

PENGARUH JUMLAH LILITAN PIPA KONDENSOR TERHADAP KUANTITAS MINYAK PIROLISIS SAMPAH PLASTIK

I Made Yudana Yasa

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: imade.18008@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: indrasiregar@unesa.ac.id

Abstrak

Banyaknya penggunaan plastik dalam kehidupan sehari – hari tentu saja akan berdampak terhadap lingkungan. Salah satu metode pengolahan sampah plastik ini adalah dengan metode pirolisis. dalam proses pirolisis terdapat proses kondensasi. Proses kondensasi merupakan suatu proses yang dimana ketika uap jenuh bersentuhan dengan suatu permukaan yang suhunya rendah, maka akan terjadi suatu proses pelepasan kalor dari suatu sistem yang menyebabkan uap (*vapor*) berubah menjadi cair (*liquid*). Komponen yang bertugas untuk proses kondensasi ini disebut sebagai kondensor. Bentuk geometri dari kondensor akan berpengaruh terhadap proses perpindahan panas yang terjadi dalam kondensor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah lilitan pada pipa kondensor terhadap efektivitas kondensor, efisiensi destilasi, efisiensi teknis serta kuantitas minyak yang dihasilkan selama proses pirolisis berlangsung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dimana penelitian ini nantinya akan memvariasikan jumlah lilitan pipa kondensor dengan jumlah lilitan 5, jumlah lilitan 7 dan jumlah lilitan 10 untuk mengetahui nilai efektivitas kondensor, efisiensi destilasi, efisiensi teknis dan kuantitas minyak yang dihasilkan dari setiap variasi dan variasi mana yang lebih optimal. Hasil minyak terbanyak terdapat pada variasi 3 dengan jumlah lilitan 10 yaitu sebanyak 148 gram sedangkan pada variasi 1 dan 2 masing masing hanya mendapatkan minyak sebanyak 75 gram dan 110 gram. Efektivitas dari kondensor juga meningkat seiring dengan pertambahan jumlah lilitan pada pipa kondensor yaitu untuk variasi 1 sebesar 16 %, variasi 2 sebesar 62 % dan variasi 3 sebesar 76 %. selain itu, Efisiensi destilasi dan efisiensi teknis juga meningkat seiring bertambahnya jumlah lilitan pada pipa kondensor. Hasil terbanyak didapatkan pada variasi 3 dengan jumlah lilitan 10 dengan efisiensi destilasi sebesar 90 % dan efisiensi teknis sebesar 12 %.

Kata kunci : Plastik, Kondensor, jumlah lilitan pipa, minyak pirolisis

Abstract

The large use of plastic in everyday life will certainly have an impact on the environment. One of the methods of processing this plastic waste is by pyrolysis method. In the pyrolysis process there is a condensation process. The condensation process is a process where when saturated steam comes into contact with a surface with a low temperature, there will be a process of heat release from a system that causes the vapor to turn into liquid. The component in charge of this condensation process is referred to as a condenser. The geometric shape of the condenser will affect the heat transfer process that occurs in the condenser. The purpose of this study is to determine the effect of the number of windings in the condenser pipe on the effectiveness of the condenser, distillation efficiency, technical efficiency as well as the quantity of oil produced during the pyrolysis process. This study uses an experimental method where this research will later vary the number of windings of condenser pipes with the number of windings of 5, the number of windings of 7 and the number of windings of 10 to determine the value of condenser effectiveness, distillation efficiency, technical efficiency and quantity of oil produced from each variation and which variation is more optimal. The highest oil yield is found in variation 3 with a total of 10 windings, which is 148 grams, while in variations 1 and 2, each of them only gets 75 grams and 110 grams of oil. The effectiveness of the condenser also increases along with the increase in the number of windings in the condenser pipe, namely for variation 1 by 16%, variation 2 by 62% and variation 3 by 76%. In addition, Distillation efficiency and technical efficiency also increase as the number of windings in the condenser pipe increases. The most results were obtained in variation 3 with the number of windings of 10 with a distillation efficiency of 90% and a technical efficiency of 12%.

Keywords : Plastic, Condenser, number of pipe windings, pyrolysis oil

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan yang umum digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari. Plastik memiliki kelebihan yaitu tahan lama, ringan, transparan, tahan air dan harga terjangkau, itulah sebabnya banyak orang yang menggunakan plastik sebagai bahan pengemas makanan atau untuk keperluan lainnya. Masifnya penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari tentunya akan berdampak pada lingkungan. Sampah plastik jika tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Pembuangan sampah plastik juga umum terjadi di Indonesia. Jika sampah plastik dibuang ke air, maka akan menyebabkan pencemaran air dan banjir. Jika sampah plastik dibuang di bawah tanah, butuh jutaan tahun untuk terurai. Hingga saat ini, pengolahan sampah plastik dilakukan melalui *open dumping landfill* atau sistem pengolahan sampah terbuka. Pembuangan sampah plastik oleh TPA terbuka akan menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama pencemaran tanah dan air. Sistem ini akan berbahaya jika dilakukan terus menerus.

Salah satu metode pengolahan dengan metode *feedstock recycling* adalah pirolisis. Pirolisis merupakan proses dekomposisi termal bahan polimer seperti plastik dan bahan organik seperti biomassa tanpa oksigen. Dekomposisi termal ini biasanya beroperasi pada suhu antara 500 dan 8000°C (Aguado et al. 2007) Sampah plastik meleleh pada suhu ini dan kemudian berubah menjadi gas. Proses ini menyebabkan rantai panjang Hidrokarbon akan dipotong menjadi rantai pendek. Setelah itu akan dilakukan pendinginan pada gas sehingga gas mengembun dan membentuk cairan. Cairan yang terkondensasi ini akan menjadi bahan bakar berupa bensin atau solar.

Proses pirolisis terdiri dari dua komponen utama yaitu *reactor* sebagai tempat terjadinya pemanasan sampah plastik menjadi uap, kemudian komponen yang kedua yaitu kondensator sebagai tempat terjadinya kondensasi gas uap yang dihasilkan oleh *reactor* yang dimana fluida gas panas hasil dari *reactor* panasnya akan berpindah ke suhu fluida yang lebih rendah yaitu air yang ada didalam kondensator yang membantu proses terjadinya kondensasi. Proses pemanasan dan pendinginan ini sangat penting untuk menghasilkan kualitas bahan bakar yang baik.

Proses pendinginan merupakan salah satu proses yang paling penting untuk mendukung proses dari kondensasi. Menurut (Kreith, 1991: 524) menyatakan kondensasi merupakan suatu proses yang dimana ketika uap jenuh bersentuhan dengan suatu permukaan yang suhunya rendah, maka akan terjadi suatu proses pelepasan kalor dari suatu sistem yang menyebabkan uap (*vapor*) berubah menjadi cair (*liquid*). Salah satu alat yang mendukung adanya proses kondensasi disebut kondensator. Kondensator merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai media terjadinya kondensasi. Proses kondensasi di dalam kondensator terjadi dengan cara penurunan temperature dari salah satu fluida kerjanya. Di dalam kondensator terjadi proses perpindahan panas dari uap yang berperan sebagai fluida panas dan air yang berperan sebagai fluida dingin.

Kinerja kondensator dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: desain kondensator, nilai konduktivitas bahan,

kerapatan lapisan isolasi pada kondensator, suhu lingkungan pengoprasian, jenis fluida pendingin, dan arah aliran fluida. Pemilihlah suatu desain yang baik akan banyak memberikan pengaruh terhadap hasil kondensasi gas. Bentuk geometri dari kondensator akan berpengaruh terhadap proses perpindahan panas yang terjadi dalam kondensator. Sedangkan nilai konduktivitas suatu bahan dari kondensator akan berpengaruh terhadap efektivitas proses transfer panas yang terjadi didalam kondensator. Jika nilai konduktivitas suatu bahan semakin tinggi maka proses perpindahan panasnya akan semakin baik dan efisiensi dari kondensator akan meningkat. (Mokhtar, Jufri, dan Supriyanto 2018)

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan suatu metode yang berfungsi untuk mencari adanya suatu hubungan sebab akibat dari beberapa faktor yang saling berkaitan. Pada ekseprime ini, peneliti mengambil suatu judul “ Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Kondensator Terhadap Kuantitas Pirolisis Sampah Plastik “. Penelitian ini dilaksanakan dalam kondisi dan peralatan yang telah disesuaikan.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fenomena Dasar Mesin .Gedung A8, Lantai 4, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

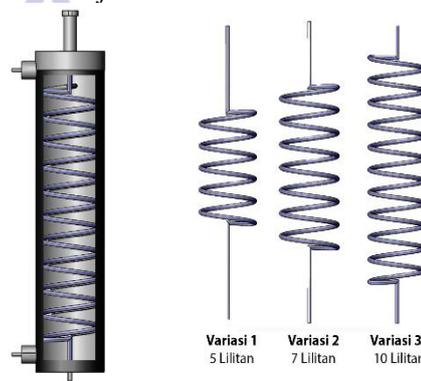
Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah Proposal skripsi disidangkan dan disetujui sampai semua data yang diperlukan dan analisis telah terpenuhi.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan untuk penelitian ini yaitu : pengembangan kondensator dengan variasi lilitan pada pipa yaitu : variasi 1 : jumlah 5 lilitan , variasi 2 : jumlah 7 lilitan, variasi 3 : jumlah 10 lilitan.



Gambar 2. Variasi Jumlah Lilitan

Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah : efektifitas kondensator, hasil minyak pada proses pirolisis sampah plastik, efisiensi destilasi, dan efisiensi teknis.

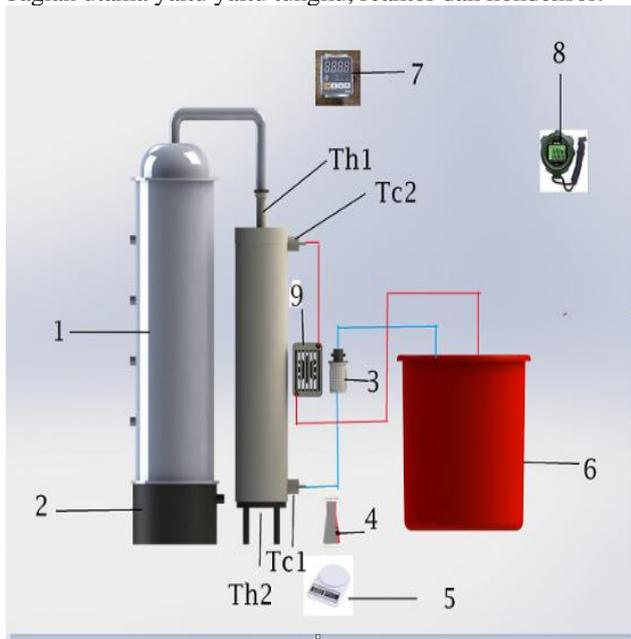
Variabel Kontrol

Variabel kontrol dari penelitian ini yaitu :

- Bahan bakar yang digunakan adalah LPG
- Plastik yang digunakan pengujian adalah plastik jenis PET
- Set temperatur pada suhu 3500C
- Proses pendinginan menggunakan kondensor jenis spiral dengan kapasitas 31 liter dan dilengkapi radiator dengan arah aliran counter flow
- Debit pompa 4 liter permenit
- Pengujian dilakukan selama 200 menit

Peralatan dan Instrumen Penelitian

Rancangan alat pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu yaitu tungku, reaktor dan kondensor.



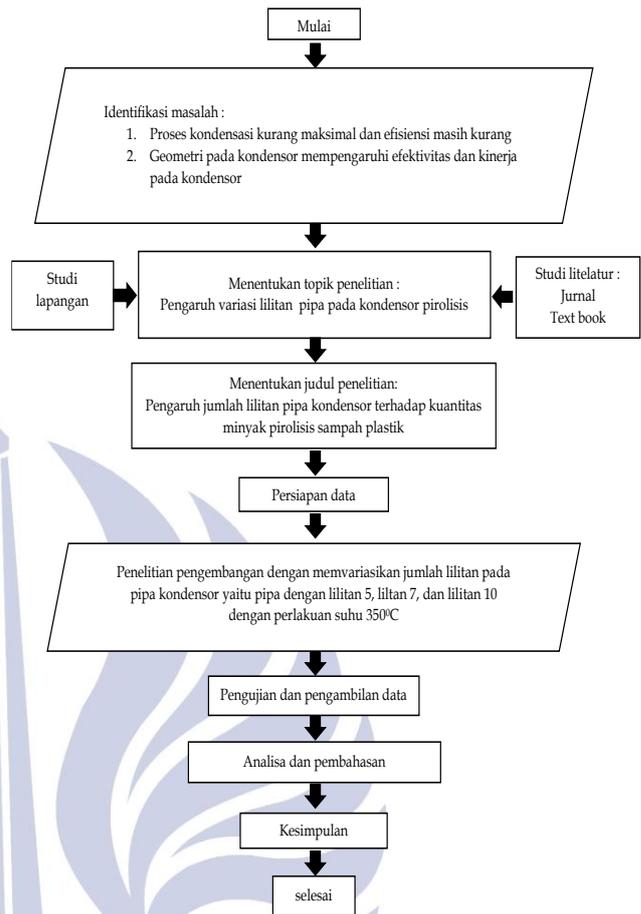
Gambar 2. Skema Proses Pirolisis

Keterangan gambar :

1. Reaktor
2. Tungku pemanas
3. Pompa
4. Gelas ukur
5. Timbangan digital
6. Bak penampung air
7. Thermocontrol
8. Stopwatch
9. Radiator dan kipas

Th1 = titik pengukuran suhu gas masuk ke kondensor
 Th2 = titik pengukuran suhu gas keluar dari kondensor
 Tc1 = titik pengukuran suhu air masuk ke kondensor
 Tc2 = titik pengukuran suhu air keluar dari kondensor

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan tujuan memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan ditentukan oleh variabel – variabel yang telah dijelaskan sebelumnya. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur atau menguji obyek yang diteliti dan mencatat hasil tersebut.

Teknik Analisa Data

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan menggunakan alat ukur yang kemudian dimasukkan ke dalam tabel dan dihitung secara teoritis lalu disajikan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dipahami. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai kinerja alat yang paling optimal, hubungan antara variabel – variabel dan fenomena – fenomena yang terjadi dalam penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, suhu reaktor dipertahankan pada suhu 350°C. pengukuran suhu kondensor dilakukan dengan mengukur keempat titik suhu yang ada pada kondensor. Pengukuran suhu bertujuan untuk mengetahui efektivitas masing masing dari variasi yang dilakukan dalam penelitian ini

• **Persebaran Suhu Kondensor**

Pengukuran suhu bertujuan untuk mengetahui efektivitas masing masing dari variasi yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat pada tabel 1- tabel 3

Tabel 1. Data Pengukuran Suhu Variasi 1 Jumlah Lilitan 5

MENIT	TH1	TH2	TC1	TC2
10	33.0	33.6	30.0	30.4
20	33.0	34.2	30.0	30.6
30	33.0	34.3	30.0	31.0
40	34.0	33.5	30.0	31.7
50	35.0	33.1	30.0	31.4
60	35.0	33.2	31.0	31.9
70	35.0	33.1	31.0	32.0
80	35.0	33.1	31.0	32.2
90	35.0	33.1	31.0	32.4
100	36.0	34.6	31.0	33.5
110	36.0	34.4	32.0	33.0
120	37.0	34.4	33.0	33.9
130	36.0	34.0	32.0	34.0
140	36.0	34.0	33.0	33.9
150	36.0	35.3	33.0	33.5
160	37.0	35.5	34.0	34.9
170	39.0	35.2	35.0	35.4
180	38.0	35.7	35.0	35.6
190	38.0	35.2	35.0	35.3
200	38.0	35.5	36.0	36.2
RATA	35.8	34.3	32.2	33.1

Tabel 2. Data Pengukuran Suhu Variasi 2 Jumlah Lilitan 7

MENIT	TH1	TH2	TC1	TC2
10	31.0	33.5	27.0	30.7
20	32.0	33.7	27.0	31.6
30	34.0	32.6	32.0	34.7
40	33.0	32.3	32.0	34.9
50	33.0	32.8	32.0	34.8
60	32.0	32.0	32.0	34.9
70	33.0	31.7	32.0	35.0
80	33.0	31.5	32.0	34.9
90	32.0	31.0	33.0	34.6
100	34.0	31.7	33.0	35.1

110	34.0	31.6	33.0	35.5
120	33.0	32.1	33.0	35.3
130	35.0	32.3	33.0	36.1
140	34.0	31.7	33.0	35.9
150	32.0	32.8	32.0	34.9
160	33.0	33.2	33.0	34.9
170	32.0	33.4	34.0	34.9
180	32.0	33.1	34.0	34.7
190	32.0	33.1	34.0	34.4
200	32.0	33.0	34.0	34.3
RATA	32.8	32.5	32.3	34.6

Tabel 3. Data Pengukuran Suhu Variasi 3 Jumlah Lilitan 10

MENIT	TH1	TH2	TC1	TC2
10	33.3	31.0	30.0	31.2
20	33.7	30.4	30.7	31.6
30	33.0	28.8	31.0	32.1
40	32.3	30.7	31.0	32.0
50	32.7	32.2	31.3	32.5
60	32.3	33.4	31.3	32.2
70	33.0	33.3	31.3	32.1
80	32.3	31.5	27.3	30.9
90	32.0	30.4	27.7	31.3
100	31.7	29.9	29.3	30.8
110	31.7	30.4	29.3	30.8
120	31.7	29.7	30.0	30.8
130	33.0	30.3	30.3	31.1
140	33.7	30.6	30.7	31.6
150	34.0	30.9	30.7	31.7
160	34.0	31.3	31.3	32.0
170	33.7	30.9	31.3	32.2
180	35.0	32.1	30.0	32.2
190	35.0	28.9	31.0	32.8
200	35.3	33.3	31.3	33.1
RATA	33.2	31.0	30.4	31.7

• **Efektivitas Kondensor**

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui fluida minimum yang nantinya akan digunakan untuk menghitung efektivitas dari masing – masing variasi, dengan rumus:

$$C_c < C_h: \quad q_{\max} = C_c(T_{h,i} - T_{c,i})$$

$$C_h < C_c: \quad q_{\max} = C_h(T_{h,i} - T_{c,i})$$

Perhitungan untuk menentukan fluida minimum

Fluida gas :

Diket : $m_h = 4,5 \times 10^{-6}$ kg/s

$C_{ph} = 1007,2$ J/kg K

$$= 4,5 \times 10^{-6} \text{ kg/s} \times 1007,2 \text{ J/kg K}$$

$$= 0,004$$

Fluida air :

Diket : $m_c = 4 \times 10^{-2}$ kg/s

$C_{pc} = 4178,2$ J/kg K

$$= 4 \times 10^{-2} \text{ kg/s} \times 4178,2 \text{ J/kg K}$$

$$= 167,12$$

Dikarenakan nilai $C_h < C_c$ maka fluida minimumnya adalah fluida panas atau fluida gas

Rumus untuk menghitung efektivitas kondensor adalah sebagai berikut :

Berikut perhitungan efektivitas kondensor pada variasi 3 dengan jumlah lilitan 10

$$= \frac{4,5 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 1007,2 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} (33,2 - 31,0)}{4,5 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 1007,2 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} (33,2 - 30,4)} = 0,76$$

$$= 76 \%$$

Berikut adalah hasil perhitungan efektivitas kondensor dari masing masing variasi :

Tabel 4. Efektivitas Kondensor

No	Variasi	Th1	Th2	Tc1	Tc2	Efektivitas Kondensor
1	Variasi 1 jumlah lilitan 5	35.8	34.3	32.2	33.1	41 %
2	Variasi 2 jumlah lilitan 7	32.8	32.5	32.3	34.6	62 %
3	Variasi 3 jumlah lilitan 10	33.2	31.0	30.4	31.7	76 %

• **Produk Hasil Pirolisis**

No	Variasi	Massa Plastik (G)	Char Padat (G)	Uncondensable Gas (G)	Kondensat (g)
1	Variasi 1 jumlah lilitan 5	1500	377	1048	75
2	Variasi 2 jumlah lilitan 7	1500	367	1023	110
3	Variasi 3 jumlah lilitan 10	1500	340	1012	148

Tabel 5. Produk Hasil Pirolisis

• **Efisiensi Teknis**

Perhitungan efisiensi teknis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi teknis (\%)} = \frac{\text{massa destilat.NK desti}}{\text{masa gas .NK gas + Daya pompa + Daya kipas radiator}}$$

Nilai kalor pada minyak hasil pirolisis plastik PET yang telah diujikan di lab kimia Universitas Negeri Malang, hasil yang didapatkan pada suhu reaksi 350°C adalah 11965 kal/gr atau 50061 J/gr.

Pompa yang digunakan pada penelitian memiliki tegangan 12 volt dan kuat arus 3,5 A maka daya pompa adalah :

$$P = V \times I$$

$$= 12 \text{ V} \times 3,5$$

$$= 42 \text{ watt atau } 42 \text{ J/s}$$

Maka daya pompa yang digunakan selama proses pirolisis adalah

$$P = 42 \text{ watt} \times 12000 \text{ s}$$

$$= 504000 \text{ J}$$

Kipas yang digunakan memiliki daya 15 watt, maka daya kipas yang digunakan selama proses pirolisis adalah :

$$P = 15 \text{ watt} \times 12000 \text{ s}$$

$$= 180000 \text{ J}$$

Diketahui LHV lpg sebesar 46380000 J/kg atau 46380 J/g, maka perhitungan efisiensi teknis pada variasi 3 dengan jumlah lilitan pipa kondensor 10 adalah sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi teknis} = \frac{148 \text{ g} \times 50061 \frac{\text{J}}{\text{g}}}{1264 \text{ g} \times 46380 \frac{\text{J}}{\text{g}} + 504000 \text{ J} + 180000 \text{ J}} = 0,12$$

$$= 12 \%$$

Berikut merupakan hasil perhitungan efisiensi teknis dari masing masing variasi :

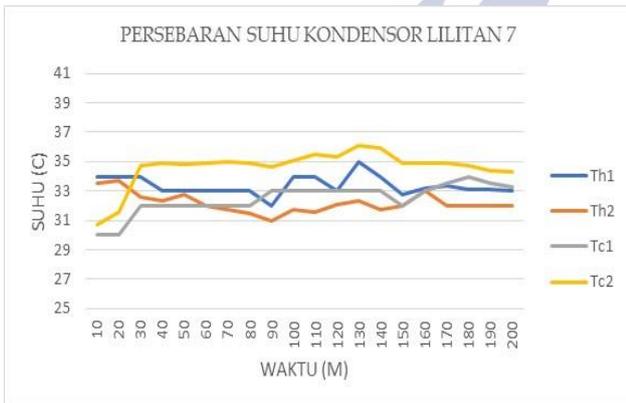
No	Variasi	Efisiensi Teknis
1	Variasi 1 jumlah lilitan 5	6%
2	Variasi 2 jumlah lilitan 7	9 %
3	Variasi 3 jumlah lilitan 10	12 %

Pembahasan

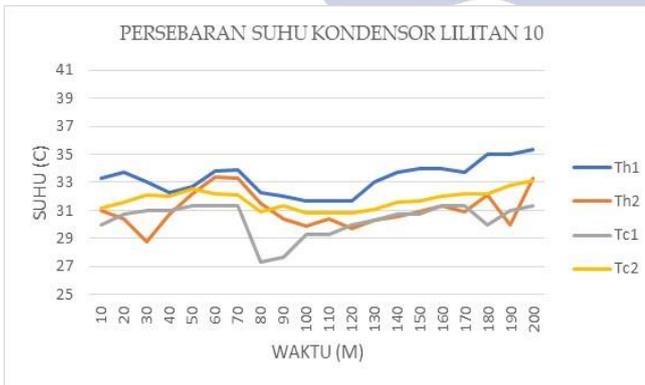
• **Persebaran Suhu Kondensor**



Gambar 4. Rata-rata Persebaran Suhu Kondensor Variasi 1

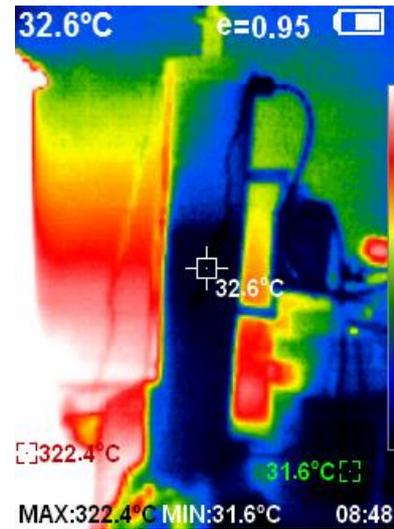


Gambar 5. Rata-rata Persebaran Suhu Kondensor Variasi 2

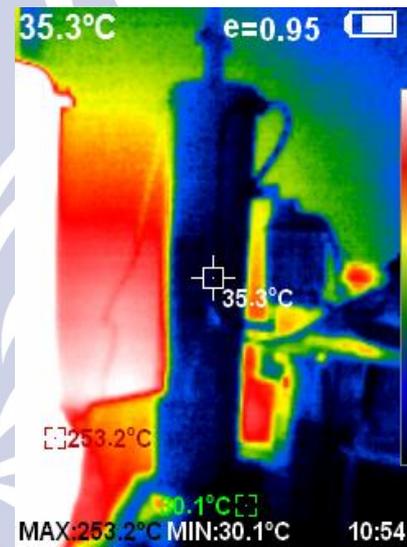


Gambar 6. Rata-rata Persebaran Suhu Kondensor Variasi 3

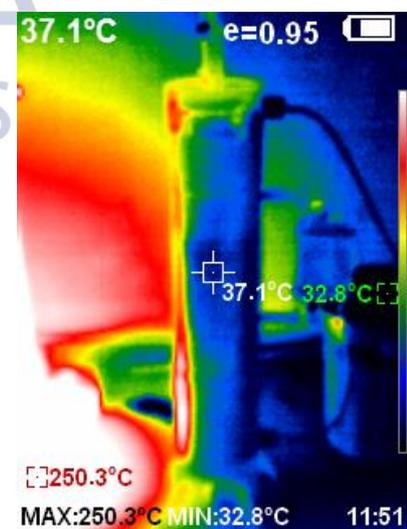
Berdasarkan gambar 4-6 diatas menjelaskan bahwa suhu kondensor yang didapatkan dari ke empat titik pengukuran. Perpindahan panas terbaik terjadi pada variasi 3 yang dimana memiliki perbedaan suhu yang cukup signifikan. Perpindahan panas yang terjadi pada variasi 3 mampu mencapai suhu gas keluar sebesar 28,9°C. Hal ini disebabkan karena fluida panas memiliki cukup waktu untuk memindahkan panas dikarenakan jalur yang lebih panjang sehingga perpindahan panas yang terjadi menjadi lebih efektif.



Gambar 7. Thermal Imager Kondensor Variasi 1



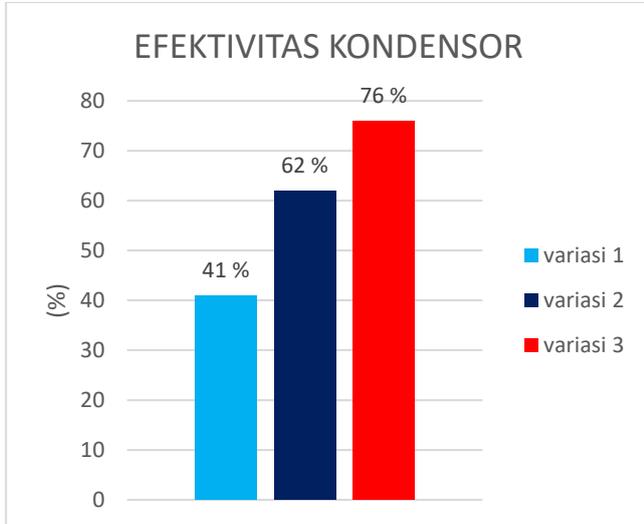
Gambar 8. Thermal Imager Kondensor Variasi 2



Gambar 9. Thermal Imager Kondensor Variasi 3

Berdasarkan gambar 7-9 diatas dijelaskan bahwa thermal suhu dari kondensor. Dari gambar tersebut dapat dilihat suhu permukaan dari masing masing variasi. Suhu tertinggi terdapat pada variasi 3 yaitu 37,1^oC. Hal ini dikarenakan perpindahan panas yang ada pada variasi 3 lebih baik sehingga suhu air akan lebih hangat dari variasi 1 dan 2 sehingga berpengaruh terhadap suhu pada kondensor.

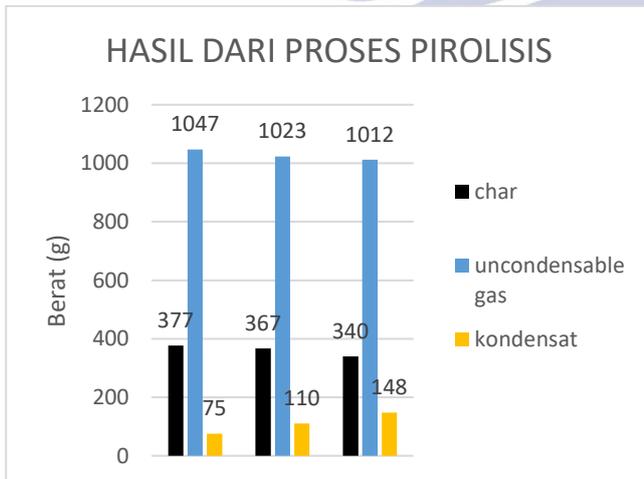
• Efektivitas Kondensor



Gambar 10. Diagram Nilai Efektifitas

Dari gambar grafik dapat dijelaskan yang mana nilai efektivitas dari masing – masing variasi kondensor. Efektivitas terbaik terdapat pada variasi 3 dengan nilai 76 %. Variasi 1 dan 2 memiliki nilai masing – masing yaitu 41 % dan 62 %.

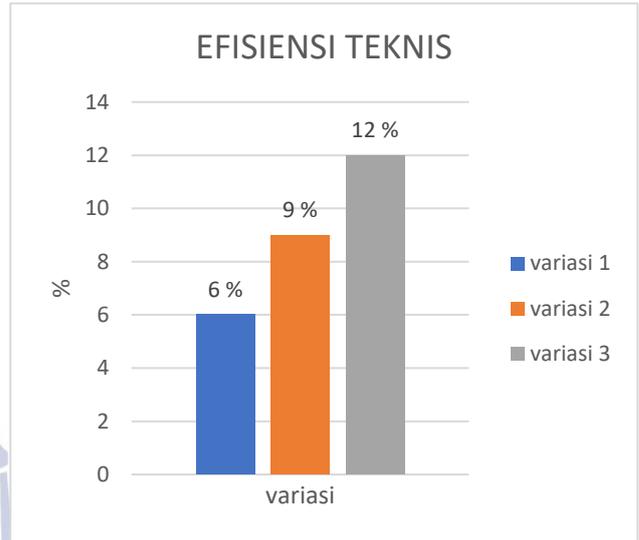
• Hasil Proses Pirolisis



Gambar 11. Diagram Hasil Dari Proses Pirolisis

Dari gambar grafik dapat dijelaskan yang mana semakin banyak lilitan yang digunakan maka semakin banyak gas dan minyak yang dihasilkan. Penggunaan variasi lilitan pada pipa kondensor ini berpengaruh terhadap jumlah kondensat yang dihasilkan. Hasil minyak terbanyak didapatkan pada jumlah lilitan 10 dengan nilai 148 gram.

• Efisiensi Teknis



Gambar 12. Diagram Efisiensi Teknis

Dari gambar grafik dapat dijelaskan yang mana efisiensi teknis meningkat seiring dengan variasi jumlah lilitan pipa kondensor yang digunakan. Nilai tertinggi terdapat pada variasi 3 dengan jumlah lilitan 10 dengan nilai 12 %. Persentase nilai efisiensi teknis tergolong rendah yaitu paling besar hanya 12 %. Persentase energi yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan energi yang dihasilkan selama proses pirolisis. Hal ini diakibatkan energi yang dibutuhkan untuk proses kondensasi tinggi. Untuk mengetahui apakah ada parameter lain yang mempengaruhi hasil dari penelitian maka diperlukan adanya faktor optimasi. Pada penelitian ini, peneliti akan mencari apakah massa pada pipa kondensor berpengaruh terhadap nilai efektivitas pada kondensor. Faktor optimasi ini dapat di hitung dengan cara sebagai berikut.

$$faktor\ optimasi = \frac{efektivitas\ kondensor}{massa\ dari\ pipa\ kondensor}$$

Diketahui berat dari masing-masing variasi adalah sebagai berikut :

Massa variasi 1 = 1.140 g

Massa variasi 2 = 1.596 g

Massa variasi 3 = 1.900 g

Maka faktor optimasi dari masing masing variasi adalah :

$$Variasi\ 1 = \frac{41}{1140} = 0,035$$

$$Variasi\ 2 = \frac{62}{1596} = 0,038$$

$$Variasi\ 3 = \frac{76}{1900} = 0,040$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka semakin banyak massa yang digunakan pada pipa kondensor, maka hasilnya akan lebih baik.

PENUTUP**Simpulan**

- Pengujian pengaruh jumlah lilitan pipa kondensor terhadap kuantitas minyak pirolisis sampah plastik mempengaruhi efektivitas dari kondensor dengan nilai terbaik pada lilitan 10 yaitu sebesar 76 %, sedangkan pada lilitan 5 dan lilitan 7 masing masing memiliki nilai 41 % dan 62 %. Jumlah lilitan juga berpengaruh terhadap efisiensi teknis yang dihasilkan dengan hasil terbaik terdapat pada jumlah lilitan 10 yaitu sebesar 12 %, sedangkan pada lilitan 5 dan lilitan 7 masing – masing memiliki nilai 6 % dan 9 %.
- Pengujian pengaruh jumlah lilitan pipa kondensor juga berpengaruh terhadap minyak yang dihasilkan yaitu dengan variasi 1 jumlah lilitan 5 sebesar 75 gram, variasi 2 dengan jumlah lilitan 7 sebesar 110 gram, dan variasi 3 dengan jumlah lilitan 10 sebesar 148 gram.

Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pada kondensor .
- Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang berbeda pipa kondensor untuk mengetahui perbedaan hasil yang dihasilkan.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai karakteristik kondensat dari hasil proses pirolisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguado, J., Serrano, D. P., San Miguel, G., Castro, M. C., & Madrid, S. (2007). Feedstock recycling of polyethylene in a two-step thermo-catalytic reaction system. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 79(1-2 SPEC. ISS.), 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2006.11.008>
- Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 29(10), 2625–2643. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
- Bahng, M. K., Mukarakate, C., Robichaud, D. J., & Nimlos, M. R. (2009). Current technologies for analysis of biomass thermochemical processing: A review. *Analytica Chimica Acta*, 651(2), 117–138. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.08.016>
- Chandran, M., Tamilkolundu, S., & Murugesan, C. (2020). Conversion of plastic waste to fuel. *Plastic Waste and Recycling*, 2(3), 385–399. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817880-5.00014-1>
- Endang, K., Mukhtar, G., Abed Nego, & Sugiyana, F. X. A. (2016). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, ISSN 1693-, 1–7.
- Harini. (2017). Alat Penukhar Kalor tipe pipa ganda di Jakarta. *jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 2(8368), 51–61.
- Kaviany, M., & Kanury, A. (2002). Principles of Heat Transfer. In *Applied Mechanics Reviews* (Vol. 55, Nomor 5). <https://doi.org/10.1115/1.1497490>
- Khot, M. B., & Basavarajappa, S. (2017). Plastic Waste Into Fuel Using Pyrolysis Process. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2395–56.
- Mafruddin, Dharna, U. S., & Nuryanto, A. (2017). *Pengaruh Geometri Pipa Kondensor Terhadap*. 6(2), 193–197.
- Mokhtar, A., Jufri, M., & Supriyanto, H. (2018). Perancangan Pirolisis Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Kapasitas 10 KG. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa 2018*, 126–133.
- Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(01), 33–41. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v4i01.3481>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Purwanto, A., & Siregar, I. H. (2021). Pengaruh Variasi Coolant Radiator Pada Kondensor Reaktor Pirolisis Terhadap Proses Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(03), 7–16.
- Sandi, Y. A., Irfa'i, M. A., & Basuki, B. (2020). Analisis pengaruh panjang pipa tembaga kondensor terhadap volume hasil minyak pada alat pirolisis. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 1(2), 68–74. <https://doi.org/10.24127/armatur.v1i2.336>
- Sharobem, T. T. (2010). *Tertiary Recycling of Waste Plastics: An Assessment of Pyrolysis by Microwave Radiation*. May, 51. http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Sharobem_thesis.pdf
- Suminto, S. (2017). Ecobrick: solusi cerdas dan kreatif untuk mengatasi sampah plastik. *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.24821/productum.v3i1.1735>
- Wang, S., Wen, J., & Li, Y. (2009). An experimental investigation of heat transfer enhancement for a shell-and-tube heat exchanger. *Applied Thermal Engineering*, 29(11–12), 2433–2438. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.12.008>