang dibuat miring juga mempengaruhi keluarnya cairan yang keluar dari pipa output. Untuk menghilangkan kehilangan kalor yang berlebih, tempat pembakaran dilapisi dengan tungku. Dan kemudian akan di lapisi lagi dengan plat besi yang menutup seluruh bagian. Berikut merupakan gambar instalasi peralatan pirolisis :



Gambar 3 Instalasi Alat Pyrolysis

Keterangan:

- 1.Nitrogen
- 2.Manometer
- 3.Otomatis tekanan tinggi
- 4.Reaktor
- 5.Pondasi
- 6.Kompur
- 7.Kondensor
- 8.Pipa logam
- 9.Selang keluaran air kondensor
- 10.Pompa
- 11.Wadah air kondensor/bak
- 12.Selang masukan air kondensor
- 13.Regulator
- 14.Valve
- 15.Selang LPG
- 16.Penampung hasil pyrolysis
- 17.Gas LPG
- 18.Termokopel

Langkah proses produksi pirolisis :

- a. Memasukan bahan uji ke dalam reaktor.
- b. Tabung reaktor dipanasi menggunakan kompor sampai suhu.
- c. Untuk sementara waktu kran/valve ditutup dengan waktu 15-20 menit agar supaya tabung reaktor menjadi vakum setelah itu kran yang menuju kondensor dibuka.
- d. Suhu diukur dengan *termocouple* digital.
- e. Kondensor dialiri air secara terus menerus selama proses pengujian berjalan dengan suhu 17-26°C.
- f. Setelah pipa didinginkan dengan kondensor gas dan cairan akan turun pada bagian output kondensor tersebut.
- g. Gas akan mengalir melalui pipa bagian atas dan cairan akan mengalir melalui pipa bagian bawah.

- h. Tunggu hingga kurang lebih 1 jam.
- i. Setelah selesai akan mendapatkan hasil produk pirolisis dari plastik PET dicampur Katalis.
- j. Hasil produk pirolisis dari bahan plastik PET dicampur Katalis akan diteliti atau diuji guna mengetahui karakteristiknya.
- k. Setelah melakukan pengujian catat hasil dari perbandingan tersebut.

b. Plastik PET

PET (*PolyEthylene Terephthalate*) memiliki titik cair atau lebur yang sangat tinggi. Botol air mineral, botol minuman bersoda, botol sampo, botol air kumur dan botol untuk selai roti merupakan beberapa contoh jenis dan tipe plastik berjenis PET ini Karakteristiknya adalah jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Jenis PET/PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Biasanya pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PETE atau PET (*polyethylene terephthalate*) di bawah segitiga .



Gambar 4 Jenis dan Simbol Plastik PET

c. Katalis

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnyamengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin.



Gambar 5 Katalis Serbuk

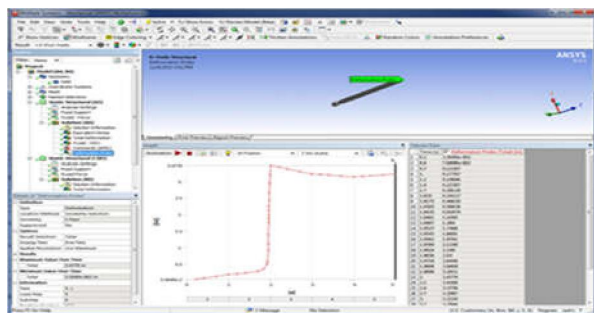
Tabel 1 Kandungan Katalis Klaten

Katalis Klaten		
Compound	Conc	Unit
Al	7,6	0%
Si	50,8	0%
K	3,84	0%
Ca	17,8	0%
Ti	1,52	0%
V	0,06	0%
Mn	0,26	0%
Fe	17,2	0%
Cu	0,23	0%
Zn	0,072	0%

Dari tabel diatas adalah hasil uji laboratorium ITS Surabaya menghasilkan nilai kandungan katalis dari klaten, adalah Si sebesar 50, 8 dan kandungan terendah pada V sebesar 0,06.

#### d. Program ANSYS

Dunia rekayasa dan keteknikan, umumnya menggunakan piranti lunak untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan dalam suatu pekerjaan yang telah ditentukan. Salah satu perangkat lunak yang biasa digunakan dalam bidang desain and analisis adalah ANSYS yang hingga saat ini sudah diterbitkan mencapai versi 19. ANSYS merupakan produk yang berkesinambungan produksi dari perusahaan ANSYS Inc.'s. ANSYS Inc.'s juga memperhatikan bidang pendidikan sehingga dalam produk ansys yang dikeluarkan terdapat student version yang dapat diakses secara bebas melalui website resmi ANSYS Inc.'s. Secara umum, analisa yang bisa dilakukan oleh ANSYS adalah analisa struktur, termal, fluida/CFD, dan electromagnetic's serta berbagai kasus keteknikan lainnya. Penyelesaian kasus dalam Ansys hanya dapat dikerjakan apabila pilihan solusi yang digunakan tepat, sehingga perlu pengenalan terlebih dahulu terhadap perangkat lunak yang akan digunakan. [7].



Gambar 6 Program Ansys

#### e. Mesin Motor Bakar

Prinsip kerja motor bensin ini yaitu mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran sekaligus

berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bakar torak (*piston*) mempergunakan satu atau lebih silinder dimana terdapat piston yg bergerak bolak-balik atau gerak translasi yang diubah menjadi gerak putar atau rotasi poros engkol (*crank shaft*). Gerak bolak-balik translasi torak (*piston*) menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya, gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak/piston [8].



Gambar 7 Mesin Motor Bakar

#### Keterangan:

- 1) Mesin sepeda motor yang akan digunakan untuk uji coba.
- 2) Gunakan hasil produk pirolisis untuk mesin motor.
- 3) Isikan sejumlah 200 ml hasil produk pyrolysis pada tabung bahan bakar.
- 4) Nyalakan motor untuk mengetahui torsi dan daya dengan menggunakan bahan bakar hasil pyrolysis.
- 5) Catat hasil dari langkah pengujian torsi dan daya bahan bakar hasil pyrolysis.
- 6) Uji hasil tabel dengan metode Ansys Fluent. Simpulkan hasilnya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

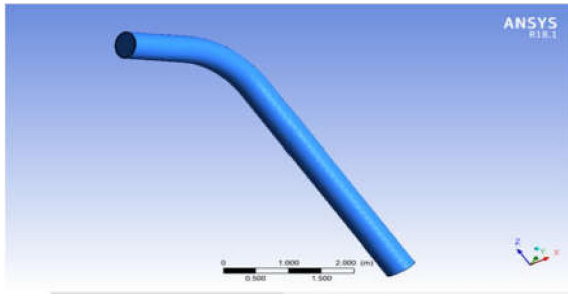
Dari hasil penelitian pirolisis yang dilakukan dengan menggunakan bahan plastik PET dan Katalis diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian Bahan Bakar

No	Bahan Bakar	Putaran Mesin, (rpm)	Torsi, T (N.m)	Daya, P (K.W)
1	Jenis PET + Katalis	2000	31,39	6,574
2		3000	47,08	14,79
3		4000	50,22	21,036

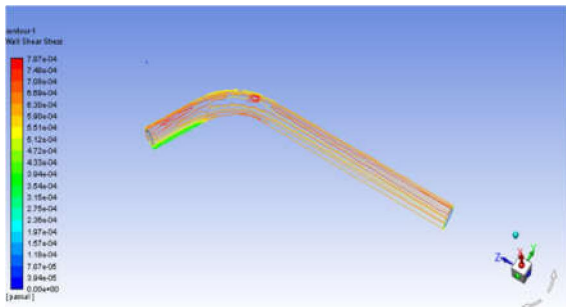
Dari tabel diatas diperoleh kandungan yang terdapat dalam bahan bakar hasil pirolisis menggunakan bahan plastik jenis PET dan katalis dengan nilai flash point 2°C, Viskositas 1,26 cSt, dan

Densitas 730 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan PET murni memiliki nilai flash point 4°C, Viskositas 1,03 cSt, dan Densitas 720 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 8 Pipa Aliran Pada Alat Pirolisis

Dari gambar diatas dapat di lihat bahwa pipa berwarna biru menunjukkan bahwa alirannya stabil, jika pipa berwarna merah menandakan bahwa aliran nya terlalu besar bahkan bisa menimbulkan pipa tersebut mengalami pembengkokan.



Gambar 9 Gambar Tekanan Aliran Pada Pipa

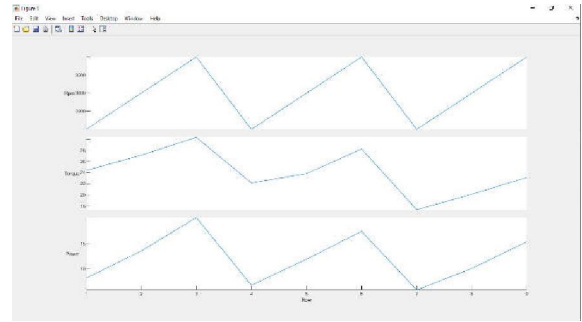
Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa tekanan aliran pada pipa, semakin besar tekanan dan panas nya suhu pada aliran akan mempengaruhi tekanan pada material pipa.

#### 1. Pengujian Kinerja Mesin

Dari pengujian pada mesin motor bakar menggunakan bahan bakar hasil pirolisis jenis plastik PET dan Katalis diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3 Pengujian Torsi dan Daya

No.	Jenis Plastik	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	PET + Katalis	Flash Point	2	°C	ASTM D 92
		Viskositas	1,26	cSt	IK/LEL-ITS/V B
		Densitas	730	kg/m <sup>3</sup>	Picnometer



Gambar 10 Grafik Pengujian Torsi dan Daya

Dari table diatas diketahui bahwa bahan bakar hasil produk pirolisis jenis plastik PET + Katalis pada rpm 2000 memiliki torsi 31,39 dengan daya 6,574 kemudian pada rpm 3000 memiliki torsi 47,08 dengan daya 14,79 dan pada rpm 4000 memiliki torsi 50,22 dengan daya 21,036.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul Investigasi Hasil Pirolisis Jenis Plastik PET Menggunakan Katalis Klaten Dengan Metode Ansys Fluent, dapat diambil kesimpulan hasil pengujian bahan bakar proses pirolisis jenis plastic PET + Katalis tidak ada pengaruh signifikan.

#### 5. SARAN

Untuk penggunaan katalis sebaiknya digunakan katalis klaten dikarenakan memiliki tingkat keasaman yang berpengaruh terhadap distribusi produk hasil pirolisis. Serta disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menguji bahan bakar hasil pirolisis yang sudah di proses penyulingan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwaningrum, Pramati. 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8(2):141.
- [2] Utama. 2016. Uji Berbagai Jenis Bahan Plastik Pada Alat Pengolahan Limbah. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian* 4(1):98-101.
- [3] Surono UB dan Ismanto. 2016. Pengolahan Sampah Jenis Plastik PP, PET dan PE menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan sistem Termal* Vol.1 No. 1 hal. 7-13.
- [4] Nuryosuwito. 2019. Zeloit Alam Sebagai Katalis Pyrolisis Limbah Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair. *Journal ummgf* Vol. 2 No.1. hal. 15-21.

- [5] Wicaksono, Aji. 2017. Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pet(Polyethylene Perekthathethe) Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 5 No. 1 hal 9–15.
- [6] Haryadi, S. 2015. Pengaruh Arah Aliran Air Pendingin Pada Proses Pirolisis Limbah Plastik. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, 92.
- [7] ANSYS. (2017). "*ANSYS Fluent Tutorial Guide*". U.S.A.
- [8] Samsiana. 2014. Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Model Kontur Radius Gelombang Sinus Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi* 2(1):43–49.