

Perbandingan Pemakaian Bahan Bakar Cair Hasil Produk Pirolisis Jenis Plastik PP, Plastik PET Dan Katalis Terhadap Kinerja Mesin

Nur Rokhim¹, Nuryosuwito², Fatkur Rhozman³

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹rochim194@gmail.com, ²suwito.unp@gmail.com, ³fatkurrozman@unpkediri.ac.id

Abstrak – Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dari sampah plastik jenis PP+PET+Katalis dibandingkan PET+Katalis. Selanjutnya juga diteliti kadar O₂ yang dihasilkan dari gas buang dengan bahan bakar tersebut.. Botol air mineral, botol minuman bersoda, botol sampo, botol air kumur dan botol selai roti merupakan beberapa contoh jenis dan tipe plastik berjenis PET. Plastik PET memiliki titik leleh pada suhu 250°C – 260°C dan terdekomposisi pada suhu 480°C. Katalis mempercepat reaksi kimia namun tetap tidak berubah menjelang akhir proses. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimental (Experimental Research) dengan variabel bebasnya adalah konsumsi bahan bakar terhadap kerja mesin. Metode ini dilaksanakan dengan pengujian untuk mengetahui seberapa besar perbandingan konsumsi bahan bakar PET dengan PET & katalis zeolite. Selain itu juga untuk mengetahui seberapa tinggi kadar O₂ yang dihasilkan dari gas buang dengan bahan bakar dengan komposisi PP+PET+Katalis yang dibandingkan dengan PET+Katalis. Dari hasil penelitian, diperoleh hasil bahwa katalis bisa mempercepat pemrosesan bahan bakar hasil pirolisis. Kadar O₂ pada gas buang yang dihasilkan oleh PET+Katalis lebih tinggi dari PP+PET+Katalis. Konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh PET+Katalis lebih irit dari PP+PET+Katalis.

Kata Kunci – PP, PET, katalis, konsumsi bahan bakar

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan sampah yang paling banyak dibuang oleh manusia karena banyak orang yang menggunakan plastik untuk keperluannya sehari-hari entah itu perorangan, toko, maupun perusahaan besar. Pembuangan sampah-sampah plastik ke dalam air dan tanah juga marak terjadi, hal tersebut semakin memicu kerusakan alam. Mengapa demikian? Karena sampah plastik terbuat dari bahan anorganik. Permasalahan sampah plastik tersebut apabila semakin banyak jumlahnya di lingkungan maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Mengingat bahwa sifat plastik akan terurai di tanah dalam waktu lebih dari 20 tahun bahkan dapat mencapai 100 tahun sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah dan di perairan plastik akan sulit terurai.[1]

Bahan-bahan anorganik tersebut sangat sulit dan tidak mungkin diuraikan oleh bakteri pengurai. Apabila ditimbun di dalam tanah untuk menguraikannya butuh waktu berjuta-juta tahun. Dan apabila dibakar hanya akan menjadi gumpalan dan butuh waktu lama untuk menguraikannya. Komposisi sampah plastik dengan jumlahnya yang besar hanya dibuang ke TPA atau dibakar tanpa dimanfaatkan semaksimal mungkin [2] Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan secara pirolisis. Pirolisis secara singkatnya dapat diartikan sebagai pembakaran tanpa berhubungan dengan udara luar. Pirolisis pada umumnya diawali pada suhu 200 oC dan bertahan pada suhu sekitar 450oC – 500 oC. Maka dari itu sampah yang ada di sekeliling kita bisa mencapai 10-15% atau 13,0-19,5 ton/hari dari jumlah keseluruhan sampah perkotaan[3] Daur ulang limbah plastik merupakan jalan satu-satunya untuk mengurangi jumlah limbah plastik.[4]

Pengolahan sampah plastik mempunyai prospek yang baik sebagai bahan bakar karena bahan plastik mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi Penelitian awal tentang dekomposisi pada pyrolysis meneliti tentang efek dari laju pemanasan, temperatur dan waktu. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa 95% selulosa terdekomposisi pada temperatur antara 500°C dan 750°C laju pemanasannya adalah 1000°C/s. Setelah 750°C, hasil dari char menurun. Juga diketahui bahwa hasil dari tar yang terjadi sebesar 83% pada suhu 400°C dan menurun menjadi 49% pada suhu 1000°C[5].

Kebutuhan masyarakat akan bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari fosil semakin hari semakin meningkat, menyebabkan semakin menipisnya cadangan minyak dan gas bumi. cadangan minyak dunia pada akhir tahun 2014 adalah sebesar 1700,1 miliar barel, sedangkan di Indonesia hanya memiliki cadangan minyak terbukti sebesar 3,7 miliar barel dan jumlah tersebut hanya 0,2% dari jumlah cadangan minyak di dunia. Jumlah produksi minyak sebesar 852 ribu barel/hari dengan konsumsi 1,641 juta barel/hari. Dari data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat ketimpangan antara produksi dan konsumsi [6]

Plastik merupakan bahan polimer kimia yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Polypropylene (PP) adalah Salah satu jenis plastik yang paling banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari. PET merupakan salah satu jenis plastik sintetik yang bersifat non-bio degradable atau tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga menyebabkan masalah lingkungan. Limbah plastik biasanya ditangani dengan penimbunan dan pembakaran. Akibatnya plastik yang tertimbun dalam tanah akan mempengaruhi kualitas air tanah serta dapat memusnahkan kandungan humus yang

menyebabkan tanah menjadi tidak subur. Plastik yang dibakar akan menghasilkan gas CO₂ yang dapat meningkatkan pemanasan global.

PET (PolyEthylene Terephthalate) memiliki titik cair atau lebur yang sangat tinggi, 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 [7].

Polipropilen (PP) Biasanya untuk mengemas minuman gelas dan toples-toples dengan ciri keras tapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tidak jernih tapi tembus cahaya, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140 derajat Celsius. Digambarkan dengan logo segitiga bernomor 5, menurut Mustofa ketika kemasan sudah berubah bentuk akibat melunak pada suhu tinggi sebaiknya tidak lagi digunakan.

Plastik PET memiliki titik leleh pada suhu 250°C – 260°C dan terdekomposisi pada suhu 480°C. Plastik PET dapat terdekomposisi menjadi fase gas, cair, dan padat. Densitas PET yaitu 0,9 g/cm³. Pada pirolisis suhu 600 °C dengan bahan PET didominasi gas dengan kandungan CO₂, benzene, vinyl benzoate, benzoic acid, dan divinyl terephthalate.

Plastik PET pada temperatur rendah didominasi oleh TPA (Terephthalic Acid), pada kondisi temperatur tinggi TPA akan terdekomposisi menjadi benzene, CO₂, dan benzoic acid. TPA merupakan molekul yang terdiri dari benzene (CH) dan gugus karboksilat (COOH). Oleh karena itu, kandungan gas PET terdiri dari zat tersebut Berdasarkan penelitian tersebut, TPA yang terkandung dari PET bersifat menyublim, artinya molekul TPA secara cepat akan membentuk gas CO₂, CO, dan CH₄ [8].

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. Teknologi catalitic cracking merupakan teknologi potensial yang dapat dikomesialisasikan karena saat ini pengolahan plastik banyak dilakukan dengan landfill dan insenerasi yang banyak menimbulkan permasalahan lingkungan ([9]).

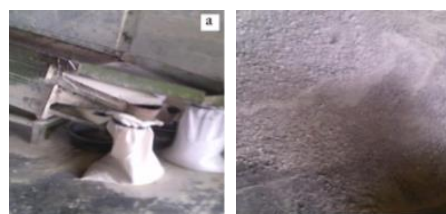
Katalis merupakan kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah berbentuk kerangka tiga dimensi, bersifat asam dan mempunyai pori yang berukuran molekul. Rumus molekul empiris zeolite adalah M₂n (Al₂O₃.ySiO₂) wH₂O dimana M = kation alkali tanah atau alkali, n = valensi logam alkali dan x,y = bilangan tertentu. Zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumina silikat dan kandungan air. Kandungan air berubah-ubah tergantung dari sifat kation-kation yang ditukar dan kondisi kristalisasi.



Gambar 1. Logo dan contoh jenis plastik PET



Gambar 2. Logo dan contoh jenis plastik PP



Gambar 3. Serbuk katalis zeolit



Gambar 4. Engine test bed



Gambar 5. Stopwatch



Gambar 6. Flowmeter bahan bakar

Tujuan dari penelitian ini adalah Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh sampah plastik jenis PP + PET + Katalis yang dibandingkan dengan PET + Katalis. Selanjutnya juga akan diteliti kadar O₂ yang dihasilkan dari gas buang dengan bahan bakar dengan komposisi PP + PET + Katalis yang dibandingkan dengan PET + Katalis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik eksperimen yang merupakan suatu penelitian untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (treatment) pada kondisi tersebut sehingga penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali [12]. Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya [13]. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas adalah jenis bahan bakar cair PP+ PET+katalis & PET + katalis sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah konsumsi bahan bakar pada motor bakar.

Alat yang digunakan :

1. Engine Test Bed (Gambar 4) digunakan untuk mengetahui parameter - parameter yang menunjukkan karakteristik motor bakar.
2. Stopwatch (Gambar 5) digunakan untuk mengetahui waktu konsumsi bahan bakar (s).
3. Flowmeter Bahan Bakar (Gambar 6), digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar (ml).
4. Gas Analyzer (Gambar 7) digunakan untuk mengukur dan menganalisa gas buang (%).

Adapun proses kerja dalam penelitian ini yaitu dengan:

1. Mengumpulkan bahan bakar cair dengan cara proses pirolisis plastik PP+PET+katalis & plastik PET+katalis
2. Menguji bahan bakar tersebut pada engine test bed
3. Menentukan parameter yang akan diujikan yaitu: dengan RPM 2000, konsumsi BBM, mengukur dan menganalisa gas buang.

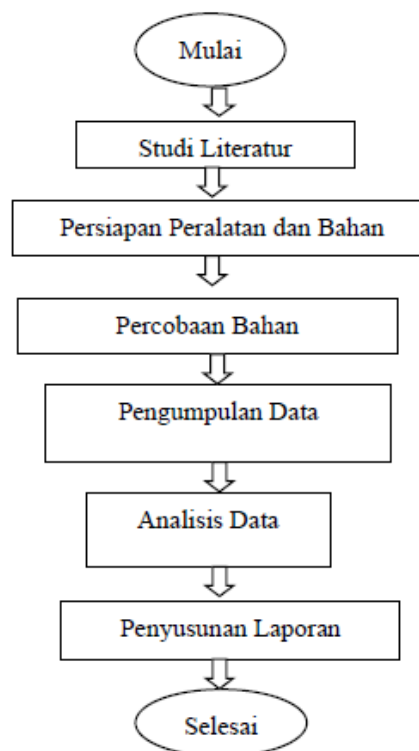
Alur dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 8.

1. Studi literatur dari jurnal, ebook maupun buku.
2. persiapan peralatan dan bahan bakar cair plastik PP+PET+Katalis dan PET+katalis untuk melakukan pengujian di motor bakar.
3. Melakukan pengujian pada engine test bed dengan spesifikasi motor bakar karisma 125cc.
4. pengumpulan data hasil uji motor bakar dengan parameter konsumsi bahan bakar & emisi gas buang O₂.

5. analisa data menggunakan spss dengan prosedur uji normalitas, uji homogenitas dan uji T-test.
6. Penyusunan laporan pengujian dari analisa data.



Gambar 7. Gas analyzer



Gambar 8. Diagram alir penelitian

Teknik analisis data yang digunakan adalah uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian berdasarkan percobaan sebanyak 15 kali dengan jenis bahan bakar plastik PP+PET+katalis dan PET+katalis dengan kecepatan Rpm 2000 dan waktu selama 2 menit, maka di peroleh hasil sebanyak 15 kali pengujian yang selanjutnya akan di peroleh nilai rata-rata konsumsi bahan bakar plastik PP+PET+katalis dan Plastik PET+katalis

Tabel 1. Perbandingan konsumsi bahan bakar hasil pengambilan data di motor bakar

no	jenis bahan bakar	replikasi	konsumsi bahan bakar (ml)
1	PP+PET+KATALIS	1	10
		2	10
		3	10
		4	12
		5	13
		6	14
		7	15
		8	16
		9	14
		10	11
		11	9
		12	9
		13	11
		14	12
		15	10
2	PET+KATALIS	1	10
		2	12
		3	10
		4	13
		5	9
		6	7
		7	9
		8	10
		9	7
		10	6
		11	9
		12	10
		13	11
		14	8
		15	10

Tabel 2. Hasil analisis spss normalitas PP+PET+Katalis:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		PP+PET+katalis
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	11.7333
	Std. Deviation	2.21897
Most Extreme Differences	Absolute	.183
	Positive	.183
	Negative	-.113
Test Statistic		.183
Asymp. Sig. (2-tailed)		.191 ^c
a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data. c. Lilliefors Significance Correction.		

a. Data pengujian konsumsi bahan bakar

1. data belum di olah

Dalam prosedur analisa data dilakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen.

2. Analisa data

Dalam prosedur analisa data dilakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen.

3. Uji normalitas PP + PET + Katalis

Dari data pada tabel 2, diperoleh rata-rata konsumsi BBM yang diperoleh dengan menggunakan PP+PET+katalis adalah 11,7333 dengan standart deviasinya adalah 2.21897. Selanjutnya untuk melihat normal atau tidaknya suatu data, maka digunakan P-Value {Asymp. Sig. (2-tailed)} dengan nilai 0,191 > 0,05. Dikarenakan nilai P-Value lebih dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal.

4. Uji normalitas PET+Katalis

Dari data pada tabel 3, diperoleh rata-rata konsumsi BBM yang diperoleh dengan menggunakan PET + Katalis adalah 9,4000 dengan standart deviasinya adalah 1,88225. Selanjutnya untuk melihat normal atau tidaknya suatu data, maka digunakan P-Value {Asymp. Sig. (2-tailed)} dengan nilai 0,200 > 0,05. Dikarenakan nilai P-Value lebih dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal.

5. Uji Homogen data

Berdasarkan data pada tabel 4, diketahui nilai Sig. Levene's Test for Equality of Variances adalah 0,333 > 0,05 maka dapat diartikan bahwa varians data antara PP + PET + Katalis dan PET + Katalis adalah homogen. Sehingga penafsiran tabel output Independent Samples Test tersebut mengacu pada nilai yang terdapat pada tabel equal variances assumed. Pada bagian equal variances assumed diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar 0,004 > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada proses uji konsumsi bahan bakar antara PP+PET+Katalis dan PET + Katalis.

Tabel 3. Hasil analisis spss normalitas PET+katalis:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		PET+katalis
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9.4000
	Std. Deviation	1.88225
Most Extreme Differences	Absolute	.175
	Positive	.175
	Negative	-.158
Test Statistic		.175
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4. Perbandingan O2 bahan bakar hasil pengambilan data pengujian di motor bakar

no	jenis bahan	replikasi	O2
1	PP+PET+Katalis	1	11.59
		2	11.66
		3	11.93
		4	12.76
		5	13.16
		6	13.18
		7	13.22
		8	13.29
		9	13.85
		10	14.12
2	PET+KATALIS	1	12.13
		2	12.33
		3	12.66
		4	13.95
		5	14.28
		6	14.53
		7	14.68
		8	14.72
		9	14.51
		10	15.11

Tabel 5. Hasil analisis spss normalitas O2 PP+PET+Katalis & PET+Katalis

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		O2 PP+PET+Katalis	O2 PET+Katalis
N		10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	12.876000	13.890000
	Std. Deviation	.8819070	1.0952017
Most Extreme Differences	Absolute	.226	.239
	Positive	.158	.169
	Negative	-.226	-.239
Test Statistic		.226	.239
Asymp. Sig. (2-tailed)		.158 ^c	.110 ^c

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

6. Uji T

Dari hasil pengolahan data sebelumnya yang menunjukkan bahwa data homogeny, maka penafsiran tabel output Independent Samples Test tersebut mengacu pada nilai yang terdapat pada tabel equal variances assumed. Pada bagian equal variances assumed diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar 0,004. Sehingga nilai P-Value adalah = $0,004/2=0,002 < 0,05$. Dari hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada proses konsumsi bahan bakar antara PP+PET+Katalis dan PET+ katalis.

7. Perbandingan rata-rata

Karena dari Uji – T diperoleh hasil terdapat perbedaan signifikan pada konsumsi bahan bakar antara bahan bakar PP+PET+Katalis dan PET+Katalis, maka untuk membandingkan mana yang lebih baik digunakan rata-rata dari keduanya. Rata-rata konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh PP + PET + Katalis adalah 11,733. Sedangkan rata-rata kadar O2 yang dihasilkan oleh PET + Katalis adalah 9,4. Sehingga dari kedua rata-rata tersebut, konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh PET + Katalis lebih irit dari PP + PET + Katalis

b. Data pengujian kadar O2 pada gas buang

1. Data belum di olah

Dalam prosedur analisa data dilakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen.

2. Uji normalitas O2 PP+PET+Katalis & PET Katalis

Dari data pada tabel 5 tersebut, diperoleh rata-rata O2 pada gas buang yang diperoleh dengan menggunakan PP+PET+Katalis adalah 12,876 dengan standart deviasinya adalah 0,8819070 dan rata-rata O2 yang dihasilkan dari bahan bakar PET+Katalis adalah 13,89 dengan standart deviasinya adalah 1,0952017 Selanjutnya untuk melihat normal atau tidaknya suatu data, maka digunakan P-Value {Asymp. Sig. (2-tailed)} dengan nilai $0,200 > 0,05$. Dikarenakan nilai P-Value lebih dari 0,05 maka data dari O2 kedua bahan bakar cair tersebut berdistribusi normal.

3. Uji homogenitas data

Berdasarkan data pada tabel 7, diketahui nilai Sig. Levene's Test for Equality of

Variances adalah $0,386 > 0,05$ maka dapat diartikan bahwa varians data antara PP + PET + Katalis dan PET + Katalis adalah homogen.

dihasilkan oleh PET + Katalis lebih tinggi dari PP + PET + Katalis

4. Uji – T

Dari hasil pengolahan data sebelumnya yang menunjukkan bahwa data homogeny, maka penafsiran tabel output Independent Samples Test tersebut mengacu pada nilai yang terdapat pada tabel equal variances assumed. Pada bagian equal variances assumed diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar 0,035. Sehingga nilai P-Value adalah $= 0,035/2=0,0175 < 0,05$. Dari hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada proses konsumsi bahan bakar antara PP+PET+Katalis dan PET+katalis.

5. Perbandingan rata-rata

Karena dari Uji – T diperoleh hasil terdapat perbedaan signifikan pada kadar O2 antara bahan bakar PP+PET+Katalis dan PET+Katalis, maka untuk membandingkan mana yang lebih baik digunakan rata-rata dari keduanya. Rata-rata kadar O2 yang dihasilkan oleh PP + PET + Katalis adalah 12,876. Sedangkan rata-rata kadar O2 yang dihasilkan oleh PET + Katalis adalah 13,89. Sehingga dari kedua rata-rata tersebut, kadar O2 yang

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ynnng dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa

1. Katalis bisa mempercepat pemrosesan bahan bakar hasil pirolisis
2. Kadar O2 pada gas buang yang dihasilkan oleh PET + Katalis lebih tinggi dari PP + PET + Katalis
3. Konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh PET + Katalis lebih irit dari PP + PET + Katalis

5. SARAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa data yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul analisis bahan bakar cair hasil produk pyrolisis jenis plastik PP + PET + Katalis dibanding dengan bahan bakar PET + Katalis terhadap konsumsi bahan Bakar mesin motor, dapat diambil kesimpulan hasil pengujian bahan bakar proses pirolisis jenis Plastik PP + PET + Katalis dan PET Katalis ada perbedaan terhadap konsumsi bahan bakar dengan Perbandingan bahan bakar hasil proses pirolisis Plastik jenis PP + PET + Katalis mempunyai konsumsi bahan bakar lebih irit dibanding dengan PET + Katalis yang lebih tinggi atau boros.

Tabel 6. Hasil analisis spss homogenitas dan uji T-Test perbandingan konsumsi BBM PP+PET+Katalis & PET Katalis

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
data	Equal variances assumed	.971	.333	3.106	28	.004	2.33333	.75130	.79437	3.87229
	Equal variances not assumed			3.106	27.274	.004	2.33333	.75130	.79253	3.87414

Tabel 7. Hasil analisis spss homogenitas dan uji T-Test dari O2 PP+PET+Katalis & PET+Katalis

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
O2	Equal variances assumed	.789	.386	-2.280	18	.035	-1.0140000	.4446602	-1.9481964	-.0798036
	Equal variances not assumed			-2.280	17.217	.036	-1.0140000	.4446602	-1.9512518	-.0767482

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 8, no. 2, p. 141, 2016, doi: 10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421.
- [2] G. L. Sari, "Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair," *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–13, 2018, doi: 10.29080/alard.v3i1.255.
- [3] N. K. Khornia Dwi Lestari L.F, Rita Dwi Ratnani, Suwardiyono, "Pengaruh Waktu Dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis," *Inov. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2017.
- [4] A. S. Nugroho, R. Rahmad, and S. Suhartoyo, "Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Energy Alternatif," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 55–60, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.1772.
- [5] et al., "Pengaruh Campuran Sampah Plastik dengan Katalis Alam terhadap Hasil Produk Pyrolisis," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 85–91, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.02.3.
- [6] A. Forbes, A. Dudley, and M. McLaren, "Creation and detection of optical modes with spatial light modulators," *Adv. Opt. Photonics*, 2016, doi: 10.1364/aop.8.000200.
- [7] E. Editorial Team, "Peer Reviewers of JMH Volume 1 Number 3 February 2016," *J. Med. Heal.*, 2016, doi: 10.28932/jmh.v1i3.526.
- [8] "Feedstock recycling and pyrolysis of waste plastics," *Focus Catal.*, 2006, doi: 10.1016/s1351-4180(06)71853-0.
- [9] R. Ermawati, B. N. Jati, I. Rumondang, E. Oktarina, and S. Naimah, "Pengaruh Residue Catalytic Cracking (RCC) dan Zeolit terhadap Kualitas Crude Oil Hasil Pirolisis Limbah Plastik Polietilena," *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 38, no. 1, p. 47, 2016, doi: 10.24817/jkk.v38i1.1978.

[Halaman ini Sengaja Dikosongkan]