

PENGARUH VARIASI PERSENTASE *BINDER* KAOLIN TERHADAP SIFAT MEKANIK KATALIS ZEOLIT ALAM

Tri Rizqi Prihadi¹, Norman Iskandar², Sulardjaka³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

E-mail: tridi.prihadi@gmail.com

Abstrak

Sumber bahan bakar minyak bumi yang digunakan sebagai sumber energi saat ini semakin menipis, salah satu jenis energi terbarukan dari bahan bakar nabati yang dapat menggantikan bahan bakar minyak solar yaitu biodiesel. Batuan zeolit alam dapat dimanfaatkan sebagai katalis untuk mempercepat produksi biodiesel, *pellet* katalis zeolit alam yang akan dibuat perlu ditambahkan bahan pengikat atau *binder* agar *pellet* tersebut tidak mudah hancur. Maka, pada pengujian ini peneliti menganalisis pengaruh dari persentase *binder* kaolin terhadap sifat mekanik katalis zeolit alam dalam hal ini adalah kuat tekan maksimal dan laju kelarutan dari *pellet* katalis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium yang meliputi dua tahap. Tahap pertama dilakukan pembuatan *pellet* katalis berbahan dasar zeolit alam dengan *binder* kaolin. Pada tahap kedua dilakukan pengujian terhadap *pellet* katalis dengan mencari nilai uji kuat tekan dan uji larut. Hasil pengujian kompresi dengan nilai rata – rata kekuatan tekan pada persentase *binder* 40% lebih tinggi dibandingkan dengan persentase *binder* 20% dan 30% dengan nilai 3,223 MPa, kemudian pada pengujian waktu larut persentase *binder* 40% lebih rendah dibandingkan dengan persentase *binder* 20% dan 30% dengan nilai 0,00269 gram/menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi persentase *binder* yang digunakan dalam produksi *pellet* katalis maka semakin tinggi kuat tekan yang dapat diterima *pellet* katalis dan semakin rendah nilai laju larutnya sehingga *pellet* katalis memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap kelarutan dalam cairan.

Kata kunci: *binder*; katalis; uji kompresi; uji waktu larut; zeolit alam

Abstrack

The source of petroleum fuel used as an energy source is currently running low, one type of renewable energy from biofuels that can replace diesel fuel is biodiesel. Natural zeolite rock can be used as a catalyst to accelerate biodiesel production, natural zeolite catalyst pellets to be made need to be added with a binder so that the pellet is not easily destroyed. So, in this test, the researchers analyzed the effect of the percentage of kaolin binder on the mechanical properties of the natural zeolite catalyst, in this case the maximum compressive strength and solubility rate of the catalyst pellet. The method used in this research is a laboratory experiment which includes two stages. The first stage is making catalyst pellets based on natural zeolite with kaolin binder. In the second stage, the catalyst pellet was tested by looking for the value of the compressive strength test and the soluble test. The results of the compression test with the average compressive strength at 40% binder percentage are higher than 20% and 30% binder percentage with a value of 3,223 MPa, then in the dissolution time test the 40% binder percentage is lower than the 20% and 30% binder percentage with a value of 0.00269 grams/minute. So it can be concluded that, the higher the percentage of binder used in the production of catalyst pellets, the higher the compressive strength that can be received by the catalyst pellets and the lower the value of the dissolution rate so that the catalyst pellets have a higher resistance to solubility in liquids.

Keywords: *binder*; catalyst; compression test; dissolving time test; natural zeolite

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi utama dipenuhi dari sumber energi konvensional seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam (NG). Bahan bakar berbasis minyak bumi adalah cadangan terbatas yang terkonsentrasi di wilayah tertentu di dunia. Sumber-sumber ini berada diambang kepunahan. Kelangkaan cadangan minyak bumi yang diketahui akan membuat sumber daya energi terbarukan lebih menarik [1].

Sumber bahan bakar minyak bumi yang digunakan sebagai sumber energi saat ini semakin menipis, sedangkan kebutuhan bahan bakar meningkat pesat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Berkurangnya bahan baku minyak bumi menyebabkan kenaikan harga bahan bakar minyak. Biodiesel merupakan salah satu jenis energi terbarukan dari bahan bakar nabati yang dapat menggantikan bahan bakar minyak solar tanpa memerlukan modifikasi mesin dan menghasilkan emisi yang lebih bersih. Secara umum sifat biodiesel sangat mirip dengan solar, perbedaannya adalah biodiesel memiliki angka setana yang lebih tinggi dari solar dan titik nyala yang tinggi dapat dengan mudah terdegradasi (*biodegradable*), tidak mengandung sulfur (atau sangat rendah jika ada), dan senyawa aromatik sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan lebih ramah lingkungan dibandingkan solar [2].

Bahan bakar biodiesel telah menunjukkan harapan besar sebagai alternatif bahan bakar petro-diesel. Biodiesel diproduksi dengan menggunakan katalis baik homogen, heterogen maupun katalis enzim. Namun, ketika menggunakan katalis homogen asam proses reaksi yang berlangsung secara batch sehingga biaya pemisahan menjadi tinggi dan meningkatkan kemungkinan korosi. Katalis homogen basa biasanya digunakan larutan seperti NaOH, NaOCH₃, serta KOH. Namun, penggunaan katalis homogen basa akan menghasilkan sejumlah air yang terbentuk karena reaksi antara hidroksida dan alkohol. Adanya air ini akan mendorong terjadinya hidrolisis ester oleh air yang menghasilkan sabun melalui reaksi saponifikasi [3]. Sabun yang dihasilkan akan menurunkan *yield* dan membutuhkan proses pemisahan. Selain proses pemisahan juga membutuhkan proses netralisasi katalis, sehingga menghasilkan banyak air sebagai produknya. Sedangkan untuk katalis enzim harganya mahal dan hanya bisa bereaksi dengan alkohol rantai pendek serta mudah terdenaturasi [4, 5]. Pengembangan katalis heterogen seperti katalis padat dan enzim dapat mengatasi sebagian besar masalah yang terkait dengan katalis homogen [6]. Oleh karena itu, katalis heterogen saat ini lebih banyak dikembangkan daripada katalis homogen. Katalis heterogen memiliki banyak keunggulan diantaranya harganya murah, mudah dipisahkan dari produknya melalui filtrasi karena fasanya berbeda dengan produknya [7], non korosif, potensial digunakan berkali – kali [5], mudah diregenerasi, tidak menghasilkan sabun jika bereaksi dengan FFA, serta lebih ramah lingkungan [8].

Batuan zeolit alam dapat dimanfaatkan untuk pembuatan sebuah katalis. Zeolit merupakan jenis batuan alam kristal berpori yang biasanya terdiri dari atom Si, Al, dan O, serta katalitik material dengan pengaplikasian di industri sangat luas. Zeolit alam adalah bahan berpori dengan sifat fisikokimia yang baik, seperti kapasitas tukar kation yang tinggi, selektivitas kation dan volume pori besar [9].

Katalis merupakan suatu substansi yang dapat meningkatkan kecepatan, sehingga reaksi kimia dapat mencapai kesetimbangan tanpa terlibat di dalam reaksi secara permanen. Namun pada akhir reaksi katalis tidak bergabung dengan senyawa produk reaksi. Adanya katalis dapat mempengaruhi faktor-faktor kinetika suatu reaksi seperti laju reaksi, energi aktivasi, sifat dasar keadaan transisi dan lain-lain [10]. Pada umumnya katalis memiliki 3 variasi bentuk, yaitu serbuk, cair, dan *pellet*. Penggunaan katalis zeolit dalam bentuk cair dan serbuk dapat mengalami proses deaktivasi yang nantinya dapat berdampak negatif pada kinerja katalis tersebut. Kekurangan dari katalis serbuk adalah jika dicampur dengan cairan akan mudah larut sehingga akan menyebabkan penurunan tekanan, penyumbatan, dan kesulitan pengoperasian reaktor serta dapat menimbulkan masalah teknis baru [11]. Adapun pada penggunaan katalis cair, produk awal akan mudah bercampur dengan katalis cair sehingga nantinya akan sulit untuk memisahkan produk awal dan produk akhirnya. Oleh karena itu, penggunaan katalis berbentuk *pellet* merupakan pilihan yang paling tepat dikarenakan selain dapat menghilangkan kekurangan dari katalis serbuk juga berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dari zeolit sehingga tidak mudah hancur dan bisa dimodifikasi bentuk dan campurannya sesuai kebutuhan.

Dalam pembuatan katalis zeolit dalam bentuk *pellet*, diperlukan beberapa proses seperti *crushing*, *meshing*, aktivasi, hingga kompaksi. *Pellet* katalis zeolit alam yang akan dibuat perlu ditambahkan bahan pengikat atau *binder* agar *pellet* tersebut tidak mudah hancur. Peneliti telah banyak menguji penggunaan berbagai jenis *binder* pada pembuatan *pellet*. Mulai dari *pellet* pakan udang, ternak, *pellet* bijih besi, dan lain sebagainya. Akan tetapi masih jarang sekali yang melakukan penelitian terhadap perbandingan kekuatan dari *binder* tersebut. Maka, pada pengujian ini peneliti menganalisis pengaruh dari persentase *binder* kaolin terhadap sifat mekanik katalis zeolit alam dalam hal ini adalah kuat tekan maksimal dan laju kelarutan dari *pellet* katalis zeolit alam.

Berdasarkan masalah yang ada pada penelitian tugas akhir seperti yang sudah dijelaskan diatas, terdapat rumusan masalah, yaitu bagaimana perbandingan kualitas produk katalis zeolit alam dengan variasi persentase *binder* kaolin yang berbeda terhadap kekuatan mekanik dan laju larut dari katalis zeolit alam? Berkaitan dengan hal ini, penulis melakukan penelitian dikarenakan rasa ingin mengetahui pengaruh dari variasi persentase *binder* kaolin terhadap kekuatan mekanik dan laju larut dari katalis zeolit alam. Adapun tujuan penulisan artikel adalah sebagai berikut :

- Mengetahui pengaruh dari persentase *binder* dengan variasi 20%, 30%, dan 40% terhadap hasil pengujian kompresi *pellet* katalis zeolit alam.
- Mengetahui pengaruh dari persentase *binder* dengan variasi 20%, 30%, dan 40% terhadap hasil pengujian waktu larut *pellet* katalis zeolit alam.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang pengaruh variasi persentase *binder* kaolin terhadap sifat mekanik katalis zeolit alam, menambah pengetahuan dan sumbangan pemikiran tentang cara mengembangkan penelitian mengenai potensi zeolit alam yang sangat berpotensi, serta sebagai sarana bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya agar potensi zeolit alam dapat dimanfaatkan secara maksimal terutama pada kebutuhan industri katalis kimia.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pemembuatan dan pengujian *pellet* berbahan zeolit alam. Berikut adalah beberapa alat dan bahan yang digunakan pada proses penelitian *pellet* katalis zeolit alam.

a. Mesin *Electrical Powder Grider*

Alat ini digunakan untuk memperkecil ukuran zeolit alam dari bentuk batuan menjadi partikel serbuk. Alat yang digunakan berasal dari brand Willman DE500G dengan tingkat kehalusan 30-300 *mesh* serta kecepatan putar 25000 rpm. Mesin *Electrical Powder Grider* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin *Electrical Powder Grider*

b. Pengayak

Alat ini bekerja seperti saringan dengan ukuran dan standar tertentu. Pada penelitian ini digunakan ukuran 250 *mesh*. Alat Pengayak/*Mesh* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat *Mesh* [12]

c. Mesin *Sieve Shakers*

Alat ini berfungsi untuk menggerakkan pengayak sehingga proses pengayakan dilakukan secara otomatis. Alat yang digunakan berasal dari brand *Retsch Vibratory Sieve Shaker AS 200* dengan kapasitas maksimal 3 kg serta percepatan saringan 1.0 – 15.0 g. *Retsch Vibratory Sieve Shaker AS 200* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Retsch Vibratory Sieve Shaker AS 200* [13]

d. *Drying Oven*

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan dasar yaitu zeolit alam, setelah melalui proses reduksi ukuran. Alat yang digunakan berasal dari brand B-One OV 125 dengan *temperature range* yang dapat dicapai 10°C – 300°C serta *timer* yang dimiliki 0 – 9999 menit.

e. Sendok Takar

Penggunaan sendok takar untuk memasukkan bubuk zeolit pada *dies* dan memudahkan untuk meratakan jumlah bubuk yang masuk.

f. *Hydraulic Press Machine*

Alat ini digunakan untuk memproduksi *pellet* dari zeolit alam dengan menggunakan proses kompaksi. Alat yang digunakan berasal dari brand Krisbow dengan kapasitas maksimal 10 Ton serta termasuk dalam jenis *double hydraulic press*. *Hydraulic Press Machine* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Hydraulic Press Machine*

g. *Dies*

Alat ini merupakan cetakan yang digunakan untuk membuat *pellet* yang diinginkan pada *Hydraulic Press Machine*. Alat ini memiliki diameter punch 4,96 mm dan diameter dies 5,02 mm. *Dies* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Dies*

h. *Analytical Balance*

Alat ini digunakan untuk mengukur nilai massa bahan campuran yang akan dijadikan *pellet*. Alat ini berasal dari brand *Vibra HT84R Series* dengan kapasitas maksimum 80 gram dan tingkat akurasi 0.1 mg serta waktu stabilisasi 3 detik. *Analytical balance* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Analytical balance*

i. *Vernier Caliper*

Alat ini digunakan untuk mengukur *pellet* zeolit alam. Alat yang digunakan berasal dari brand Mitutoyo dengan dengan tingkat ketelitian 0.02 mm.

j. *Gelas Beaker*

Gelas *beaker* dengan volume 1000 mL digunakan sebagai alat bantu uji kelarutan serta wadah *Aquades* dan diletakkan di atas *magnetic stirrer*.

k. *Magnetic Stirrer*

Alat ini digunakan sebagai alat bantu untuk mengaduk *aquades* pada saat dilakukan uji larut. Alat yang digunakan berasal dari brand *WiseStir MSH-20D hotplate stirrer* dengan suhu maksimal 380°C serta kecepatan putar maksimal 1500 rpm. *Magnetic Stirrer* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Magnetic Stirrer*

l. *Alat Uji Larut Hasil Modifikasi*

Alat uji larut yang peneliti gunakan dibuat khusus dengan menggunakan bantuan *magnetic stirrer*. Terdiri dari 9 lubang untuk wadah *pellet* katalis zeolit alam. Alat yang digunakan memiliki kapasitas uji 9 spesimen dengan putaran 250 rpm serta suhu 55°C. Alat uji larut hasil modifikasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Alat Uji Larut Hasil Modifikasi*

m. *Mesin Uji Kompresi*

Mesin ini digunakan untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan (MPa) yang dimiliki oleh *pellet* katalis. Mesin yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* yang berasal dari brand GD 1000-100 MWD-100 dengan kapasitas maksimal 10 kN serta ketelitian $\pm 0.5\%$ / *displacement* 0.0001 mm. *Universal Testing Machine* GD 1000-100 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Universal Testing Machine* GD 1000-100

n. Zeolit Alam

Dalam penelitian ini digunakan batuan zeolit alam asal Bandung dengan ukuran awal satu kepal tangan orang dewasa yang kemudian dijadikan serbuk serta dilakukan *meshing*. Zeolit alam dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Zeolit Alam Asal Bandung

o. Binder

Binder merupakan bahan pengikat sehingga dapat membentuk *pellet* yang kompak dan kuat. Dalam penelitian ini *binder* yang digunakan adalah kaolin. *Binder* kaolin dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Binder Kaolin

p. Aquades

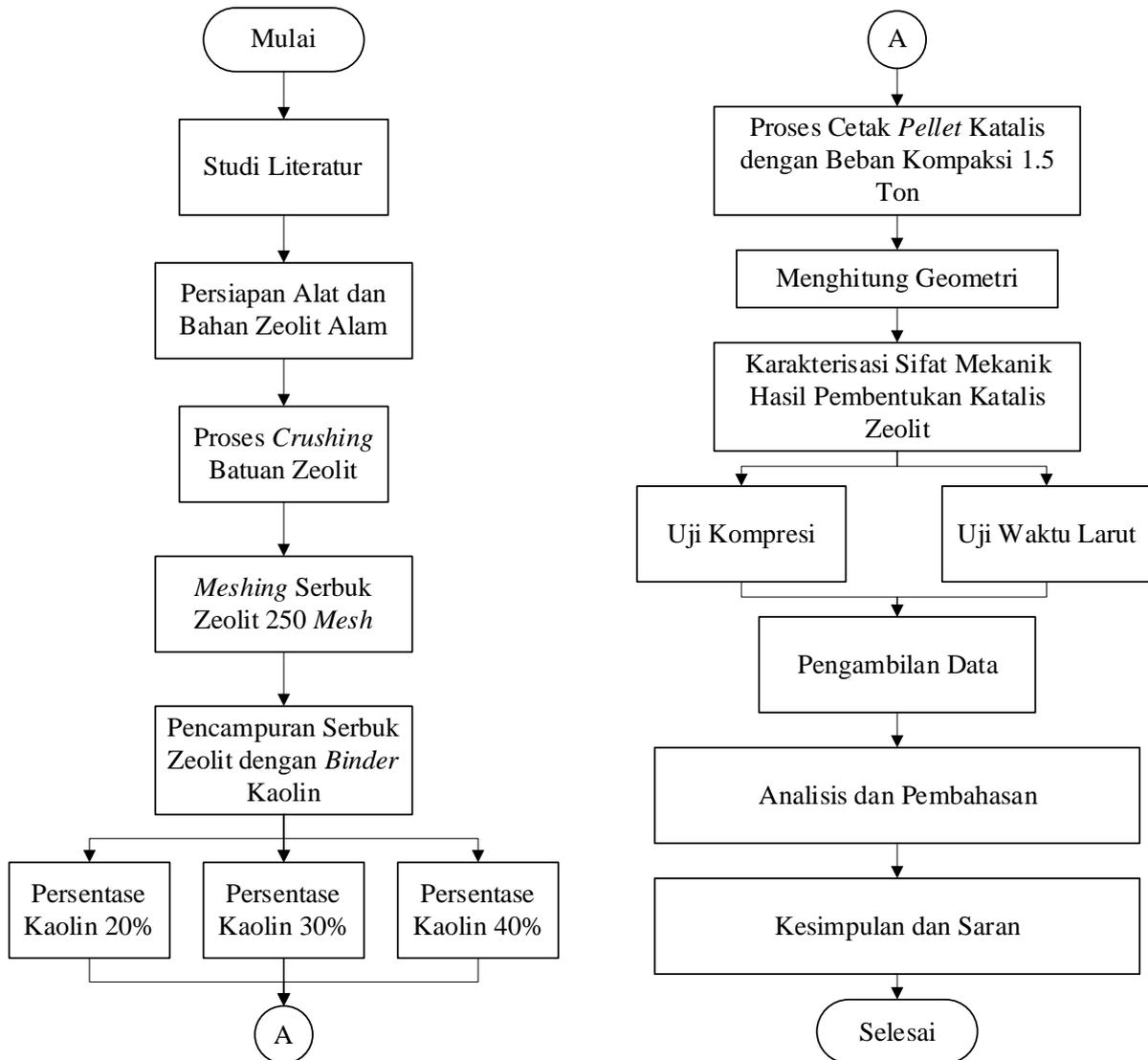
Aquades digunakan untuk meminimalkan benda asing yang dapat mempengaruhi akurasi saat melakukan pengujian waktu larut. *Aquades* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Aquades

2.2. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian maka diperlukan tahapan yang dijelaskan secara singkat pada diagram alir seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan tentang dasar pembentukan katalis melalui literatur dan bahan kuliah. Kemudian melakukan persiapan alat dan bahan. Bahan utama yang digunakan adalah batuan zeolit Asal Bandung. Selanjutnya, batu zeolit alam yang telah dikumpulkan dilakukan pencacahan sehingga memiliki ukuran kira-kira 1 cm. Setelah dilakukan pencacahan, dilakukan *crushing* dengan mesin *electrical powder grinder* hingga menjadi serbuk. Serbuk hasil *crushing* batuan zeolit kemudian dilakukan *meshing* untuk mendapatkan perbedaan ukuran serbuk. *Meshing* yang digunakan adalah 250 *micron wire mesh*. Tahap selanjutnya melakukan pencampuran serbuk zeolit hasil dari *meshing* dengan *binder* kaolin. Proses pencampuran ini diberi variasi dengan persentase kaolin sebanyak 20%, 30%, dan 40% dengan persentase zeolit alam secara berturut-turut adalah 80%, 70%, dan 60% menggunakan *magnetic stirrer*. Proses *mixing* ini menggunakan kecepatan putaran stirrer 500 rpm selama 5 menit pada suhu ruangan. Kemudian melakukan proses cetak *pellet* menggunakan metode kompaksi dengan 1,5 Ton beban kompaksi. Menggunakan cetakan berbahan ST60 berbentuk silinder dengan diameter 5 mm. Setelah *pellet* katalis jadi, dilakukan perhitungan fisik yaitu massa, dimensi, volume, dan densitas. Perhitungan menggunakan alat vernier kaliper dan *analytical balance*. Lalu melakukan karakterisasi sifat mekanik *pellet* katalis dilakukan dengan 2 pengujian, yaitu pengujian kompresi dan pengujian larut. Kemudian melakukan pengambilan data dan pengolahan data. Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data, ditarik kesimpulan perbandingan hasil dari variasi persentase *binder* yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

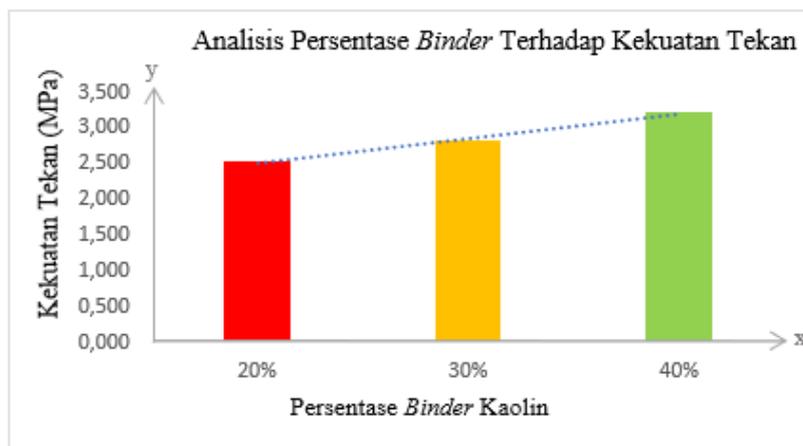
3.1. Hasil dan Pembahasan dari Pengujian Kompresi

Dari 5 kali percobaan pada setiap variasi persentase *binder* 20%, 30%, dan 40% diperoleh nilai kekuatan tekan maksimum. Hasil dari 5 kali pengujian tersebut kemudian dirata – rata untuk mendapatkan nilai yang terbaik, semakin tinggi nilai dari uji kompresi maka semakin tinggi tekanan yang dapat diterima oleh *pellet* katalis zeolit alam. Pada analisis pengaruh variasi persentase digunakan pembebanan kompaksi 1,5 ton dan ukuran butir 250 *mesh* sebagai variabel terikat. Tabel 1 berikut ini menunjukkan hasil pengujian kompresi yang akan dianalisis.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kompresi dengan Variasi Persentase *Binder*

<i>Binder</i>	Kompaksi (Ton)	<i>Meshing</i>	Persentase <i>Binder</i>	Hasil Pengujian Kompresi (MPa)					Rata-rata
				1	2	3	4	5	
Kaolin	1,5	250	20%	2,954	2,515	2,492	2,126	1,448	2,522
			30%	2,855	3,043	2,294	2,638	2,772	2,827
			40%	2,229	3,685	2,727	3,089	3,390	3,223

Dari 5 kali pengujian pada setiap variasi yang dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima oleh masing – masing variasi pada *pellet* katalis zeolit alam dan diambil rata – rata dari 3 nilai yang saling mendekati. Gambar 14 berikut ini menunjukkan perbandingan hasil rata – rata kuat tekan dengan beban kompaksi 1,5 ton dan ukuran butir 250 *mesh* sebagai variabel terikat.



Gambar 14. Diagram Perbandingan Variasi Persentase *Binder* Terhadap Nilai Kekuatan Tekan Katalis *Pellet* Zeolit Alam

Berdasarkan Gambar 14 kekuatan tekan dengan persentase *binder* 40% lebih tinggi dibandingkan dengan persentase *binder* 20% dan 30%. Gambar 14 menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *binder* yang digunakan dalam produksi *pellet* katalis maka semakin tinggi kuat tekan yang dapat diterima *pellet* katalis. Pada Gambar 14 ditunjukkan nilai rata – rata kuat tekan dari persentase *binder* 20%, 30%, dan 40% mengalami peningkatan dengan nilai kekuatan tekan secara berurutan adalah 2,230 MPa, 2,522 MPa, dan 3,223 MPa. Hal ini dikarenakan partikel kaolin berupa lembaran berbentuk pseudoheksagonal sederhana yang berlapis dan memiliki sifat fisik dan kimia yang baik yang membuatnya digunakan sebagai eksipien (pensuspensi, pengemulsi, pengikat, pengisi, *drug carrier*) [5]. Kaolin juga memiliki karakteristik ogranoleptik berupa serbuk putih yang ringan, kemudian tidak memiliki kandungan butiran yang kasar [14, 15]. Sehingga dapat diartikan bahwa kaolin memiliki daya rekat yang tinggi dan cocok untuk digunakan sebagai *binder*.

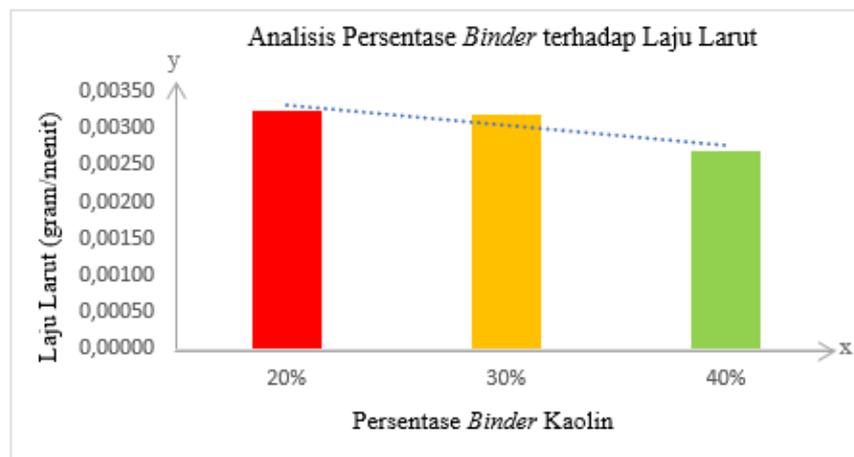
3.2. Hasil dan Pembahasan dari Pengujian Waktu Larut

Dari 3 waktu percobaan pada setiap variasi persentase *binder* 20%, 30%, 40% diperoleh nilai laju larut. Hasil dari 3 waktu percobaan tersebut kemudian dirata – rata untuk mendapatkan nilai yang terbaik, semakin rendah nilai dari uji waktu larut maka *pellet* katalis semakin tidak mudah larut sehingga dapat memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap kelarutan dalam cairan. Pada pengujian waktu larut digunakan pembebanan kompaksi 1,5 ton dan ukuran butir 250 *mesh* sebagai variabel terikat. Hasil dari rata – rata uji waktu larut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Waktu Larut dengan Variasi Persentase *Binder*

<i>Binder</i>	Kompaksi (Ton)	<i>Meshing</i>	Persentase <i>Binder</i>	Laju Larut (gram/menit)			Rata-rata
				30 menit	60 menit	90 menit	
Kaolin	1,5	250	20%	0,0051	0,0027	0,0019	0,00323
			30%	0,0051	0,0026	0,0018	0,00318
			40%	0,0039	0,0028	0,0017	0,00269

Dari 3 waktu percobaan pada setiap variasi yang dilakukan, diperoleh nilai nilai laju larut dari masing – masing variasi pada *pellet* katalis zeolit alam dan diambil rata – ratanya. Gambar 15 berikut ini menunjukkan perbandingan hasil rata – rata laju larut dengan beban kompaksi 1,5 ton dan ukuran butir 250 *mesh* sebagai variabel terikat.



Gambar 15. Diagram Perbandingan Variasi Persentase *Binder* Terhadap Nilai Laju Larut Katalis *Pellet* Zeolit Alam

Berdasarkan Gambar 15 laju larut dengan persentase *binder* 40% lebih tinggi dibandingkan dengan persentase *binder* 20% dan 30%. Gambar 15 menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *binder* yang digunakan dalam produksi *pellet* katalis, semakin rendah nilai laju larutnya sehingga *pellet* katalis memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap kelarutan dalam cairan. Pada Gambar 15 ditunjukkan nilai rata – rata laju larut dari persentase *binder* 20%, 30%, dan 40% mengalami penurunan dengan nilai laju larut secara berurutan adalah 0,00323 gram/menit, 0,00318 gram/menit, dan 0,00269 gram/menit. Hal ini dikarenakan karakteristik ogranoleptik kaolin berupa serbuk putih yang ringan, kemudian tidak memiliki kandungan butiran yang kasar, tidak atau hampir memiliki bau, dan memiliki karakteristik seperti tanah liat. Kaolin memiliki kelarutan yang praktis tidak larut dalam air dan asam mineral, praktis tidak larut dalam dietil eter, etanol (95%) [14, 15].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian kompresi serta pengujian waktu larut terhadap *pellet* katalis zeolit alam asal Bandung yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Variasi persentase *binder* kaolin berpengaruh terhadap kekuatan mekanis *pellet* katalis zeolit alam asal Bandung. Nilai rata – rata kuat tekan spesimen dengan persentase kaolin sebanyak 40% lebih tinggi dibandingkan dengan varian 20% dan 30% dengan nilai 3,223 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase dari *binder* kaolin maka semakin tinggi kekuatan mekanis dari *pellet* katalis.
- Hasil uji larut dengan nilai yang semakin rendah pada *pellet* memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap kelarutan dalam cairan. Dari hasil pengujian didapatkan nilai rata – rata laju larut terendah pada spesimen dengan persentase kaolin sebanyak 40% jika dibandingkan dengan varian 20% dan 30% dengan nilai 0,00269 gram/menit. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar persentase dari persentase *binder* kaolin maka semakin tinggi ketahanan *pellet* terhadap kelarutan dalam cairan.

5. Daftar Pustaka

- Demirbas A. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. 2007;35(9):4661–70.
- Fitriana N, Husin H, Yanti D, Pontas K, Alam PN, Ridho M, et al. Synthesis of K₂O/Zeolite catalysts by KOH

- impregnation for biodiesel production from waste frying oil. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2018;334(1).
- [3] Istadi. *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi; Fundamental dan Aplikasi*. Edisi Pert. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2011.
- [4] Lou WY, Zong MH, Duan ZQ. Efficient production of biodiesel from high free fatty acid-containing waste oils using various carbohydrate-derived solid acid catalysts. *Bioresour Technol*. 2008;99(18):8752–8.
- [5] Dehkoda AM, West AH, Ellis N. Biochar based solid acid catalyst for biodiesel production. *Appl Catal A Gen* [Internet]. 2010;382(2):197–204. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcata.2010.04.051>
- [6] Atadashi IM, Aroua MK, Abdul Aziz AR, Sulaiman NMN. The effects of catalysts in biodiesel production: A review. *J Ind Eng Chem* [Internet]. 2013;19(1):14–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2012.07.009>
- [7] Boey PL, Maniam GP, Hamid SA. Performance of calcium oxide as a heterogeneous catalyst in biodiesel production: A review. *Chem Eng J* [Internet]. 2011;168(1):15–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2011.01.009>
- [8] Sisca V. Aplikasi Katalis Padat Dalam Produksi Biodiesel. *J Zarah*. 2018;6(1):30–8.
- [9] Atikah WS. Potensi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil the Potentiality of Activated Natural Zeolite From Gunung Kidul As Adsorben To Textile Dyes. *Arena Tekst* [Internet]. 2017;32:17–24. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/217434-karakterisasi-zeolit-alam-gunung-kidul-t.pdf>
- [10] Widyawati Y. Disain Proses Dua Tahap Esterifikasi-Transesterifikasi (Estrans) Pada Pembuatan Metil Ester (Biodiesel). 2007;19–20.
- [11] Chen YC, Lin DY, Chen BH. Transesterification of acid soybean oil for biodiesel production using lithium metasilicate catalyst prepared from diatomite. *J Taiwan Inst Chem Eng* [Internet]. 2017;79:31–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2017.05.001>
- [12] Abadi N. *Ayakan Mesh*. Bukalapak. 2021.
- [13] Tanjore D. *Retsch Vibratory Sieve Shaker AS 200*. Advanced Biofuels and Bioproducts Process Development Unit. 2021.
- [14] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Farmakope Indonesia Edisi V*. 2014.
- [15] Rowe RC, Sheskey PJ, Owen SC. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. 6th ed. London: Pharmaceutical Press; 2009.