

Analisis Kondensor pada Alat Pirolisis Minyak Plastik Kapasitas 2 Kg

Arzuna Syaputra*¹
Alfansuri²

^{1,2}Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: zunass2001@gmail.com¹, alfansuri@polbeng.ac.id²

Abstrak

Minyak plastik merupakan hasil dari kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung. Dari bahan baku plastik jenis PET (polyethylene terephthalate) penelitian ini menganalisis efektivitas kondensor pada alat pirolisis minyak plastik, dimana sebelumnya proses kondensasi pada kondensor kurang efektif. Hal ini menyebabkan hasil minyak kondensasi yang terlalu sedikit dan air pendingin cepat memanas. Masalah ini diduga disebabkan oleh diameter tabung kondensor yang terlalu kecil, diameter pipa spiral yang sempit, dan jarak antar lilitan pipa yang kurang memadai. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini melakukan analisis dengan mengubah dimensi diameter kondensor, diameter pipa kapiler, dan jarak antar lilitan pipa spiral. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan jumlah minyak hasil pirolisis dan efisiensi kondensor dengan mengoptimalkan dimensi kondensor. Variabel yang dianalisis meliputi pengaruh perubahan dimensi pada aliran uap panas ke dalam kondensor, volume air pendingin yang bertambah. Dengan memanfaatkan reaktor berkapasitas 2 kg, kondensor dengan pipa kapiler tembaga, dan bahan plastik PET, penelitian ini mengukur suhu masuk dan keluar pada reaktor serta kondensor pada waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses, jumlah produk akhir, dan mempercepat proses kondensasi minyak pirolisis, serta berkontribusi pada pengembangan teknologi pirolisis yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci : Minyak plastik, kondensasi, efisiensi, plastik PET.

Abstract

Plastic oil is the result of condensation or condensation of steam resulting from indirect combustion. From PET (polyethylene terephthalate) plastic raw materials, this research analyzes the effectiveness of the condenser in a plastic oil pyrolysis device, where previously the condensation process in the condenser was less effective. This causes too little condensation oil to produce and the cooling water heats up quickly. This problem is thought to be caused by the condenser tube diameter being too small, the spiral pipe diameter being too narrow, and the spacing between pipe coils being inadequate. To overcome this, this research carried out an analysis by changing the dimensions of the condenser diameter, capillary pipe diameter, and distance between coils of the spiral pipe. This research aims to increase the amount of pyrolysis oil and condenser efficiency by optimizing condenser dimensions. The variables analyzed include the effect of dimensional changes on the flow of hot steam into the condenser, increasing the volume of cooling water, and the flow rate of the cooling process. By utilizing a 2 kg capacity reactor, a condenser with copper capillary tubes, and PET plastic material, this research measured the inlet and outlet temperatures of the reactor and condenser at 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The research results are expected to increase process efficiency, the amount of final product, and speed up the pyrolysis oil condensation process, as well as contribute to the development of more effective and sustainable pyrolysis technology.

Key words: Plastic oil, condensation, efficiency, PET plastic.

PENDAHULUAN

Pirolisis merupakan metode dekomposisi bahan organik melalui pemanasan tanpa atau dengan sedikit oksigen, yang mengubah limbah plastik menjadi gas dan kemudian mengalami proses perengkahan untuk menghasilkan bahan bakar cair. Proses pirolisis dimulai pada suhu sekitar 230°C, di mana komponen yang tidak stabil secara termal pada sampah plastik akan pecah dan menguap. Pada prinsipnya, pirolisis melibatkan pemanasan bahan pada suhu tinggi dalam lingkungan dengan jumlah oksigen terbatas atau tanpa oksigen sama sekali, sehingga menghindari pembakaran lengkap. Proses ini menghasilkan tiga produk utama: padatan (char

atau karbon), cairan (bio-oil, tar, dan hidrokarbon), dan gas (CO₂, H₂O, CO, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆, C₆H₆, dll) (Mustofa et al., 2013). Proses pirolisis plastik menguraikan limbah plastik menjadi produk yang lebih bernilai, seperti minyak pirolisis, gas, dan char. Dalam proses ini, kondensor memainkan peran penting dengan mendinginkan uap plastik yang terbentuk selama pirolisis dan mengubahnya kembali menjadi bentuk cair, yaitu minyak pirolisis. Kondensasi terjadi ketika uap jenuh bersentuhan dengan permukaan dingin, menyebabkan uap berubah menjadi cair (Mafruddin et al., 2017). Proses kondensasi yang efisien sangat penting untuk memperoleh kualitas bahan bakar yang baik.

Pengelolaan limbah plastik merupakan salah satu tantangan lingkungan terbesar yang dihadapi masyarakat modern. Jutaan ton plastik terbuang setiap tahun, mencemari lingkungan dan mengancam ekosistem serta kehidupan makhluk hidup. Pirolisis plastik merupakan salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini, dengan mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Namun, efektivitas proses ini sangat bergantung pada desain kondensor yang digunakan. Penelitian sebelumnya oleh Ari Ilham S.Tr.T menunjukkan bahwa proses kondensasi pada kondensor yang digunakan kurang efektif, dengan hasil minyak kondensasi yang rendah dan cepatnya pemanasan air. Masalah ini disebabkan oleh diameter tabung kondensor yang terlalu kecil, diameter pipa spiral yang tidak memadai, dan jarak antar lilitan pipa yang tidak optimal. Oleh karena itu, analisis perlu dilakukan dengan mengubah diameter kondensor, diameter pipa kapiler, dan jarak antar lilitan pipa untuk meningkatkan efisiensi kondensasi.

Untuk menghitung perpindahan panas yang terjadi pada kondensor, diperlukan pengetahuan tentang temperatur rata-rata fluida (LMTD). Untuk menghitung nilai *Logaritmik Mean Temperature Difference* (LMTD) pada aliran ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$LMTD = \frac{(T_{hi} - T_{co}) - (T_{ho} - T_{ci})}{\ln \left(\frac{T_{hi} - T_{co}}{T_{ho} - T_{ci}} \right)}$$

Dimana :

- T_{hi} = Suhu minyak masuk °C
- T_{ho} = Suhu minyak keluar °C
- T_{ci} = Suhu air masuk °C
- T_{co} = Suhu air keluar °C

Untuk menghitung laju perpindahan panas dapat digunakan persamaan berikut :

$$Q = mc \cdot C_{pc} \cdot (T_{co} - T_{ci})$$

Dimana :

- Q = laju perpindahan panas menyeluruh (Watt)
- mc = Debit air yang keluar dari kondensor di ukur dengan flowmeter (0,090050279 kg/s)
- C_{pc} = panas spesifik air (4200 kJ/kg °C)
- T_{co} = Suhu rata rata air keluar kondensor (38,5°C)
- T_{ci} = Suhu rata rata air masuk kedalam kondensor (36,5°C)

Dengan asumsi nilai kapasitas panas spesifik (C_{pc}) fluida dingin dan panas konstan, tidak ada kehilangan panas kelingkungan serta keadaan stedy state.

Koefesien perpindahan panas meyeluruh dapat dilihat pada rumus sebagai berikut :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{x}{K_1} + \frac{x}{K_2} + \frac{x}{K_n} + \frac{1}{f_0}}$$

Dimana :

U	=	Koefesien perpindahan panas (waat/m ² K)
K_1, K_2, K_n	=	Konduktifitas bahan tembaga (386 waat/m K)
$f1$	=	Koefesien lapisan udara dalam 1,65 BTU/h = (9,27 waat/m ² K)
$f0$	=	Koefesien lapisan udara bagian luar 4 BTU/h = (22,7 waat/m ² K)
X	=	Tebal pipa konsensor (0,001m)

Perhitungan laju aliran panas total dapat dilihat pada rumus berikut :

$$Q = U \times A \times \Delta T_{LMTD}$$

Dimana :

Q	=	Laju aliran panas total (J)
U	=	Koefesien perpindahan panas (W/m ² K)
A	=	Luas permukaan kondensor (m ²)
ΔT_{LMTD}	=	Temperatur rata rata (K)

Menghitung luas dinding pipa kondensor dapat dilihat pada rumus berikut

$$As = \pi \times D \times L$$

Dimana :

- π = 22/7 atau 3,14
- D = Diameter pipa spiral tembaga(m)
- L = Panjang pipa spiral tembaga (m)

Perpindahan panas secara konduksi

$$Q = U \times As \times (T_{sat} - T_s)$$

Dimana :

- U = Koefesien perpindahan panas (W/m²K)
- As = Luas dinding pipa kondensor (m²)
- T_{sat} = Suhu rata rata uap masuk (K)
- T_s = Suhu rata rata dingding kondensor (K)

Perhitungan perpindahan kalor

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_{hi} - T_{ho})$$

Dimana :

- U = Koefesien perpindahan panas (W/m²K)
- As = Luas dinding pipa kondensor (m²)
- T_{sat} = Suhu rata rata uap masuk (K)
- T_s = Suhu rata rata dingding kondensor (K)

Batasan masalah dalam desain kondensor melibatkan efisiensi pendinginan, dengan mempertimbangkan ruang fisik yang tersedia, sifat aliran fluida, dan persyaratan perpindahan panas. Penelitian ini akan menggunakan reaktor kapasitas 2 kg dan kondensor berbahan pipa kapiler tembaga. Penelitian akan dilakukan dengan variasi waktu 30, 60, 90, dan 120 menit untuk mengetahui jumlah produksi minyak pirolisis, tanpa menguji hasil minyak pirolisis plastik atau menghitung tekanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan jumlah minyak pirolisis plastik, memperbaiki efisiensi kondensasi hidrokarbon, serta menentukan diameter kondensor, diameter

pipa spiral, dan jarak antar lilitan pipa spiral. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa peningkatan efisiensi proses pirolisis, peningkatan jumlah produk akhir, mempercepat proses kondensasi, dan berkontribusi pada pengembangan teknologi pirolisis yang lebih efektif dan berkelanjutan. Cara kerja sistem kondensor melibatkan pembuangan kalor dari evaporator ke lingkungan melalui kondensor, yang biasanya diletakkan di luar ruangan. Cairan pendingin yang diberikan tekanan tinggi di evaporator akan menguap, kemudian uap tersebut didinginkan di kondensor menjadi fase cair. Kalor yang dihasilkan dari sistem pendinginan dibuang ke lingkungan oleh kondensor.

METODE

Penelitian ini dimulai dengan perancangan desain kondensor yang akan dianalisis untuk efisiensi kondensasi. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah plastik PETE (*Polyethylene Terephthalate*), yang umum ditemukan pada botol plastik transparan. Plastik ini, yang hanya dapat digunakan sekali pakai, dipilih karena risiko kesehatan terkait penggunaan berulang. Setelah desain kondensor dirancang, langkah berikutnya adalah mempersiapkan bahan. Ini melibatkan proses pembersihan, pengeringan, dan penimbangan plastik sebelum dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Reaktor tersebut kemudian dipanaskan menggunakan kompor burner untuk menghasilkan uap hidrokarbon dari plastik.

Selama proses pirolisis, suhu pada reaktor dan kondensor dicatat menggunakan alat pengukur suhu, dan waktu pengujian diatur dengan menggunakan stopwatch, dengan pengambilan data dilakukan setiap 30 menit. Selanjutnya, pompa diaktifkan untuk sirkulasi air pendingin di dalam kondensor. Minyak pirolisis yang terkumpul di gelas penampung diukur untuk menentukan jumlah hasil produksi. Setelah proses pirolisis selesai, bahan plastik yang telah diproses ditimbang untuk menganalisis hasil akhir.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan analisis deskriptif, yang meliputi pengamatan langsung terhadap hasil eksperimen untuk menyimpulkan hasil penelitian. Penelitian ini mencakup studi pustaka, pembuatan dan pengujian kondensor, serta analisis hasil eksperimen. Variabel yang dianalisis meliputi variasi waktu terhadap jumlah minyak plastik dan suhu pada proses destilasi. Penelitian dilakukan di sekitar Politeknik Negeri Bengkalis, Riau, dari bulan November hingga April 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain kondensor yang akan dirancang atau telah dirancang didasarkan pada data dari literatur. Spesifikasi rancangan kondensor meliputi:

- Jenis plat tabung: Besi plat
- Diameter tabung kondensor: 24 cm
- Tinggi tabung kondensor: 54 cm
- Jenis pipa tube: Pipa tembaga
- Diameter pipa spiral: 1,27 cm (1/2 inci)
- Tebal pipa spiral: 1 mm
- Tebal plat: 2 mm

Desain ini memberikan detail mengenai dimensi bahan dan tata letak komponen kondensor, sehingga data yang diperlukan untuk pengujian dapat diperoleh dengan baik dan kondensor dapat berfungsi secara efektif sesuai harapan.

Dalam pembuatan tabung kondensor dan pipa spiral, perhitungan awal diperlukan untuk menentukan ukuran dan spesifikasi yang tepat. Penentuan spesifikasi alat melibatkan asumsi untuk beberapa parameter yang akan diuji dan dianalisis, serta parameter yang diambil dari

rancangan kondensor yang telah ditentukan. Parameter-parameter yang akan dihitung mencakup:

- *Perhitungan luas permukaan tabung kondensor*

$$A = \pi r^2$$

Dimana :

A = Luas lingkaran
R = Jari jari lingkaran 12 cm

Luas permukaan tabung kondensor (A):

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ A &= 3,14 \cdot 12 \cdot 12 \\ A &= 3,14 \cdot 144 \\ A &= 452,16 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- *Perhitungan volume air dalam tabung*

$$V = A \times t$$

Dimana :

V = Volume tabung (liter)?
A = Luas permukaan tabung (452,16 cm²)
t = Tinggi tabung (54 cm)

Maka, volume air dalam tabung (V)

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ V &= 452,16 \times 54 \\ V &= 24.416,64 \text{ cm}^3 \\ V &= 24.416,64 : 1000 \text{ liter} \\ V &= 24,41664 \text{ liter} \end{aligned}$$

- *Menghitung panjang pipa spiral*

$$L = \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h1} D\right)^2 + h^2}$$

L : Panjang pipa spiral ? (m)
h : Tinggi / panjang kondensor (0,54m)
h1 : jarak antar pipa spiral (0,05m)
R : Jari jari (0,05m)
D : $2 \pi r = 2 \times 0,05 \times 3,14 = 0,31$
Pi : 3,14 atau 22/7

Maka, panjang pipa spiral

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h1} D\right)^2 + h^2} \\ L &= \sqrt{\left(3,14 \frac{0,54}{0,05} 0,31\right)^2 + 0,54^2} \\ L &= \sqrt{3,14 (10,8 \cdot 0,31)^2 + 0,54^2} \\ L &= \sqrt{3,14 (3,34)^2 + 0,29} \\ L &= \sqrt{3,14 \cdot 11,153 + 0,29} \\ L &= \sqrt{35,01 + 0,29} \\ L &= \sqrt{35,3} \\ L &= 5,91 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah pick

$$n = \frac{\text{Panjang pipa}}{\text{panjang 1 pitck (L)}}$$

P : Panjang pipa (5,91 m)

L : Panjang 1 spiral (0,62 m)

Maka jumlah lilitan (*pitck*)

$$n = \frac{\text{Panjang pipa}}{\text{jarak 1 pitck (L)}}$$

$$n = \frac{5,91}{0,62}$$

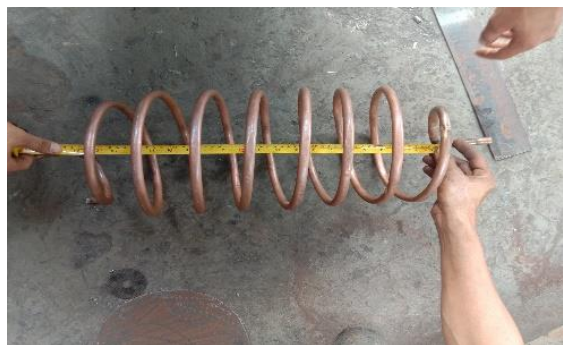
$$n = 9,4 = 9 \text{ pitch}$$

Dengan demikian, diperoleh beberapa hasil perhitungan untuk tabung kondensor yang akan dirancang.

Tinggi tabung kondensor	=	54 cm
Diameter tabung kondensor	=	24 cm
Panjang pipa spiral	=	5,91 m
Diameter lilitan spiral	=	20 cm
Tinggi lilitan pipa spiral	=	50 cm
Jarak antar pipa spiral	=	5 cm
Jumlah pitch	=	9 lilitan
Diameter pipa spiral	=	1,27 cm (½ inchi)
Luas permukaan tabung	=	452,16 cm ²
Volume air dalam tabung	=	24,41664 liter

Tahap Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut. Pertama, dilakukan persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Kemudian, proses pembuatan pipa spiral dengan diameter 20 cm dan tinggi 50 cm, yang memiliki 9 lilitan dengan jarak pitch 5 cm. Gambar 1 menunjukkan pembuatan pipa spiral.



Gambar 1. pembuatan pipa spiral

Selanjutnya, tabung kondensor dibuat dengan diameter 24 cm dan tinggi 54 cm, menggunakan plat dengan ketebalan 2 mm, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Tabung Kondensor

Setelah itu, dilakukan pembuatan tutup atas dan bawah tabung kondensor. Proses berikutnya adalah penyambungan atau pemasangan tabung kondensor dan tutupnya menggunakan tali, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembuatan Tabung Kondensor

Kemudian, dilakukan pengelasan pada tutup tabung kondensor, yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengelasan Tutup dan Tabung Kondensor

Pipa spiral yang telah dibuat sebelumnya dipasang pada tabung kondensor, dan selanjutnya dilakukan pengelasan pada tutup atas kondensor. Setelah itu, pipa air masuk dan

keluar dipasang pada kondensor. Langkah selanjutnya adalah penataan pipa minyak dan air pada sistem pirolisis, sebagaimana terlihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Penataan Pipa Kondensor

Akhirnya, hasil dari rakitan alat yang telah didesain ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Hasil Rakitan

Berikutnya tahap pengambilan data dimulai dengan menimbang plastik dan menyiapkan bahan bakar yang diperlukan. Plastik kemudian dimasukkan ke dalam reaktor. Selanjutnya, alat pengukur suhu dipersiapkan. Tungku dinyalakan dan dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan. Air dialirkan ke kondensor untuk mengondensasikan gas yang dihasilkan. Suhu dijaga agar tetap stabil dengan mengatur debit udara yang masuk ke ruang pembakaran dan jumlah bahan bakar yang tersedia. Minyak hasil proses dikumpulkan, dan suhu dicatat setiap 30 menit untuk memastikan akurasi pengukuran.

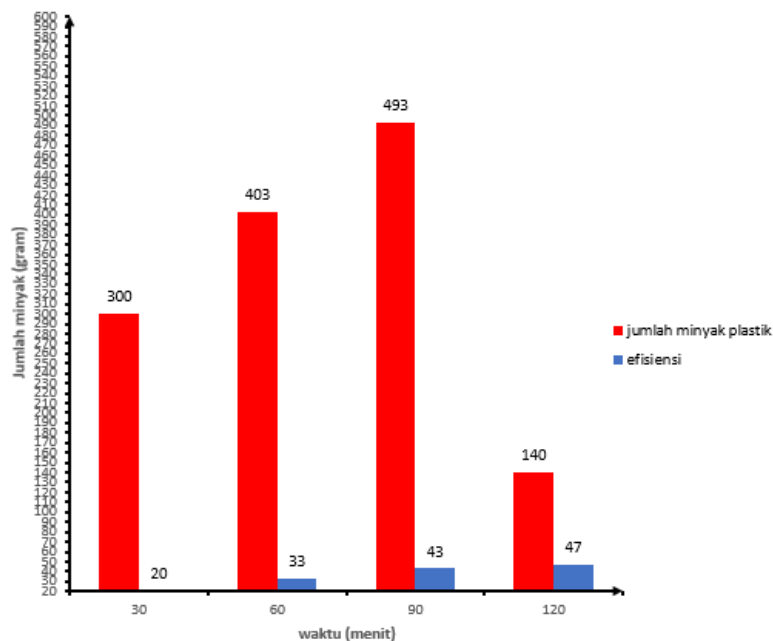
Data Hasil Pengujian

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Selama 2 Jam

No	Variasi waktu / 30 menit	Suhu uap masuk (°C)	Suhu minyak keluar (°C)	Suhu air masuk (°C)	Suhu air keluar (°C)	Efisiensi alat (%)	Jumlah minyak (gram)
1	30 menit	58°C	40°C	36°C	37°C	20%	300 gr
2	60 menit	65°C	43°C	37°C	40°C	33%	403 gr

No	Variasi waktu / 30 menit	Suhu uap masuk (°C)	Suhu minyak keluar (°C)	Suhu air masuk (°C)	Suhu air keluar (°C)	Efisiensi alat (%)	Jumlah minyak (gram)
3	90 menit	67°C	48°C	37°C	38°C	43%	493 gr
4	120 menit	125°C	66°C	36°C	39°C	47%	140 gr
Jumlah minyak							1336 gr

Mengacu pada tabel di atas terlihat bahwa efisiensi kondensor dalam alat pirolisis mencapai nilai tertinggi sebesar 47% pada suhu masuk 125°C dengan durasi 2 jam. Namun, jumlah minyak yang dihasilkan cenderung menurun, karena reaktor hanya memiliki kapasitas pembakaran sebesar 2 kg dengan menggunakan plastik PET. Efisiensi alat ini dapat terus meningkat jika kapasitas reaktor diperbesar, suhu pembakaran dijaga stabil, dan sirkulasi suhu air juga tetap konsisten.



Gambar 7. Histogram Hasil dari Perolehan Data Penelitian

Mengacu pada sajian histogram di atas, Jumlah minyak plastik yang dihasilkan mengalami peningkatan dari 30 menit hingga mencapai puncaknya pada 90 menit dengan total 493 gram. Namun, setelah 90 menit, produksi minyak plastik menurun tajam menjadi hanya 140 gram pada menit ke-120. Efisiensi alat juga menunjukkan peningkatan seiring berjalannya waktu, dengan nilai terendah sebesar 20% pada 30 menit dan mencapai puncaknya sebesar 47% pada 120 menit. Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa produksi minyak plastik cenderung meningkat hingga 90 menit, namun setelah itu terjadi penurunan signifikan. Penurunan jumlah minyak plastik yang dihasilkan setelah 90 menit dapat disebabkan oleh berkurangnya bahan baku yang tersisa di dalam reaktor atau perubahan kondisi pembakaran yang tidak optimal. Selain itu, efisiensi yang terus meningkat hingga 120 menit meskipun jumlah minyak yang dihasilkan menurun menunjukkan bahwa proses pirolisis menjadi lebih efisien dalam memanfaatkan bahan baku yang tersisa. Optimalisasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengatur ulang durasi

pirolisis atau meningkatkan kapasitas reaktor untuk memaksimalkan produksi minyak plastik dan efisiensi secara bersamaan.

Pembahasan Efisiensi

Pembahasan mengenai efisiensi dalam penelitian ini mencakup analisis efisiensi alat serta efisiensi massa dalam proses kondensasi pada alat pirolisis yang memiliki kapasitas 2 kg, menggunakan plastik PET sebagai bahan baku. Pada tahap ini, penting untuk mengevaluasi seberapa baik alat tersebut bekerja dalam mengubah plastik menjadi minyak, serta seberapa efisien massa plastik tersebut diubah menjadi produk akhir melalui proses pirolisis. Analisis ini bertujuan untuk memahami efektivitas kondensor dalam mendukung keseluruhan proses pirolisis, khususnya dalam memaksimalkan konversi massa plastik menjadi minyak dengan efisiensi optimal.

Data diambil dari suhu terakhir dari proses pembakaran plastic.

$$\begin{aligned} T_{hi} &= 125^{\circ}\text{C} \\ T_{ho} &= 66^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$\eta_{\text{alat}} = \frac{T_{hi} - T_{ho}}{T_{hi}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{alat}} = \frac{125 - 66}{125} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{alat}} = \frac{59}{125} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{alat}} = 0,47 \times 100\%$$

$$\eta_{\text{alat}} = 47\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kondensor memiliki efisiensi sebesar 47%. Nilai ini menggambarkan seberapa efektif kondensor dalam mentransfer panas dari uap plastik yang terbakar hingga menjadi cairan minyak. Efisiensi sebesar 47% dapat dianggap cukup baik, terutama mengingat bahwa alat ini dioperasikan dengan suhu masuk sebesar 125°C dan suhu keluar 66°C. Ini menunjukkan bahwa kondensor berhasil menghilangkan sekitar setengah dari panas yang ada, mengonversinya menjadi minyak.

Kemudian menghitung *Efisiensi Massa*. Tujuannya adalah untuk mengetahui jumlah hasil dari proses pembakaran plastic di dalam reaktor dengan kapasitas 2 kg dengan waktu 2 jam, adapun untuk menghitung potensi hasil dapat di cari berdasarkan data berikut:

$$\text{Bahan baku} = 2 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah minyak} = 1,336 \text{ kg}$$

Maka dapat dihitung:

$$\eta = \frac{\text{Jumlah minyak}}{\text{Bahan baku}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{1,336 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\eta = 0,66 \times 100\%$$

$$\eta = 66\%$$

Hasil menunjukkan bahwa dari 2 kg plastik PET yang diproses, sebanyak 1,336 kg minyak berhasil dihasilkan, yang memberikan efisiensi massa sebesar 66%. Angka ini menunjukkan

bahwa sebagian besar bahan baku plastik berhasil dikonversi menjadi minyak, sementara sekitar 34% dari bahan baku hilang selama proses pirolisis. Kehilangan ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pembakaran yang tidak sempurna, penguapan bahan yang tidak terkondensasi dengan baik, atau kerugian lain yang tidak terhindarkan dalam proses tersebut.

Untuk menghitung komponen yang hilang dari pembakaran plastik dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{Komponen yang hilang} = 100\% - 66\%$$

$$\text{Komponen yang hilang} = 34\%$$

Jadi komponen yang hilang dari proses pengujian alat pirolisis adalah 34%

Data Hasil Jumlah Minyak Selama Proses Analisis Kondensor

Mengacu pada pengujian yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa alat yang telah dimodifikasi dengan menggunakan satu kondensor berukuran diameter 24 cm dan tinggi 54 cm, serta dilengkapi dengan pipa kapiler berukuran ½ inci dengan jarak lilitan 5 cm, berhasil mencapai efisiensi sebesar 66% dalam proses produksi minyak. Hasil ini mencerminkan peningkatan signifikan dalam kinerja alat, menunjukkan bahwa modifikasi pada kondensor dan penggunaan pipa kapiler dengan spesifikasi tersebut berkontribusi secara positif terhadap peningkatan efisiensi alat dalam menghasilkan minyak selama proses pirolisis.

Tabel 2. Tabel Hasil Nilai Alat Sekarang

No	Berat bahan (kg)	Waktu (jam)	Hasil kondensor (kg)	Efisiensi hasil
1	2 kg	2 jam	1,336 kg	66%

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian data yang telah dilakukan, penelitian dengan judul “Analisis Kondensor pada Alat Pirolisis Minyak Plastik Kapasitas 2 kg” menghasilkan beberapa kesimpulan. Pertama, kondensor yang dirancang mampu berfungsi dengan baik, sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan sebelumnya. Kedua, kondensor tersebut berhasil mengkonsentrasikan hidrokarbon yang terbentuk selama proses pembakaran plastik dengan lebih efisien dibandingkan dengan alat sebelumnya. Terakhir, efisiensi alat sangat dipengaruhi oleh suhu dan durasi operasi; semakin lama waktu operasi, semakin tinggi efisiensi yang dicapai dan semakin besar pula kuantitas minyak yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Z., & Susanto, H. (2019). Desain dan analisis kinerja kondensor pada sistem pendingin. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(2), 45-52.

Fatimura, M., Masriatini, R., Sepriyanti, R., & Yunita, R. (2019). Pengolahan limbah plastik jenis kantong kresek dan gelas minuman menggunakan proses pirolisis menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Redoks*, 4(2), 41-48.

Fitriani, N., & Wicaksono, H. (2021). Efisiensi proses pirolisis plastik menggunakan kondensor berpendingin air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 14(4), 95-102.

Gabe, F. A. P. A. (2015). Analisa termal pada rancang bangun reaktor pirolisis untuk memproduksi bahan bakar minyak dari limbah plastik. Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.

Nurfadilla, I. R. (2018). Pembuatan dan pengujian reaktor pirolisis untuk menghasilkan asap cair dengan bahan baku tempurung kelapa dan tongkol jagung. *Politeknik Negeri Bandung*.

Putra, D. P., & Nugroho, D. (2022). Pengembangan alat pirolisis skala kecil untuk produksi minyak plastik. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 87-93.

Purwaningrum, P. (2016). Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141-147.

Rahman, A., & Kurniawan, R. (2020). Studi eksperimental pirolisis limbah plastik menggunakan reaktor kapasitas 2 kg. *Jurnal Energi Terbarukan*, 8(1), 33-40.

Setiawan, A., Arifin, J., Irawan, H., & Herlina, F. (2022). Redesain kondensor alat sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan metode pirolisis. *AL JAZARI: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2).

Siregar, S., & Utama, W. (2018). Pengaruh variasi suhu dan kondensor terhadap hasil pirolisis plastik. *Jurnal Ilmu Material*, 12(3), 123-131.

Putri, H. Y., Hidayanti, P. A., & Pasaribu, V. M. M. (2017). Evaluasi kinerja turbine condenser E-2302 sebelum dan sesudah dilaksanakan turn around 2016. *Konversi*, 6(1), 17-26.

Țurcanu, F. (2002). Occident, Orient și fascinația originilor la Vasile Pârvan și Mircea Eliade. *Studia Politica. Romanian Political Science Review*, 2(3), 761-767.