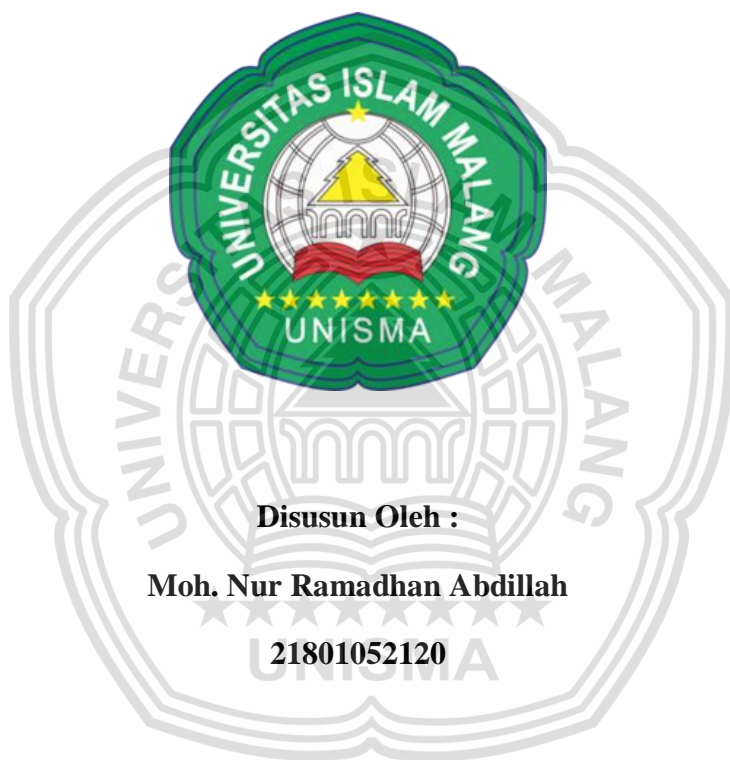


**PENGARUH KATALIS KALSIUM OKSIDA (CaO ) TERHADAP PRODUKSI BAHAN  
BAKAR PIROLISIS DARI LIMBAH PLASTIK LDPE**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Pada Program Studi Teknik Mesin*



**Disusun Oleh :**

**Moh. Nur Ramadhan Abdillah**

**21801052120**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**MALANG**

**2022**

## ABSTRAK

**Moh. Nur Ramadhan Abdillah 2022. Pengaruh Katalis Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Produksi Bahan Bakar Pirolisis Dari Limbah Plastik LDPE. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ena Marlina, S.T., M.T. dan Ir. H. Margianto, M.T.**

Penelitian ini dilakukan pada plastik *low density polyethylene* (LDPE), dengan metode pirolisis yang diterapkan menjadi bahan bakar pirolisis dengan campuran katalis kalsium oksida (CaO). Plastik LDPE diproses melalui alat pirolisis pemanasan dengan suhu tertinggi tanpa adanya oksigen yang masuk. Proses pemanasan dilakukan selama 30, 60 dan 90 menit dengan melakukan perbandingan pengaruh penambahan katalis CaO dalam proses pembakaran pirolisis plastik LDPE. Hasil menunjukkan bahwa dengan campuran katalis kalsium oksida (CaO) menghasilkan *liquid* lebih banyak dibandingkan proses minyak pirolisis yang tanpa katalis. Hal ini disebabkan katalis CaO dapat berfungsi meningkatkan ikatan rangkap C (karbon) semakin panjang. Selain itu hasil padatan dari proses pirolisis tanpa katalis menjadi lilin (*wax*), sedangkan pada proses pirolisis dengan campuran katalis kalsium oksida (CaO) menghasilkan padatan berupa arang (*char*).

**Kata-kata kunci:** *Pirolisis, sampah plastik LDPE, Katalis CaO, Padatan Lilin, Arang*

### ABSTRACT

*This research was conducted on low density polyethylene (LDPE) plastic, with the pyrolysis method applied as a pyrolysis fuel with a mixture of calcium oxide (CaO) catalysts. LDPE plastic is processed through a heating pyrolysis device with the highest temperature without any incoming oxygen. The heating process was carried out for 30, 60 and 90 minutes by comparing the effect of adding CaO catalyst in the pyrolysis combustion process of LDPE plastic. The results show that the catalyst mixture of calcium oxide (CaO) produces more liquid than the uncatalyzed pyrolysis oil process. This is because the CaO catalyst can function to increase the length of the C (carbon) double bond. In addition, the solids from the pyrolysis process without a catalyst become wax, while the pyrolysis process with a mixture of calcium oxide (CaO) catalysts produces solids in the form of char.*

**Keywords:** *Plastic Pyrolysis, Catalyst Pyrolysis, LDPE Plastic, Catalyst, CaO.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Masalah kesehatan lingkungan di Indonesia bervariasi dari tahun ke tahun dan belum tertangani secara memadai. Permasalahan yang muncul antara lain pencemaran lingkungan, pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran tanah. Namun permasalahan yang dominan dalam hal ini adalah masalah sampah. Sampah adalah bahan yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang tidak diinginkan. Masih belum ada solusi yang baik untuk masalah sampah di Indonesia, sehingga pencemaran lingkungan di Indonesia semakin meningkat. (Lilik *et. al.*, 2021)

Penggunaan plastik sangat meluas di industri dan masyarakat, setelah itu produksi plastik global akan terus meningkat. Penyebab utama masalah adalah pembuangan plastik bekas, yang masih terbuat dari minyak bumi dan batu bara yang tidak berkelanjutan. 30,7 juta ton plastik bekas di Indonesia menghasilkan 12,1 juta ton limbah padat, dan data Inggris menghabiskan 4,9 juta ton pada tahun 2013. (Budianto, 2017)

Sampah plastik umumnya dapat digunakan kembali atau didaur ulang untuk aplikasi sekunder sampai dalam bentuk terpisah. Meskipun, setelah 2-3 daur ulang plastik individu ini tidak ada gunanya karena kualitas dan sifatnya menurun dan sering dianggap sebagai sampah dan akhirnya dibuang ke tempat pembuangan. Di sisi lain, plastik campuran tidak ada gunanya lagi dan karenanya, dibuang ke tempat pembuangan sampah. Sampah plastik ini mengandung banyak energi karena dihasilkan dari produk minyak bumi. (G Lopes. *et. al.*, 2017)

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang terdiri dari unsur-unsur kimia yang dapat berbahaya bagi lingkungan karena sangat sulit terurai di tanah dan lautan serta membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan untuk terurai. Pada umumnya untuk mengolah sampah plastik di industri, sampah harus diproduksi dalam bentuk tertentu seperti biji/pelet, granul, serbuk, fraksi. (Syamsiro dalam Rafli. *et al.*, 2019)

Sampah bisa diartikan menjadi barang-barang buangan atau kotoran misalnya daun kering, kertas-kertas kotor, plastik, botol aqua dan lain sebagainya, atau mampu pula dianggap barang yang tidak berharga. Sampah yang tidak dikelola menggunakan baik akan mencemari lingkungan serta menjadi asal penyakit dan berpotensi menyebabkan menurunnya produktifitas yang dalam akhirnya akan Mengganggu laju pergerakan ekonomi masyarakat. Salah satunya sampah anorganik berdampak negatif terhadap lingkungan lantaran tidak bisa terurai menggunakan cepat dan bisa menurunkan kesuburan tanah. (Lubis *et. al.*, 2017)

Peningkatan konsumsi energi dan penumpukan sampah plastik merupakan dua masalah utama yang terjadi seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Konsumsi energi di berbagai bidang seperti transportasi, industri dan listrik rumah tangga terus meningkat dengan laju pertumbuhan gabungan sebesar 5,2% per tahun, sedangkan penurunan cadangan energi nasional disebabkan adanya sumber energi baru di masa depan. krisis energi. (Mokhtar *et. al.*, 2018)

Plastik menggunakan jenis (LDPE) relatif banyak dan mudah dimanfaatkan masyarakat terutama plastik jenis *Low Density Poly Ethylene* (LDPE). Plastik LDPE yaitu jenis plastik yang diproduksi dalam suhu relatif tinggi, berkisar 200-300°C serta menggunakan donasi radikal bebas peroksida. Jenis Plastik LDPE mempunyai urutan atau rantai yang sangat panjang dan bercabang menggunakan massa jenis bervariasi. Plastik LDPE ini banyak digunakan untuk pembungkus kuliner lantaran memiliki sifat yang lentur akan tetapi kuat. (Liestiono *et al.*, 2017)

Berbagai cara telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan peningkatan sampah. Pirolisis merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang dinilai cukup menjanjikan untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan oleh beberapa keunggulan, antara lain tingkat konversi yang tinggi, potensi energi yang tinggi, dan potensi bahan bakar alternatif di masa depan. Katalis dan sampah plastik digunakan sebagai limbah. Hasil proses pirolisis pada kondisi isothermal komponen dan campuran sampah plastik dan katalis alam menunjukkan bahwa suhu akhir pirolisis dan laju

pemanasan mempengaruhi distribusi produk pirolisis di semua sampel. Dalam proses pirolisis, produk padat cenderung menurun dengan meningkatnya suhu pirolisis, dan produk cair dan gas meningkat dengan meningkatnya suhu pirolisis. (Nuryosuwito *et. al.*, 2018). Minyak pirolisis yang dihasilkan dari proses pirolisis umumnya memiliki viskositas dan tingkat keasaman yang tinggi (Dewangan *et. al.*, 2016), sehingga tidak dapat diaplikasikan secara langsung menjadi bahan bakar minyak. Untuk memperbaiki kualitas minyak dari pirolisis dibutuhkan katalis. Katalis yang berguna dalam peretakan senyawa berat (rantai panjang) menjadi senyawa oksigenat yang lebih ringan (rantai pendek) serta mampu dalam mereduksi senyawa asam dalam minyak pirolisis salah satunya adalah kalsium oksida (CaO). (Wang, 2017)

Pengaruh katalis pada karakteristik formasi dan komposisi uap pirolisis dipelajari. Dengan adanya MCM-41, komposisi uap pirolisis sedikit berubah; molalitas senyawa karbonil menurun, sedangkan molalitas fenol dan hidrokarbon meningkat; peningkatan fenol menunjukkan dalam kisaran suhu yang luas; deoksigenasi senyawa teroksigenasi dipercepat terutama melalui reaksi dekarbonilasi dan dekarboksilasi. Namun, komposisi uap pirolisis jelas berubah dengan adanya CaO; molalitas asam, fenol dan senyawa karbonil menurun, sedangkan molalitas hidrokarbon meningkat; CaO sangat efektif dalam deacidification dan konversi asam mendorong pembentukan bon hidrokar. (Wang D, 2010)

Berdasarkan dari latar belakang diatas, limbah sampah yang ada di Indonesia menarik untuk dikembangkan menjadi bahan bakar yang berguna melalui metode pirolisis. Maka dari itu penelitian pirolisis limbah plastik yang berkatalis CaO penting dilakukan guna menghasilkan bahan bakar yang berkualitas baik. sehingga merasa perlu untuk melakukan peneliti dengan judul “Pengaruh Katalis Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Produksi Bahan Bakar Pirolisis Dari Limbah Plastik LDPE”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat disusun dalam penyelesaian skripsi ini adalah bagaimanakah pengaruh



katalis kalsium oksida (CaO) terhadap produksi bahan bakar pirolisis dari limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu adanya batasan masalah agar pembahasan lebih terarah. Batasan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Jenis plastik yang akan di gunakan adalah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).
2. Hanya membahas hasil proses bahan bakar pirolisis.
3. Penambahan katalis kalsium osida (CaO) sebesar 10% dari bahan plastik LDPE sebesar 500 gram.
4. Variasi waktu yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 menit, 60 menit dan 90 menit.
5. Suhu pemanasan dalam tabung reaktor sebesar 150°C.
6. Pendinginan yang dilakukan pada proses pirolisis ini menggunakan pendingin air.
7. Tidak dilakukan uji lab.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh katalis kalsium oksida (CaO) terhadap proses bahan bakar pirolisis, menggunakan plastik jenis LDPE dengan dengan waktu yang telah ditetapkan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengurangi pencemaran lingkungan dari sampah plastik.
2. Mengurangi jumlah sampah plastik yang sulit terurai.
3. Menghasilkan bahan bakar alternatif dari limbah sampah plastik.
4. Dapat mengurangi jumlah volume sampah plastik di lingkungan dan TPA.
5. Menambah pengetahuan tentang bahan bakar alternatif serta proses pirolisis.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian yang telah dilakukan mulai dari proses penelitian, pengambilan data dan pengolahan data. Didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Hasil proses pirolisis dengan campuran katalis kalsium oksida (CaO) menghasilkan *liquid* lebih banyak dibandingkan proses minyak pirolisis yang tanpa katalis. Hal ini disebabkan katalis CaO dapat berfungsi meningkatkan ikatan rangkap C (karbon) semakin panjang. Selain itu, dapat juga meningkatkan kandungan relatif senyawa molekul kecil dalam bio oil hasil dari pirolisis tersebut.
2. Pada hasil padatan dari proses pirolisis tanpa katalis menjadi lilin (*wax*), sedangkan pada proses pirolisis dengan campuran katalis kalsium oksida (CaO) menghasilkan padatan berupa *char*. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu proses pirolisis maka semakin rendah nilai char yang dihasilkan. Selain itu seetiap material mempunyai suhu minimal untuk proses pirolisis terutama pada waktu dan suhu merupakan parameter penting di dalam proses pirolisis, dimana semakin tinggi suhu maka proses perengkahan (*cracking*) akan berlangsung semakin intensif dan berakibat pada terpotongnya rantai panjang hidrokarbon menjadi cairan dan gas.
3. Hasil produk bahan bakar cair yang menggunakan tambahan katalis CaO memiliki warna sedikit keruh dan hasil produk tanpa menggunakan katalis lebih jernih. Hal ini dikarenakan CaO dapat menetralkan cairan atau mengurangi zat berbahaya yang diproduksi oleh hasil pirolisis.

#### 5.2 Saran

1. Penggunaan variasi katalis dan bahan baku sebaiknya ditambah lagi pada proses pirolisis, agar menghasilkan produk cair pirolisis yang lebih bervariasi, sehingga mendapatkan hasil yang lebih sempurna.

2. Untuk penelitian pirolisis selanjutnya diharapkan adanya penambahan variasi jenis plastik dan katalis, tidak hanya dengan plastik LDPE maupun katalis kalsium oksida (CaO) saja. Dengan tujuan didapat variasi hasil yang banyak untuk dijadikan perbandingan data selanjutnya.
3. Untuk proses lama waktu pembakaran pirolisis menggunakan variasi interval waktu 20 menit. Dari waktu 20 menit, 40 menit dan 60 menit dengan bahan baku plastik sebesar 500 gram. Agar mendapatkan nilai hasil *liquid* yang meningkat secara stabil.





## DAFTAR PUSTAKA

- AM, Jannah. (2010). *Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi Untuk Menghasilkan Bioetanol. Academia Accelerating The World's Research.*
- Ali, M. (2013). “ Volume 7, No. 1, Juni 2013 .” *Prinsip Dasar Produksi Dalam Ekonomi Islam*, 7(1), 19–35.
- Budianto, A. (2017). *Pirolisiss Botol Plastik Bekas Minuman Air Mnieral Jenis Pet Menjadi Fuel. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan V*, 201–206.  
<http://conference.itats.ac.id/index.php/sntekpan/2017/paper/view/156>
- G. Lopez, M. Artexte, M. Amutio, J. Bilbao, M. Olazar, (2017). *Thermochemical routes for the valorization of waste polyolefinic plastics to produce fuels and chemicals. A review, Renew. Sustain. Energy Rev.* 73 (2017) 346e368.
- K, Endang, Mukhtar G, A. N. (2016). *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Yogyakarta*, 1–7.
- L. Ding, P. Rahimi, R. Hawkins, S. Bhatt, Y. Shi, (2009). *Applied Catalysis A: General* 371 (2009) 121.
- Lu, Q., Zhang, Z.-F. & Dong, C.-Q., (2010). *Catalytic Upgrading of Biomass Fast Pyrolysis Vapors with Nano Metal Oxides: An Analytical Py-GC/MS Study. Energies*, Volume 3(11), pp. 1805-1820
- Lubis, H., (2017). *Penyediaan Pelayanan Publik Dalam Persoalan Sampah Di Kota Pekanbaru Tahun 2014-2016.*
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Syamsiro, M. (2017). *Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE). Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 1(2), 1.
- M.I. Nokkosmäki, A.O.I. Krause, E.A. Leppämäki, E.T. Kuoppala.(1998) *Catalysis Today* 45 (1998) 405.
- Nuryosuwito, N., Soeparman, S., Wijayanti, W., & Sasongko, M. (2018). *Pengaruh Campuran Sampah Plastik dengan Katalis Alam terhadap Hasil*

*Produk Pyrolysis. Jurnal Rekayasa Mesin*, 9 (2), 85–91.  
<https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2018.009.02.3>.

Pranata, L. *et. al.*, (2021). *Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Dengan Metode Eco Enzym. Indonesian Journal Of Community Service*, Volume 1 No 1 Maret2021, E-ISSN: 2775-2666

Rahayu, M. (2005). *Teknologi Proses Produksi Biodiesel. Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*, 17–28.

Syamsiro, *et. al.*,. (2019). *Penerapan Teknologi Pirolisis Untuk Penanganan Sampah Di Bumdes Panggung Lestari Kabupaten Bantul. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat (SENIAS)*  
<https://www.researchgate.net/publication/338163139>.

Syamsiro, Y.Sulistiawati, M. Ridwan, M. S. D. (2016). *Studi Pirolisis Sampah Ban Untuk Produksi Bahan Bakar Minyak Alternatif Bagi Industri Kecil Dan Menengah*.

W Denghui, Rui Xiaoÿ, Huiyan Zhang, Guangying He, (2010). *Comparison of catalytic pyrolysis of biomass with MCM-41 and CaO catalysts by using TGA-FTIR analysis. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 89 (2010) 171–177

Widi, R. K. (2018). *Pemanfaatan Material Anorganik*.

Widawati, E., Harlianto, T., Iskandar, I., & Budiono, C. (2014). *Kajian potensi pengolahan sampah. Jurnal Metris*, 15, 119–126

Zhang, B., Zhaoping, Z., Chen, P. & Ruan, R., (2017). *Microwave-Assisted Catalytic Fast Co-Pyrolysis Of Ageratina Adenophora And Kerogen With Cao And ZSM-5. Analytical and Applied Pyrolysis*, Volume 127, pp. 246-257.