JURNAL

PENGARUH CAMPURAN SAMPAH PLASTIK DAN KATALIS TERHADAP HASIL PRODUK PYROLISIS

MIXED EFFECT OF PLASTIC WASTE PRODUCTS AND RESULTS OF CATALYST PYROLISIS

Oleh :

ANDRI HERU KISWANTO

NPM. 12.1.03.01.0006

Dibimbing oleh:

1. **HERMIN ISTIASIH, M.M. M.T.**
2. **Ir. NURYOSUWITO, M. Eng.**

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2017

SURAT PERNYATAAN

ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap	: **ANDRI HERU KISWANTO**
NPM	: 12.1.03.01.0006
Telepon / HP	: 081217064848
Alamat Surel (Email)	: andriherukiswanto018@gmail.com
Judul Artikel	: PENGARUH CAMPURAN SAMPAH PLASTIK DAN KATALIS TERHADAP HASIL PRODUK PYROLISIS
Fakultas – Program Studi	: FT – TEKNIK MESIN
Nama Perguruan Tinggi	: UN PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jln. K.H. Achmad Dahlan no. 76 Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;

b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 30 Januari 2017
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Penulis,
Hermin Istiasih.M.M.M.T NIDN.00114057501	Ir.Nuryosuwito,M.Eng NIDN.0504126101	Andri Heru Kiswanto NPM.12.1.03.01.0006

PENGARUH CAMPURAN SAMPAH PLASTIK DAN KATALIS TERHADAP PRODUK PYROLISIS

Andri Heru Kiswanto
12.1.03.01.0006
Teknik – Teknik Mesin
andriherukiswanto018@gmail.com
Hermin Istiasih, MM M.T. Dan Ir. Nuryosuwito, M. Eng.
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Andri Heru Kiswanto: Pengaruh Campuran Sampah Plastik Dan Katalis Terhadap Hasil Produk Pyrolisis, Skripsi, Teknik Mesin,Fakultas Teknik UNP Kediri, 2016

Saat ini berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah dan metode pirolisis merupakan salah satu metode pengolahan sampah yang dipandang cukup prospektif untuk dikembangkan karena memiliki beberapa keuntungan di antaranya memiliki rasio konversi yang tinggi, produk-produknya memiliki kandungan energi yang tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan bakar alternatif.

Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk melakukan proses pirolisis berbagai jenis sampah, hanya saja berbagai penelitian pirolisis sampah tersebut umumnya hanya melibatkan variasi kondisi operasi yang terbatas sehingga variasi produk-produk hasil pirolisis yang diperoleh memiliki jangkauan yang terbatas. Hal ini tentu saja menyulitkan dalam melakukan optimasi proses pirolisis dan karekterisasi produk hasil pirolisis sebagai bahan bakar alternatif karena keterbatasan data-data hasil pirolisis yang ada. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan studi terhadap karakteristik pirolisis. Material sampah yang digunakan adalah katalis dan sampah plastik.

Reaktor pirolisis yang digunakan adalah Batch Type Pyrolizer (BTP) dan produk-produk hasil dari proses pirolisis yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan Gas Chormatography/Mass Spectroscopy (GC/MS), sedangkan analisis kinetika dekomposisi termal dari bahan yang dikaji dilakukan dengan menggunakan Thermo Gravimetric Analysis (TGA).

Dari hasil pirolisis dalam kondisi isotermal dari komponen tunggal dan campuran sampah plastik dan katalis diketahui bahwa Temperatur akhir pirolisis dan laju pemanasan mempengaruhi distribusi produk pirolisis untuk semua sampel sampah yang dikaji. Seiring dengan naiknya temperatur pirolisis maka produk cair dan gas mengalami kenaikan, sementara produk padat cenderung mengalami penurunan.

Dalam rentang temperatur 400-600°C, temperatur pirolisis 600°C dengan laju pemanasan 10 ^{o}C/menit merupakan temperatur yang ideal untuk mendapatkan produk pirolisis fraksi cair dan dan fraksi gas yang maksimal untuk semua jenis sampah yang dikaji.

Kata Kunci: pirolisis, katalis, sampah plastik, optimasi produk pirolisis

1. LATAR BELAKANG

Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1907, penggunaan plastik dan barang- barang berbahan dasar plastik semakin meningkat. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan kosekwensi dari berkembangnya teknologi. Industri dan juga jumlah populasi penduduk. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata – rata 200 ton pertahun. Tahun 2002, tercatat 1,9 ton , di tahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, selanjutnya tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Di tahun 2010, 2,4 juta ton, dan pada tahun 2011, sudah meningkat sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton. Akibatnya dari peningkatan jmlsh plastik ini bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan Asumsi Kementrian Lingkungan Hidup (KLH), Setiap hari penduduk indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah per hari. Dari jumlah tersebut 15 % berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik per hari (Falevi, 2012). Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkugan karena tidak dapat terurai dengan cepat, dan dapat nenurunkan kesuburan tanah. Sampah plastik yang dibuang sembarangan juga dapan menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga bisa menyaebabkan banjir. Sampah plastik yang dibakar bisa mengeluarkan zat-zat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Semakin meningkatnya sampah plastik ini akan menjadi masalah serius bila tida dicari penyelesaiannya. Penanganan sampah plastik yang populer saat ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). Reause adalah memakai

berulangkali barang – barang yang terbuat dari plastik. Reduce adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang – barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaurulang barang – barang yang terbuat dari plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami potensi konversi sampah plastik dengan katalis menjadi produk bahan bakar berkwalitas untuk dikembangkan, maka perlu dicari data – data kinetika *pyrolisis* dan penentuan kondisi operasi yang sesuai.

Terdapat dua jenis proses pyrolisis yaitu:

Thermal Cracking

Thermal Cracking adalah proses *pyrolisis* dengan cara memanaskan bahan polimer tanpa oksigen. Proses ini biasanya dilakukan pada temperatur antara 350 ˚C sampai 900 ˚C. Dari proses ini menghasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti *parafin, iso parafin, olefin, naphthene, dan aroatic*, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi.

Hidro Cracking

Hidro Cracking adalah proses *cracking* dengan mereaksikan plastik dengan hidrogen didalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada temperatur antara 432 – 673 k dan tekanan hidrogen 3 – 10 Mpa. Dalam proses *hydro cracking* ini dibantu dengan katalis. Untuk membantu pencampuran dan reaksi biasanya digunakan bahan pelarut satu *methyl naphtalene, tetralin dan decalin*. Beberapa katalis yang sudah diteliti antara lain *alumunia, amorphous, amorphous silika alumunia, zeolite* dan *sulphate zirconia*.

Bajus dan Hajevoka, (2010)**,** melakukan penelitian tentang pengolahan campuran tujuh jenis plastik menjadi minyak dengan metode *thermal cracking*,tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE, (34,6 %), LDPE (17,3 %), LLPE (17,3 %), PP (9,6 %), PS (9,6 %), PET (10,6 %), dan PVC (1,1 %). Penelitian ini menggunakan *batch reactor* dengan

temperatur dari 350 sampai 500 ˚C. Dari penelitian ini diketahui bahwa *thermal cracking* pada campuran tujuh jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC, dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon monoksida dan karbon dioksida didalam produk gasnya dan menambah kadar *benzene, toluene, xylene, styrene* didalam produk minyaknya.

Bosodi dan kawan kawan,(2011)**,** melakukan penelitian tentang *pyrolisis* terhadap plastik yang terkontaminasi untuk memperoleh senyawa *hydro carbon*. *pyrolisis* dilakukan didalam rektor tabung, dengan pemasukan material plastik secara kontinyu. Plastik yang diproses ada dua macam, yaitu HDPE, dalam kondisi bersih dan HDPE yang terkontaminasi banyak pelumas. Dalam penelitian ini temperatur pyrolysis 500 ˚C. *Pyrolisis* dilakukan dengan katalis *(thermo – catalytic pyrolysis*) dan tanpa katalis (*thermal pyrolisis*).

Material	Nilai Kalor (MJ/kg)
Polyethyline	46,3
Polypropylene	46,4
Polyvinyl cloride	18,0
Polystyrene	41,4
Coal	24,3
Petrol	44,0
Diesel	43,0
Heavy fuel oil	41,1
Light fuel oil	41,9
LPG	46,1
Korosene	43,4

Tabel. 2.1. Nilai kalor plastik dan bahan lainnya

Sumber : Das dan Pande, 2000

Tabel 2.2. Perbandingan sifat minyak dari sampah plastik dan solar

Sifat	Minyak dari sampah plastik	Solar
Densitas pada 30˚C, g/cc	0,793	0,83 s/d 0,88
Nilai kalor Kj/kg	41858	46500
Vikositas kinematis,cst	2,149	5
Cetane number	51	55
Flas point, ˚C	40	50
Fire point, ˚C	45	56
Kandungan Sulfur, %	<0,002	<0,035

Apabila proses pengolaha plastik menjadi minyak maka perlu diterapkan dan dilakukan penelitian, serta mengenai sumber energi untuk proses pemanasannya.

Panda, (2011) menyampaikan bahwa hasil dari proses *cracking* plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses *craking* yaitu *Hydro cracking, Thermal Cracking, dan catalytic cracking.*

Osueke dan Ofundu (2011) melakukan penelitian konversi plastik *low density polyethilene (LDPE)* menjadi minyak. Proser konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan *thermal cracking* dan *catalyst cracking*. Pyrolysis dilakukan didalam tabung *stainless steel* dipanaskan dengan elemen pemanas listrik dengan temperatur bervariasi antara 475 - 600 ˚C. Kondenser dengan temperatur 30 – 35 ˚C, digunakan untuk mengembungkan gas yang terbentuk setelah plastik dipanaskan menjadi minyak. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah *silica alumina*.

Sarker dan kawan kawan. (2012), menyampaikan bahwa sampah plastik (LDPE) diolah menjadi kerosin dengan metode thermal cracking pada tekanan atsmosfer dengan temperatur antara 150 ˚ C dan 420 ˚C. Proses depolimerisasi dilakukan tanpa menambahkan katalis. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa korosin yang didapat sekitar 30 %. Bahan bakar yang diperoleh dari proses ini mempunyai kandungan sulfur yang rendah dan nilai kalor yang baik.

Tamilkolundu dan Murugesan (2012), melakukan penelitian dengan mengubah sampah plastik jenis PVC menjadi bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak dari plastik PVC ini ini mempunyai densitas 7 % lebih tinggi dari solar. Demikian juga dengan viskositasnya

Speight, (2013), menyampaikan bahwa *Cross – lingking* atau reaksi sekunder merupakan reaksi yang tidak diharapkan akan dalam pembentukan tar. Karena pada reaksi ini senyawa pembentu tar cenderung

mengalami *cracking* pada suhu tinggi. Hasilnya adalah pembentukan gas.

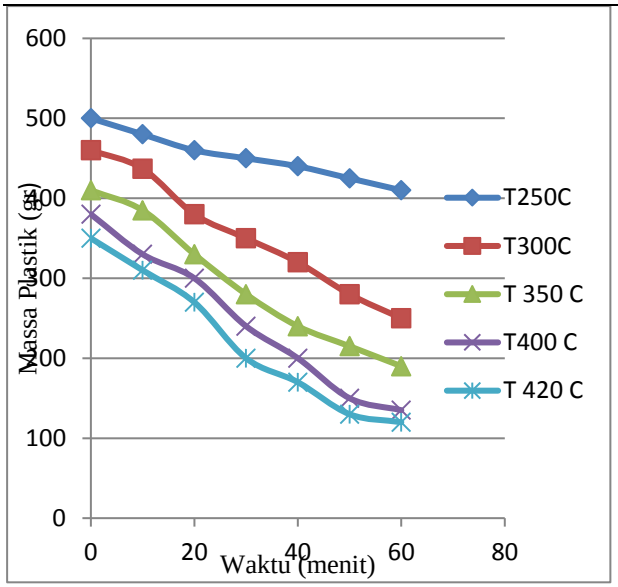
Speight, (2013**),** menyampaikan bahwa dengan proses dekomposisi kimia material dengan pemanasan tanpa adanya oksigen pada suhu lebih dari 300 ˚C. Pada umumnyaproses *pyrolisis* akan menghasilkan char/padat, tar / cair dan gas. Tar adalah cairan yang berwarna coklat kehitaman yang terdiri dari senyawa – senyawa *alifatik, aromatik, alicyclic,* dan *hiterocyclyc* yang berpotesi sebagai bahan bakarcair ataupun bahan baku kimia industri.

Cheoreon Moon, dan kawan kawan (2013), menyampaikan bahwapenambahan biomassa tidak berdampak jelas kinerja pembakaran batu bara kwalitas tinggi. Menambahkan 10% biomassa untuk campuran dapat meningkatkan efisiensipembakaran batubarayang berkualitas rendah. Dalam *Co- pyrolysis* batubara kwalitas rendah dan biomassa, penambahan biomassa 10% akan meningkatkan pengapian dan menaikan reaktivitas diwilayah reaksi yang mudah menguap melalui efek sinergis.

Aprian Ramadhan P. Dan Munawar Ali (2014), Menyampaikan bahwa menggunakan reaktor dengan diameter 20 cm dan tinggi 40 cm, Pyrolysis dilangsungkan pada temperatur 250- 420 ˚C dan waktu reaksi selama 0 – 60 menit. Dari semua variabel yang dipelajari suhu memberi pengaruh yang paling nyata. Konstanta kecepatan reaksi dipengaruhi oleh suhu sesuai dengan persamaan *Arrehinous.* Dengan nilai aktivasi energi 12145,4 cal/mole. Sesuai pernyataan westerterp dan kawan kawan, nilai itu tidak terlalu jauh dari 10^4 kal/mol. Hal itu menunjukan reaksi kimia yang berperan. Konversi *volatile* yang dapat dicapai 80,2%, dan itu terjadi pada waktu 60 menit dan suhu 420˚C.

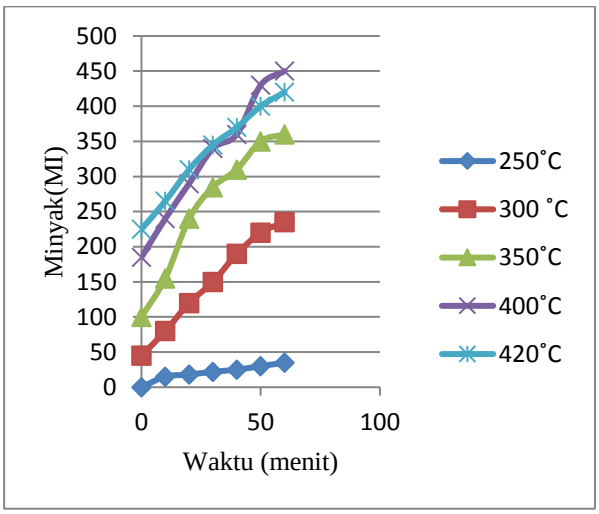
A. Pengaruh waktu terhadap penurunan massa plastik

Gambar 2.1. Pada gambar dibawah ini terlihat,



Sumber : Das dan Pande, 2000

B. Pengaruh Suhu Dalam Penurunan Massa Plastik (HDPE)



Gambar 2.2 Pengaruh suhu dan waktu pada Minyak yang dihasilkan (LDPE)

Sumber : Das dan Pande, 2000

Sutoyo dan M Imron Rosyidi (2014), menyampaikan bahwa melalui *pyrolysis* bahan plastik *polyethylene* dengan variasi temperatur operasi antara 450 – 500 ˚C, serta variasi massa dan jenis katalis *Zeolite Y* dan *Natural Zeolite.* Selain itu variasi juga dilakukan dengan pencampuran bahan PE tersebut dengan jenis *Polystyrene. Polypropylene, Polyethylene, Terephthalane* Dan Other. Karakteristik char diketahui melalui proximate test meliputi *moisture content,ash, volatile matter,* dan *fixed carbon,* nilai kalor diuji melalui *bomb colorimeter* . Kwalitas pembakaran diuji dalam furnace dengan temperatur dinding ± 230 ˚C dan aliran udara konstan 0,7 m/s, serta diukur kadar emisinya. Permasalahan nya adalah dalam amplikasi diketahui bahwa dalam pembakaran briket tidak optimal, ditandai periode pemanasan yang lama, serta kadar CO yang berfariasi. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya optimasi kualitas pembakaran yang akan dianalisa melalui ujian *ultimate* dan efek porositas

Karakteristik Produk *pyrolisis*.

Karakteristik produk *pyrolisis* akan dianalisa melalui data grafik laju proses *pyrolisis*. Parameter yang berpengaruh pada

kecepatan reaksi *pyrolisis* mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematispersamaan kecepatan reaksi *pyrolisis* yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukan rumusan empiris yang berbeda.

E. Faktor - faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses *pyrolisis*

Waktu

Waktu berpengaruh pada produk yang dihasilkan , karena semakin lama waktuproses *pyrolisis* berlangsung, produk yang dihasilkan (residu padat, tar, dan gas) makin naik. Kenaikan itu sebatas sampai dengan waktu tak hingga (Ʈ) yaitu waktu yang diperluka sampai dengan hasil padatan residu, tar dan gas mencapai konstan. Nilai Ʈ dihitung sejak proses isotermal berlangsung. Tetapi melebihi waktu optimal maka karbon akan teroksidasi oleh oksogen (terbakar)., menjadi karbondioksida dan abu. Dengan mengambil anggapan bahwa reaksi dekomposisi berlangsung secara *progesif* atau seragam pada seluruh partikel, maka persamaan kesepatan reaksi yang dinyatakan dalam fraksi massa per satuan waktu adalah

$$dw/dt = - k (w - w_\infty) \quad (1)$$

dengan,

w = fraksi massa sampah, yang dinyatakan dengan w = m_t / m_{to}

w_∞ = fraksi residu padat pada saat t = ∞, yang dinyatakan dengan $w_\infty = m_\infty$

m_{to} = massa umpan saat awal pada suhu isotermal

m_t = massa residu padat setiap saat

m_∞ = massa residu padat t = ∞ padasuhu isotermal

n = orde reaksi

k = kantanta laju dekomposisi teramal.

Padasaat (t), fraksi *volatile matter* yang terdekomposisi mencapai (x_s) oleh Liliedahl da Sjostrom (1994) didefinisikan sebagai *devolatilization degree* yang nilainya adalah :

$$x_s = [m_{to} - m_t]/[m_{to} - m_t] \quad (2)$$

Suhu

Suhu sangat berpengaruhi produk yang dihasilkan karena sesuai dengan persamaan *Arhenius*, suhu makin tinggi nilainya konstanta dekomposisi termal makin besar akibatnya laju *pyrolisis* bertambah dan konversi naik, Pada proses *pyrolisis* suhu rendah (<700) dimulai dengaqn suhu antara 225 – 275 ˚C . Untuk itu, variasi percobaan agar reaksi *pyrolisis* benar - benar telah terjadi maka diambil kisaran suhu yang perlu dipelajari, yaitu 300-500 ˚C. Berdasarkan teorema *Arrhenius* hubungan konstanta persamaan reaksi dengan suhu absolut, adalah

$$k = k_o \, .e^{-E/RT)}$$

dengan,

k = Konstanta kecepatan reaksi dekompsisi termal

k_o = Faktor tumbukan (faktor frekuensi)

E = Energi aktifasi(kal/gr.mol)

T = Suhu absolute (˚K)

R = Tetapan gas (1,987 kal/gr.mol ˚K)

Maka persamaan (1) dapat dinyatakan dengan

$$dw/dt = -k_o e\, e^{-E/RT} (w-w\ )^n \quad (4)$$

jika kecepatan reaksi (4) mengikuti persamaanreaksi orde satu, maka

$$dw/dt = -k_o e\, e^{-E/RT} (w-w\ )$$

Pada proses isotermal integrasi persamaan (5) dengan keadaan batas antara t = t_1 sampai dengan t = t_2, diperoleh

$$\text{In}\ (w_1 - w_\infty) - \text{In}(w_2 - w_\infty) = k_0 e^{-E/RT} (t_2 - t_1)$$

Dengan pengertian kecepatan reaksi sama dengan, kecepatan massa pembetukan hasil (g/menit) per total massa yang dapat terdevolatilisasi (m_T), maka diperoleh :

$$r_h = \left[\frac{1}{m_{to} - m_\infty}\right] \frac{dm_h}{dt}$$

$$r_h = k_h \frac{m_h - m_{h\infty}}{m_{to} - m_\infty}$$

$$\left[\frac{1}{m_{to} - m_\infty}\right] \frac{dm_h}{dt} = k_h \frac{m_h - m_{h\infty}}{m_{to} - m_\infty}$$

Dengan,

r_h = kecepatan reaksi pembentukan hasil

k_h = konstanta kecepatan pembentukan hasil

m_T = total massa yang dapat terdevolatilisasi pada suhu isotermal

$(m_{to} - m_t)$

m_h = massa hasil padasetiap saat

m_{ho} = massa hasil pada saat t = 0

$m_{h\infty}$ = massa hasil pada saat t = τ pada suhu isotermal

Penyelesaian persamaan (7) maka diperoleh :

$$\text{In}\ (m_{h\infty} - m_h) = \text{In}(m_{h\infty} - m_{ho}) - k_h.t \quad (8)$$

Penerapan persamaan (8) jika digunakan untuk menentukan konstanta laju pembentukan tar (pyrolytic oil) dapat ditulisakan :

$$\text{In}\ (m_{v\infty} - m_v) = \text{In}(m_{v\infty} - m_{vo}) - k_v.t$$

Dengan,

k_h = konstanta laju reaksi pembentukan tar

m_v = massa hasil tar pada setiap saat t = t

m_{vo} = massa hasil tar pada saat t = 0

$m_{v\infty}$ = massa hasil tar pada saat t = τ

Dengan sifat kedua kelompok plastik diatas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang . Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor utuk memudahkan dalam mengindentifikasi dan penggunaannya (lihat Gambar 1 dan tabel 2).

Gambar. 2.3. Nomor Kode Plastik

Sumber : Das dan Pande, 2000

Data temperatur transisi dan temperatur lebur plastik

Jenis Bahan	**Tm (˚C)**	**Tg (˚C)**	**Temperatur kerja maks. (˚C)**
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	Jenis
PA	260	50	PP
PET	250	70	HDPE
ABS		110	LDPE
PS		90	PA
PMMA		100	PET
PC		150	ABS
PVC		90	PS

Sumber : Budiyantoro, 2011

ll. METODE

Dalam penelitian ini parameter *pyrolisis* yang dikaji mencakup laju pemanasan (*hearing rate*), temperatur akhir dan waktu penahanan pirolisis (*holding time*). Variasi kondisi operasi *pyrolisis* yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Laju pemanasan : 10 ^{O}C/menit, 15 ^{O}C/menit, dan 20 ^{O}C/menit

2. Temperatur pirolisis : 400 ^{O}C, 500 ^{O}C, dan 600 ^{O}C.

3. Waktu penahanan : 10 menit, 20 menit, dan 30 menit

Dalam penelitian ini ukuran partikel dari sampel yang diuji dibuat konstan, yakni dengan ukuran 5 mm x 5 mm.

Sampel katalis yang digunakan adalah katalis jenis cair, sedangkan sampah plastik yang digunakan adalah jenis PET yang berasal dari berbagai botol bekas minuman. Variasi campuran katalis dan sampah plastik yang akan dikaji adalah 10% : 50%, 15% : 50%, dan 20% : 50%.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

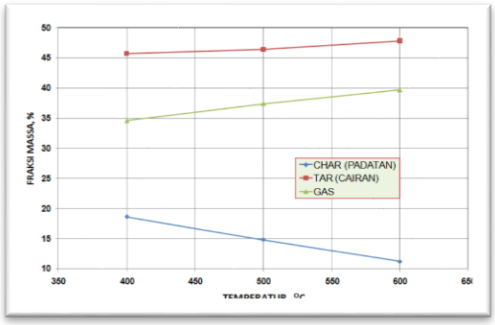
A. HASIL

❖ **Sampah plastik dengan laju pemanasan 10 ^{O}C/menit**

Hasil pyrolisis sampel sampah campuran katalis dan sampah plastik dengan laju pemanasan 10 ^{O}C/menit dalam berbagai temperatur dapat dilihat pada tabel berikut.

Temperatur Pyrolisis (^{O}C)	Campuran 10% catalis dan 50% PL		
	Char (%)	Tar (%)	Gas (%)
400	18,6	45,7	34,6
500	14,8	46,4	37,4
600	11,2	47,8	39,7

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



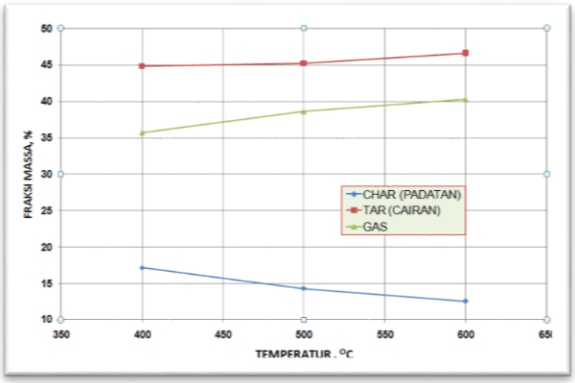
❖ **Campuran katalis dan Sampah plastik dengan laju pemanasan 15 ^{O}C/menit**

Hasil pyrolisis sampel sampah campuran katalis dan sampah plastik dengan laju

pemanasan 15 ^{o}C/menit dalam berbagai temperatur dapat dilihat pada tabel berikut.

Temperatur Pirolisis (^{o}C)	Campuran 10% katalis dan 50% PL		
	Char (%)	Tar (%)	Gas (%)
400	17,2	44,8	35,7
500	14,3	45,2	38,6
600	12,5	46,6	40,3

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



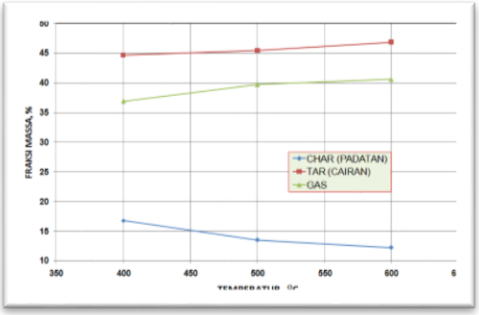
❖ **Campuran katalis dan sampah plastik dengan laju pemanasan 20 ^{o}C/menit**

Hasil pyrolisis sampel sampah campuran katalis dan sampah plastik dengan laju pemanasan 20 ^{o}C/menit dalam berbagai temperatur dapat dilihat pada tabel berikut.

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut:

Temperatur Pyrolisis (^{o}C)	Campuran 10% katalis dan 50% PL		
	Char (%)	Tar (%)	Gas (%)
400	16,8	44,6	36,9
500	13,5	45,4	39,7
600	12,2	46,8	40,6

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Kesimpulan

Dari hasil analsis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Produk *pyrolisis* fraksi cair maksimum diperoleh pada campuran 10% Plastik dan 50 % katalis pada temperatur 600 ^{o}C laju pemnasan 20 ^{o}C/menit, sementara produk *pyrolisis* fraksi gas diperoleh pada campuran 20% katalis dan 50% sampah plastik pada temperatur 600 ^{o}C laju pemnasan 20 ^{o}C/menit

DAFTAR PUSTAKA

Aprian, Ramadhan P., dan Ali Munawar, 2012, *Pengolahan Sampah Plastik menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*, *Envirotek*: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 4(1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UPN Jatim.

Bajus, M. Dan Hajevoka, E., 2010, *Thermal Craking of The Model Seven Componen Mixwd Plastics into Oils/Waxes*, Protoleum & Coal 52 (3) 164 – 172, Slovak University of Technologi, Bratislava, Slovakia

Budiyantoro, d.,2011, *Thermoplastik dalam Industri*, Teknika Media, Surakarta

Das, S. Dan Prade, S., 2007, *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*, Thesis

Falevi, M.R., 2012, Sampah Plastik (file:///I:/Artikel%20plastic%20to%20oil/twit-sampah-plastik.html)

Kurniawan, A., 2011, *Mengenal Kode Kemasan Plastik yang Aman dan Tidak* http://ngeblogging.wordpress.com/2012/06/14/mengenal-kodekemasan-plastik-yang-aman-dan-tidak/,

Nurcahyo, I.F., 2005, *Uji aktivitas dan regenerasi katalis* NiPd(4:1)/*Zeolit alam aktif untuk hidrorengkah sampah plastik polipropilena menjadi fraksi bensin dengan sistem semi alir*, Thesis Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Osueke dan Ofundu, 2011, *Conversion ofWaste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis*, (IJAEST) International Journal of Advanced Engineering Sciences andTechnologies, Vol. No. 4, Issue No. 1,021 – 024

Panda, A.K., 2011, *Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastics*, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela

Rodiansono, Trisunaryanti, W.,dan Triyono,2007, *Pembuatan, dan Uji Aktivitas Kualitas NiMo/Z pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastic menjadi Fraksi Bensin, Berkala MIPA,17,2*

Sarker, M., Rashid, M.M., Rahman, M.S., dan Molla, M., 2012, *Envirnmentally Harmful Low Density Waste Plastic Conversion into Kerosene Grade Fuel*, Jurnal of Environmental Protection, 2012, 3, 700-708.

Speight, 2013, *Gasification for Syntetic Fuel Production Fundamentals, Processes*, Thesis Applications Woodhead Publishing Series In Energi : No 69

Sutoyo M Imron Rosyidi, 2014. *Optimasi Kualitas Pembakaran Briket Char Produk Pyrolisis Limbah Plastik Melalui Pengkajian Ultimate dan Efek Porositas* https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5541/1.Sutoyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y Online 25 Jan 2017

Tamilkolundu, S. dan Murugesan, C., 2012, *The Evaluation of blend of Waste Plastic Oil-Diesel fuel for use as alternate fuel for transportation*, 2nd International Conference on

Chemical, Ecology and Environmental Sciences (ICCEES'2012) Singapore April 28-29, 2012

UNEP (United Nations Environment Programme), 2009, *Converting Waste ` Plastics Into a Resource, Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre*, Osaka/Shiga