

PENGARUH PENGGUNAAN GLASSWOOL HEAT INSULATOR PADA REAKTOR PIROLISIS TERHADAP PROSES PIROLISIS SAMPAH PLASTIK

Mochamad Ainul Yaqin

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: mochamad.18023@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

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

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *glasswool heat insulator* terhadap proses pirolisis sampah plastik. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian uji eksperimen dengan mencari hubungan sebab akibat pengaruh penggunaan *glasswool heat insulator* terhadap persebaran panas reaktor pirolisis, kuantitas produk hasil pirolisis, dan kinerja reaktor pirolisis. Penelitian ini dilakukan pada kondisi dan peralatan yang telah disesuaikan. Penggunaan *glasswool heat insulator* berpengaruh terhadap distribusi panas pada reaktor pirolisis dimana pada reaktor tanpa *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1 dan T2 masing masing pada menit 15 dan 80. Reaktor dengan 5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1, T2, serta T3 masing masing di menit ke 10, 80, serta 140. Pada reaktor dengan 7,5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1, T2, T3, serta T4 masing-masing pada menit ke 5, 60, 110, serta 160. Reaktor dengan 10 cm *insulator* mencapai suhu *melting point* di titik T1, T2, T3, serta T4 masing-masing pada menit ke 5, 70, 105, serta 140. Penggunaan *glasswool heat insulator* pada reaktor pirolisis berpengaruh pada kondensat cair atau minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis. Dimana reaktor tanpa dilengkapi *glasswool heat insulator* menghasilkan kondensat sebesar 97 g, sementara reaktor yang dilengkapi *glasswool heat insulator* dengan ketebalan 5 cm, 7,5 cm, serta 10 cm secara berurutan menghasilkan kondensat sebesar 113 g, 121 g, 130 g. Penggunaan *glasswool heat insulator* pada reaktor pirolisis berpengaruh terhadap kinerja reaktor pirolisis seiring bertambah tebalnya *insulator* meningkatkan efisiensi destilasi, serta meningkatkan efisiensi teknis.

Kata Kunci: Sampah Plastik, Pirolisis, Reaktor, *Insulator*, *Glasswool*.

Abstract

A The accumulation of plastic waste is a big problem because the nature of the plastic itself is difficult to decompose. Pyrolysis is a plastic waste processing method that convert plastic waste to become fuel oil. A common problem of the widespread pyrolysis method is the loss of heat in the reactor. The purpose of this study was to determine the effect of using *glasswool heat insulators* on the pyrolysis process of plastic waste. This research uses experimental research method by looking for causal between the effects of using *glasswool heat insulators* on the heat distribution of the pyrolysis reactor, the quantity of pyrolysis products, and the performance of the pyrolysis reactor. This research was conducted on conditions and equipment that has been adjusted. The use of *glasswool heat insulators* affects the heat distribution in the pyrolysis reactor where in the reactor without *insulators* the reactor reaches *melting point* temperatures at T1 and T2 respectively at 15 and 80 minutes. Reactor with 5 cm *insulators* reaches *melting point* temperatures at T1, T2, and T3 at 10, 80 and 140 minutes, respectively. In the reactor with 7.5 cm *insulator* the reactor reached the *melting point* temperature at points T1, T2, T3 and T4 at 5, 60, 110 and 160 minutes respectively. The reactor with 10 cm *insulator* reached *melting point* temperatures at points T1, T2, T3, and T4 at 5, 70, 105, and 140 minutes respectively. The use of *glasswool heat insulator* in the pyrolysis reactor affects the liquid condensate or oil produced in the pyrolysis process. Where the reactor without *glasswool heat insulator* produced condensate of 97 g, while the reactor equipped with *glasswool heat insulator* with a thickness of 5 cm, 7.5 cm, and 10 cm respectively produced 113 g, 121 g, and 130 g condensate. The use of *glasswool heat insulators* affects the performance of reactor the more thick use of *glasswool heat insulator* increase distillation efficiency and also technical efficiency..

Keywords: Plastic Waste, Pyrolysis, Reactor, *Insulator*, *Glasswool*.

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan populer yang digunakan dalam berbagai jenis barang yang digunakan oleh rumah tangga pada umumnya. Namun selain banyak digunakan oleh masyarakat, di sisi lain plastik merupakan bahan yang berbahaya baik bagi Kesehatan maupun bagi lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai oleh alam. (Gunadi et al., 2020)

Plastik memiliki beragam jenis atau tipe. Jenis sampah plastik yang mengalami penumpukan terbanyak adalah jenis *polyethylene terephthalate* (PET). PET secara fisik menyerupai film yang lunak, transparan, dan fleksibel. Sampah plastik PET sebaiknya diuraikan menjadi bahan bakar jenis solar atau bensin melalui proses pemutusan rantai karbon dengan metode pembakaran suhu tinggi atau marak disebut dengan pirolisis (Salamah & Maryudi, 2019).

Penumpukan sampah plastik merupakan salah satu masalah penting yang terjadi di Indonesia. Dari sebuah riset didapatkan bahwa Indonesia merupakan negara dengan penyumbang sampah plastik di lautan terbanyak kedua dari total 192 negara (Jambeck et al., 2015).

Fenomena penumpukan sampah plastik perlu perhatian serta penanganan secara serius. Metode penanganan sampah plastik yang sering digunakan adalah dengan metode 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) (Nofendri & Haryanto, 2021).

Pirolisis merupakan proses degradasi atau pemutusan ikatan rantai karbon suatu bahan dengan secara thermal atau menggunakan suhu tinggi tanpa disertai atau minim oksigen. Proses pirolisis menghasilkan tiga jenis produk diantaranya minyak, arang, serta gas dengan berbagai macam kegunaan masing-masing. Arang hasil dari proses pirolisis dalam jumlah yang banyak dapat digunakan untuk pembakaran, sedangkan minyak hasil pirolisis digunakan untuk bahan bakar. (Nugroho, 2020).

Penelitian tentang pirolisis sampah plastik dengan jenis *polyethylene terephthalate* (PET) sebelumnya sudah dilakukan oleh Iswadi et al., (2017). Dimana Minyak hasil proses pirolisis sampah plastik dengan jenis PET memiliki karakteristik diantaranya densitas senilai 0.7976 kg/L, Viskositas sebesar 1.2217cP, serta nilai kalor sebesar 42.6224 kJ/kg.

Menurut Sirait et al., (2020) Reaktor merupakan faktor penting dalam proses pirolisis dan keseimbangan energi diperlukan pada sebuah reaktor pirolisis, sehingga proses pirolisis dapat bekerja dengan maksimal. Menurut Penelitian Ridhuan et al., (2020) kinerja reaktor dalam pirolisis dipengaruhi oleh faktor suhu dimana jika suhu didalam reaktor tinggi maka proses pirolisis juga akan semakin efektif.

Selain itu terdapat masalah lain yang perlu diperhatikan dalam proses pirolisis yaitu terdapatnya kehilangan panas yang cukup besar dari tungku ke reaktor. Naufan (2016) sebelumnya telah melakukan penelitian tentang desain reaktor pirolisis menunjukkan suhu rata – rata pada tungku sebesar 665,61°C dan suhu rata – rata pada reaktor sebesar 443,07°C. Terdapat kehilangan panas yang cukup besar yaitu 222,54°C dari tungku ke reaktor.

Untuk Meredam Kerugian panas yang terjadi diperlukan penambahan *Heat Insulator* pada dinding reaktor. Menurut Yanjun, (2015) Penambahan Komposit Material dengan jenis yang berbeda akan membuat Konduktivitas thermal campuran material turun sehingga akan memperlambat distribusi panas sehingga akan mengurangi kerugian panas. Menurut holman Konduktivitas thermal dari bahan *mineral fiber* dengan bentuk *blankets* memiliki nilai berkisar antara 0,037 W/m°C -0,081 mW/m°C serta memiliki ketahanan *thermal* sampai dengan suhu 750°C

Menurut (Kreith et al., 1986). Jenis Bahan Heat Insulator terbaik adalah *Heat insulator* dengan tipe *fibrous*. Pemilihan bahan *Heat Insulator* dilihat dari konduktivitas thermal efektif & suhu peredaman maksimum. Dari bahan *Heat Insulator* pada tipe *fibrous* terdapat 3 jenis bahan diantaranya *Mineral wool*, *cellulose*, dan *fiberglass*. Dari ketiga jenis bahan yang memiliki suhu peredaman maksimum adalah *mineral wool* dengan suhu peredaman

mencapai 230°C dibandingkan dengan *fiberglass* serta *cellulose* dimana keduanya memiliki suhu peredaman maksimum 200°C. salah satu jenis *Mineral wool* yang umum digunakan yakni *glasswool* yang memiliki keunggulan mudah dibentuk sesuai permukaan serta memiliki berat yang cukup ringan.

Efek Penggunaan *Glasswool Heat Insulator* pada reaktor pirolisis terhadap kuantitas minyak hasil pirolisis sebelumnya telah dilakukan oleh (Santhiarsa, 2021). Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa reaktor dengan menggunakan *glasswool* mampu menghasilkan minyak sebanyak 175 grf. Sementara untuk reaktor tanpa *glasswool* hanya mampu menghasilkan minyak sebanyak 17 grf.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis memilih untuk mengangkat judul “Pengaruh Penggunaan *Glasswool Heat Insulator* pada Reaktor Pirolisis terhadap Proses Pirolisis Sampah Plastik”..

METODE

Jenis Penelitian

Menggunakan jenis penelitian uji eksperimen (*experimental research*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *insulator* panas berbahan *glasswool* terhadap persebaran panas reaktor pirolisis, kuantitas produk hasil pirolisis, dan kinerja reaktor pirolisis. Penelitian ini dilakukan pada kondisi dan peralatan yang telah disesuaikan.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di teras Laboratorium Fenomena Dasar Mesin. Gedung A8, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

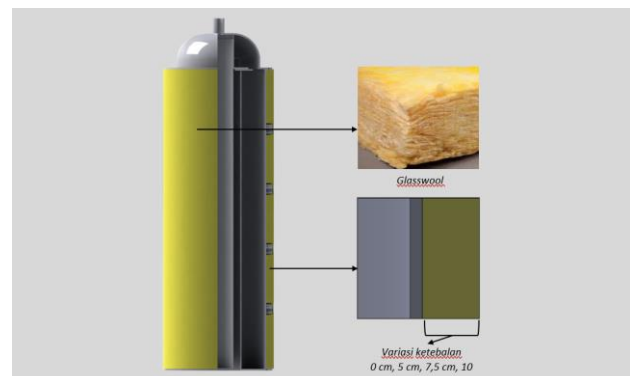
Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan setelah proposal skripsi disidangkan dan disetujui dimulai dari 22 April 2022.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah pengembangan reaktor pirolisis dengan penambahan *insulator* panas berbahan *glasswool* pada reaktor pirolisis dengan variasi ketebalan *insulator* 0 cm, 5cm, 7,5 cm, dan 10 cm.



Gambar 1 *Glasswool Heat Insulator*

Spesifikasi *Glasswool* yang digunakan sebagai *heat insulator* adalah:

- Merek : KIMMCO
- Tipe : 1625
- Density : 16 kg/m³

Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- Persebaran panas reaktor pirolisis.
- Kuantitas produk hasil pirolisis (*char*, minyak, dan *uncondensable gas*).
- Kinerja reaktor pirolisis (efisiensi destilasi, dan efisiensi teknis proses pirolisis).

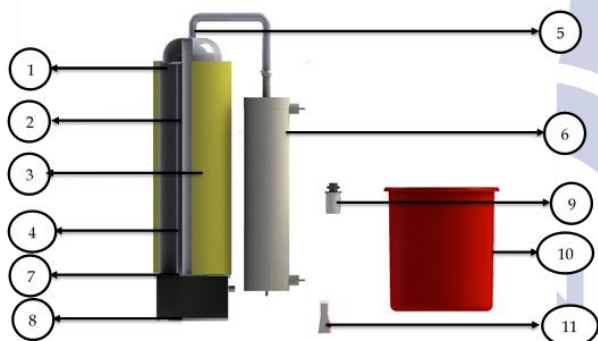
Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Bahan bakar yang digunakan untuk burner merupakan *Liquid Petroleum Gas* (LPG).
- Plastik yang digunakan dalam pengujian merupakan jenis PET (*Polyethylene therephthalate*) dengan massa 1,5 kg.
- Proses kondensasi menggunakan kondensor kapasitas 38 liter air dengan arah aliran *counter flow*.
- Pompa dengan spesifikasi *volumetric flow rate* 4 LPM.
- Perlakuan panas reaktor pada suhu 350°C.

Peralatan dan Instrumen Penelitian

Reaktor dirancang dengan tebal plat yang digunakan 5 mm, dengan diameter 32 cm dan tinggi 100 cm.



Gambar 2 Konfigurasi Alat Pirolisis

Keterangan:

1. Reaktor
2. Wadah plastik
3. *Glasswool Heat Insulator*
4. *Flame Passage Cover*
5. Lubang outlet reaktor
6. Kondensor
7. Dudukan reaktor
8. *Burner LPG (liquid petroleum gas)*
9. Pompa DC
10. Bak Air
11. Gelas Ukur

Prosedur Penelitian

- Menyiapkan sampah plastik PET. Sampah plastic dibersihkan lalu dicacah dan dipotong menjadi berukuran kecil sebanyak 1,5 kg.
- Menyiapkan tabung LPG 3kg dengan kapasitas yang masih penuh serta mengukur massanya sebagai massa awal LPG.
- Memeriksa kelayakan instrument penelitian serta mengkalibrasinya jika diperlukan.
- Memasukkan cacahan plastik yang telah disiapkan ke dalam wadah plastik.
- Menginstalasi alat pirolisis diantaranya *burner*, reaktor, serta kondensor.
- Meletakkan gelas ukur pada *outlet* kondensor.
- Memasangkan instrument penelitian seperti *thermocouple* maupun *thermal imaging camera* pada tempat yang telah ditentukan.
- Alat telah terinstalasi sudah siap untuk dilakukan pengujian.
- Menyalakan *burner* bersamaan dengan itu menyalakan *stopwatch* atau *timer* sebagai penunjuk waktu.
- Setiap 5 menit mencatat data suhu reaktor & jumlah kondensat yang tertampung pada gelas ukur.
- Setiap 10 menit sekali mencitrakan persebaran suhu reaktor menggunakan *thermal imaging camera*.
- Setelah 200 menit berlalu mematikan burner.
- Mengukur massa akhir LPG setelah pengujian
- Mengukur massa minyak yang tertampung.
- Mengukur massa *char* yang tersisa pada reaktor.
- Mengulangi pengujian untuk variasi lain dan tiga kali setiap variasi.

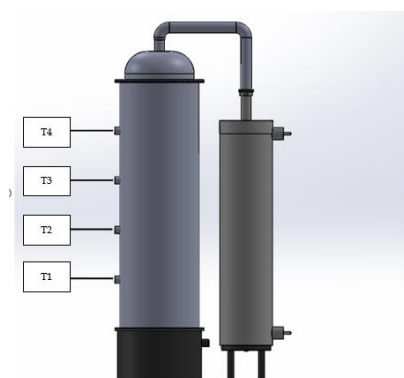
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data hasil penelitian didapatkan dari tiga kali proses pengambilan data yang kemudian diambil nilai rata-rata dari data yang telah diperoleh dengan tujuan agar data yang didapatkan valid dan menghindari kesalahan pembacaan nilai serta kesalahan instrumen pengujian. Data diperoleh dari pengujian dengan variasi ketebalan *glasswool heat insulator* yang digunakan pada reaktor.

Keseimbangan Panas pada Reaktor Pirolisis

Analisis keseimbangan panas pada reaktor pirolisis dilakukan dengan mengamati sebaran suhu reaktor di empat titik pengukuran suhu dengan menggunakan *temperature controller* yang dipasangkan dengan *thermocouple type k* batang setiap lima menit sekali selama proses pirolisis berlangsung seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Titik pengukuran suhu reaktor

Keterangan :

T1 = titik pengukuran suhu reaktor 20 cm

T2 = titik pengukuran suhu reaktor 40 cm

T3 = titik pengukuran suhu reaktor 60 cm

T4 = titik pengukuran suhu reaktor 80 cm

Produk Hasil Pirolisis

Data produk yang dihasilkan dari proses pirolisis dilakukan dengan mengukur massa produk hasil pirolisis. Terdapat tiga jenis produk dari proses pirolisis diantaranya minyak, *char* (arang), serta *uncondensable gas*. Minyak hasil pirolisis memiliki warna kekuningan seperti bensin, bersifat mudah terbakar dan memiliki aroma yang kuat. *Char* atau arang terbentuk dari penguraian sampah plastik didalam reaktor pirolisis dan merupakan sisa hasil proses pirolisis yang masih tersisa di dalam wadah plastic setelah proses berakhir. Sementara *uncondensable gas* merupakan produk hasil pirolisis yang tidak berhasil dikondensasikan.

Kinerja Reaktor Pirolisis

• Efisiensi Destilasi

Efisiensi destilasi merupakan perbandingan jumlah destilat dengan massa plastik awal proses pirolisis. Untuk mengetahui efisiensi destilasi maka digunakan rumus berikut:

$$\text{efisiensi destilat\%} = \frac{\text{berat basah (kg)} - \text{berat kering (kg)}}{\text{berat awal plastik (kg)}} \times 100\%$$

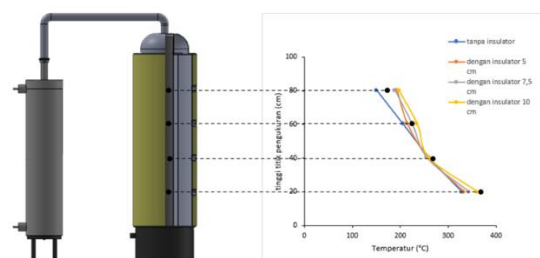
• Efisiensi Teknis

Efisiensi Teknis merupakan perbandingan antara potensi energi yang dihasilkan oleh produk hasil pirolisis terhadap energi yang dikonsumsi selama proses pirolisis.

$$\text{efisiensi teknis (\%)} = \frac{\text{massa destilat} \cdot \text{NK destilat}}{\text{masa gas} \cdot \text{NK gas} + \text{Daya pompa} + \text{Daya radiator}}$$

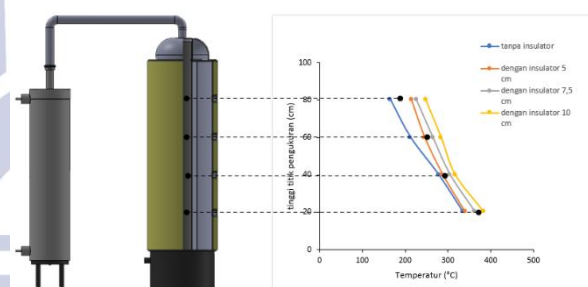
Pembahasan

Pengaruh Penggunaan *Glasswool Heat Insulator* pada Reaktor Pirolisis terhadap Keseimbangan Panas pada Reaktor Pirolisis



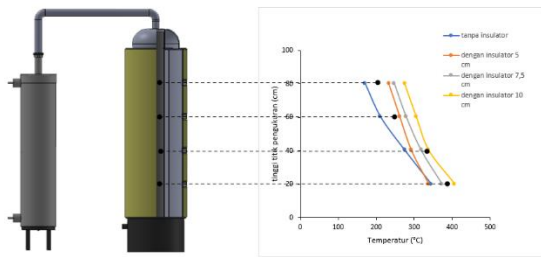
Gambar 4. Sebaran Suhu Setelah 100 Menit

Gambar 4 merupakan grafik suhu reaktor setelah 100 menit. pada reaktor tanpa penggunaan *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, serta T4 adalah 328°C, 261°C, 206°C, serta 151°C. Untuk reaktor dengan 5 cm *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 adalah 334°C, 258°C, 215°C, serta 190°C. Untuk reaktor dengan 7,5 cm *Glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, T4 adalah 343°C, 256°C, 225°C, serta 191°C. Untuk reaktor dengan 10 cm *Glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 sebesar 353°C, 252°C, 229°C, serta 199°C.



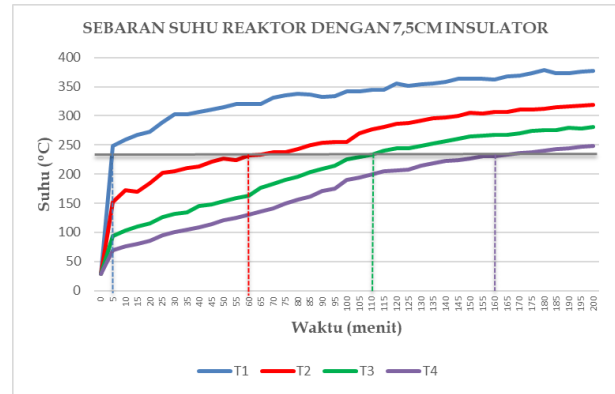
Gambar 5. Sebaran Suhu Setelah 150 Menit

Gambar 5 merupakan grafik suhu reaktor setelah 150 menit. pada reaktor tanpa penggunaan *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, serta T4 adalah 336°C, 268°C, 213°C, serta 166°C. Untuk reaktor dengan 5 cm *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 adalah 340°C, 288°C, 246°C, serta 216°C. untuk reaktor dengan 7,5 cm *Glasswool heat insulator* didaoatkan nilai T1, T2, T3, T4 adalah 363°C, 305°C, 265°C, serta 227°C. Untuk reaktor dengan 10 cm *Glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 sebesar 385°C, 317°C, 285°C, serta 249°C.

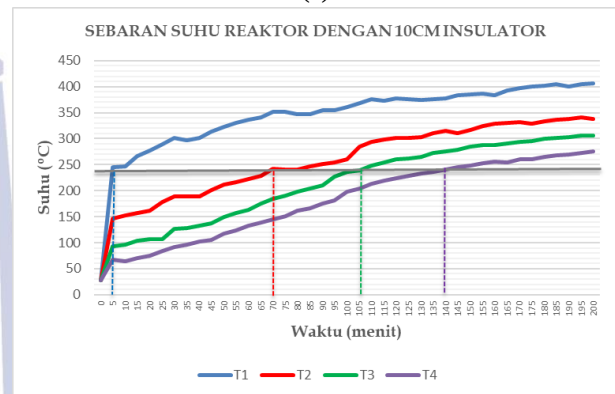


Gambar 6. Sebaran Suhu Setelah 200 Menit

Gambar 6 merupakan grafik suhu reaktor setelah 200 menit. pada reaktor tanpa penggunaan *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, serta T4 adalah 345°C, 267°C, 212°C, serta 171°C. Untuk reaktor dengan 5 cm *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 adalah 338°C, 293°C, 263°C, serta 234°C. Untuk reaktor dengan 7,5 cm *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, T4 adalah 377°C, 319°C, 280°C, serta 249°C. Untuk reaktor dengan 10 cm *glasswool heat insulator* didapatkan nilai T1, T2, T3, dan T4 sebesar 407°C, 339°C, 306°C, serta 275°C.

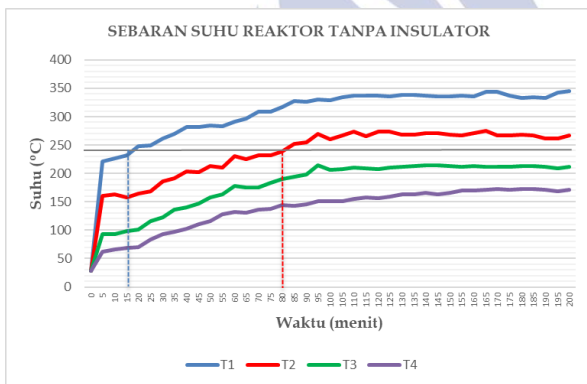


(c)

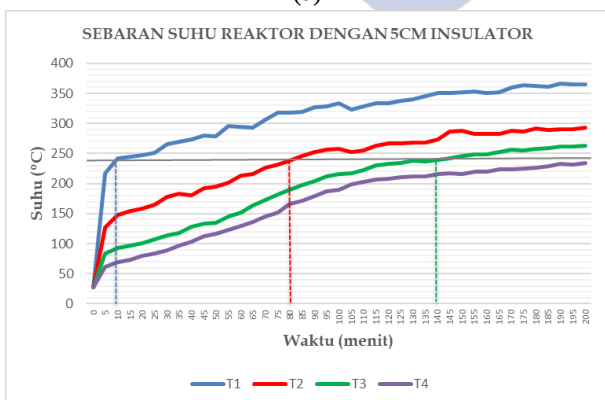


(d)

Gambar 7 Grafik Sebaran Suhu (a) reaktor tanpa *insulator*, (b) reaktor dengan 5 cm *insulator*, (c) reaktor dengan 7,5 cm *insulator*, (d) reaktor dengan 10 cm *insulator*



(a)

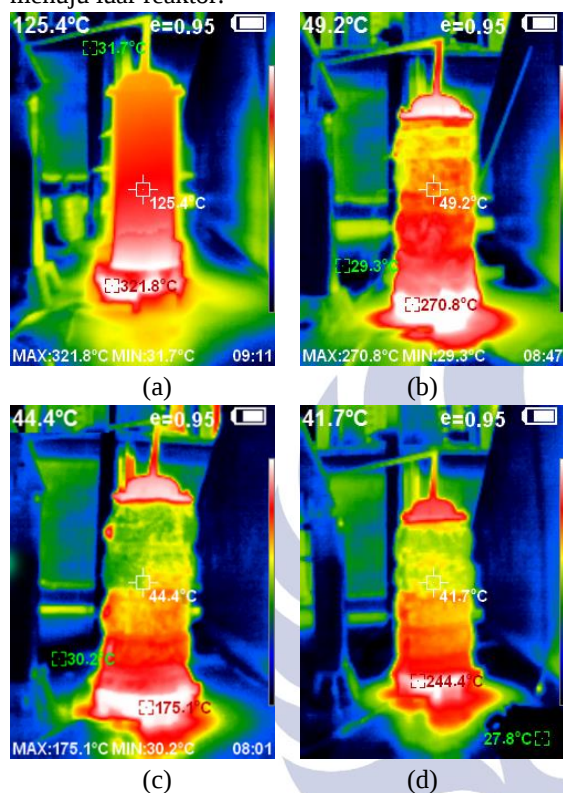


(b)

Gambar 7 merupakan grafik persebaran suhu pada reaktor di empat titik pengukuran yang terdapat pada reaktor. garis abu-abu merupakan *melting point* dari plastik *polyethylene terephthalate*. Pada reaktor tanpa *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1 pada menit 15, dan T2 pada menit 80. Reaktor dengan 5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1 pada menit ke 10, T2 pada menit 80, serta T3 pada menit ke 140. Pada reaktor dengan 7,5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1 pada 5 menit, T2 pada 60 menit, T3 pada 110 menit, serta T4 pada 160 menit. Reaktor dengan 10 cm *insulator* mencapai suhu *melting point* di titik T1 pada 5 menit, T2 pada 70 menit, T3 pada 105 menit, serta T4 pada 140 menit.

Dari data diatas menunjukkan semakin tebal *glasswool heat insulator* yang digunakan maka semakin cepat reaktor mencapai suhu *melting point*. Hal ini dipengaruhi karena *glasswool heat insulator* ini mampu menahan panas didalam reaktor untuk tetap didalam sehingga panas tidak bisa menyebar secara horizontal kearah lingkungan melainkan menuju ke bagian atas reaktor. hal tersebut menyebabkan persebaran suhu reaktor menjadi

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan *glasswool heat insulator* mampu menaikkan suhu *overall* reaktor juga semakin tebal lapisan *insulator* maka akan semakin besar suhu rata-rata maksimum yang dapat dicapai reaktor dimana hal ini dipengaruhi oleh kemampuan *glasswool heat insulator* untuk memperlambat perpindahan panas dari dalam reaktor menuju luar reaktor.



Gambar 8 Distribusi Panas Reaktor
(a) Tanpa *Insulator* , (b) dengan Tebal *Insulator* 5 cm,
(c) dengan Tebal *Insulator* 7,5 cm,
(d) dengan Tebal *Insulator* 10 cm

Gambar 8 menunjukkan hasil pencitraan persebaran panas reaktor menggunakan thermal imaging camera dimana titik pengukuran kamera dipusatkan pada tengah reaktor tepatnya pada jarak 50 cm dari *burner* . Didapatkan data bahwa penggunaan *glasswool heat insulator* memberikan pengaruh terhadap suhu reaktor dimana semakin tebal *insulator* maka akan semakin kecil suhu permukaan luar. Pada gambar menunjukkan bahwa reaktor tanpa lapisan *insulator* memiliki suhu 125°C, untuk penggunaan *glasswool heat insulator* memberikan pengaruh insulasi panas untuk setiap variasi ketebalan *insulator* 5 cm memiliki suhu permukaan luar 49,2°C, lalu variasi 7,5 cm sebesar 44,4°C, serta 10 cm memiliki suhu permukaan luar sebesar 41,7°C.

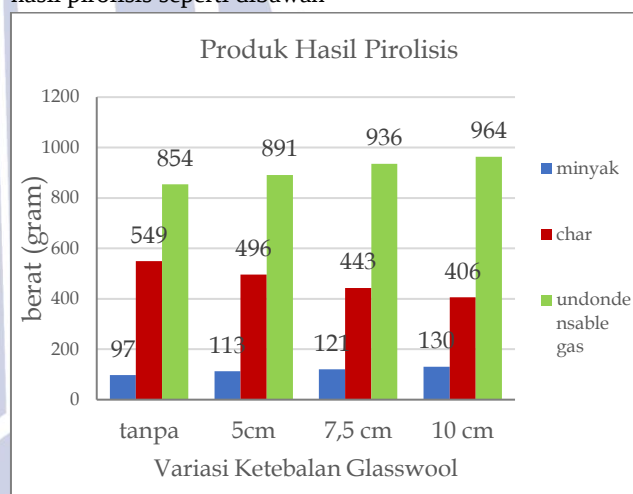
Pada gambar terlihat pengaruh penggunaan *glasswool heat insulator* berpengaruh terhadap menurunnya suhu permukaan luar reaktor atau memperlambat laju perpindahan panas dari dalam reaktor menuju luar reaktor.

Pengaruh Penggunaan *Glasswool heat insulator* pada Reaktor Pirolisis terhadap Produk hasil pirolisis

Tabel 1. Produk Hasil Pirolisis

No	Reaktor	Massa Plastik (g)	char (g)	uncondensable gas (g)	minyak (g)
1	Tanpa <i>Glasswool heat insulator</i>	1500	549	854	97
2	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 5 cm	1500	496	891	113
3	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 7,5 cm	1500	443	936	121
4	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 10 cm	1500	406	964	130

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik bagan produk hasil pirolisis seperti dibawah



Gambar 9. Bagan Produk Pirolisis

Gambar 9 menunjukkan bahwa jumlah produk pirolisis diantaranya berupa minyak, *char* dan *undondensable gas* cenderung mengalami perubahan kuantitas seiring penggunaan dan semakin tebalnya *glasswool heat insulator*.

Penggunaan *glasswool heat insulator* berpengaruh terhadap jumlah kondensat yang dihasilkan pada proses pirolisis. dimana pada reaktor tanpa *insulator* kondensat cair yang dihasilkan sebanyak 97 gr. Sedangkan pada reaktor dengan penggunaan *glasswool heat insulator* dengan ketebalan 5 cm, 7,5 cm, serta 10 cm masing masing menghasilkan kondensat cair sebanyak 113 gr, 121 gr, serta 130 gr.

Peningkatan juga terjadi pada jumlah gas yang dihasilkan pada proses pirolisis. dimana pada reaktor tanpa *glasswool heat insulator*, *undondensable gas* yang dihasilkan sebanyak 854 gr. sedangkan pada reaktor dengan penggunaan *glasswool heat insulator* dengan ketebalan 5 cm, 7,5 cm, serta 10 cm masing masing

menghasilkan *uncondensable gas* sebanyak 891 gr, 936 gr, serta 964 gr.

Sedangkan penurunan terjadi pada produk pirolisi berupa arang atau *char*. dimana pada reaktor tanpa *glasswool heat insulator*, *char* dihasilkan sebanyak 549 gr. sedangkan pada reaktor dengan penggunaan *glasswool heat insulator* dengan ketebalan 5 cm, 7,5 cm, serta 10 cm masing masing menghasilkan *uncondensable gas* sebanyak 496 gr, 443 gr, serta 406 gr.

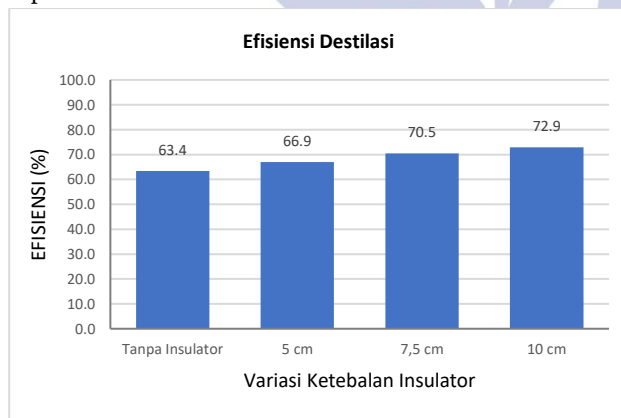
Pengaruh Penggunaan *Glasswool heat insulator* pada Reaktor Pirolisis terhadap Kinerja Reaktor Pirolisis.

• Efisiensi Destilasi

Tabel 2. Efisiensi Destilasi

No	Reaktor	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Efisiensi Destilasi %
1	Tanpa <i>Glasswool heat insulator</i>	1500	549	63,40
2	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 5 cm	1500	496	66,93
3	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 7,5 cm	1500	443	70,47
4	<i>Glasswool heat insulator</i> ketebalan 10 cm	1500	406	72,93

Dari tabel maka didapatkan bagan efisiensi destilat seperti berikut.



Gambar 10. Bagan Efisiensi Teknis

Efisiensi destilasi merupakan perbandingan antara plastic yang telah terbakar menjadi gas dengan masa awal plastic sebelum proses pirolisis dilakukan. Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai efisiensi destilasi terendah terletak pada variasi tanpa *glasswool heat insulator* dengan nilai 63,4%, lalu efisiensi destilasi tertinggi terletak pada variasi ketebalan *glasswool heat insulator* 10cm dengan nilai 72,9%.

Gambar 10 menunjukkan bahwa penggunaan *glasswool heat insulator* mampu memberikan peningkatan efisiensi destilat, dimana semakin tebal insulator yang digunakan juga mendapatkan efisiensi destilasi yang semakin tinggi.

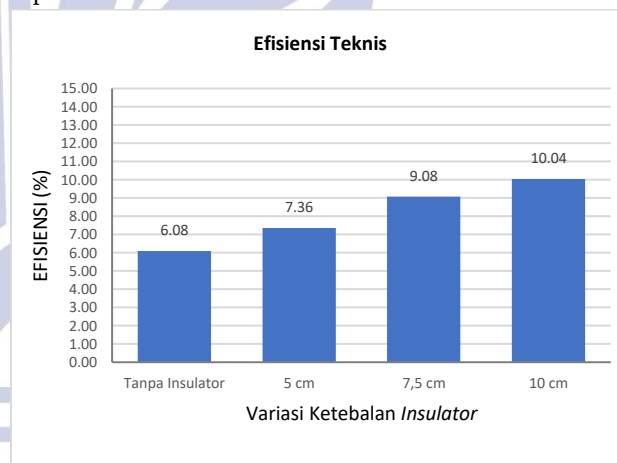
Peningkatan efisiensi destilasi pada penelitian ini sejalan dengan kenaikan suhu rata-rata reaktor pada setiap variasi. Dimana menurut Penelitian yang telah dilakukan oleh (Gaol & Siregar, 2020), menunjukkan bahwa semakin besar suhu pemanasan yang diterapkan pada reaktor pirolisis maka akan semakin besar efisiensi destilasi yang terjadi pada proses pirolisis.

• Efisiensi Teknis

Tabel 3. Efisiensi Teknis

No	Reaktor	Massa Destilat (g)	Daya Pompa (J)	Daya Radiator (J)	NK Destilat (kJ/kg)	Massa Gas (kg)	NK Gas (kJ/kg)	Efisiensi Teknis (%)
1	Tanpa <i>Insulator</i>	97	504000	180000	50061	1,716	46380	6,08
2	dengan <i>Insulator</i> tebal 5 cm	113	504000	180000	50061	1,652	46380	7,36
3	dengan <i>Insulator</i> tebal 7,5 cm	121	504000	180000	50061	1,434	46380	9,08
4	dengan <i>Insulator</i> tebal 10 cm	130	504000	180000	50061	1,392	46380	10,04

Dari tabel maka didapatkan bagan efisiensi destilat seperti berikut.



Gambar 11 Bagan Efisiensi Teknis

Pada Gambar 11 menunjukkan nilai efisiensi teknis proses pirolisis dari berbagai variasi penggunaan *glasswool heat insulator*. Didapatkan data bahwa efisiensi teknis terbesar terjadi pada variasi ketebalan *insulator* 10 cm yakni sebesar 10,04%. sementara efisiensi teknis paling rendah terjadi pada variasi tanpa *insulator* dengan nilai sebesar 6,08%.

Secara keseluruhan, efisiensi teknis terbilang masih cukup rendah. Karena perbandingan minyak yang didapatkan dari proses pirolisis masih terpaut jauh dengan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan untuk proses pirolisis. Hal yang menjadi faktor penyebab sedikitnya minyak yang didapatkan pada proses pirolisis adalah

kurang efektifnya kondensor yang digunakan untuk proses kondensasi.

PENUTUP

Simpulan

- Penggunaan *glasswool heat insulator* pada dinding reaktor pirolisis berpengaruh terhadap keseimbangan panas reaktor pirolisis dimana pada reaktor tanpa *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1 dan T2 masing masing pada menit 15 dan 80. Reaktor dengan 5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1,T2, serta T3 masing masing di menit ke 10,80, serta 140. Pada reaktor dengan 7,5 cm *insulator* reaktor mencapai suhu *melting point* di titik T1, T2, T3, serta T4 masing-masing pada menit ke 5, 60, 110, serta 160. Reaktor dengan 10 cm *insulator* mencapai suhu *melting point* di titik T1, T2, T3, serta T4 masing-masing pada menit ke 5, 70, 105, serta 140.
- Penggunaan *glasswool heat insulator* pada reaktor pirolisis berpengaruh pada kondensat cair atau minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis. Dimana reaktor tanpa dilengkapi *glasswool heat insulator* menghasilkan kondensat sebesar 97 g, sementara reaktor yang dilengkapi *glasswool heat insulator* dengan ketebalan 5 cm, 7,5 cm, serta 10 cm secara berurutan menghasilkan kondensat sebesar 113 g, 121 g, 130 g.
- Penggunaan *glasswool heat insulator* pada reaktor pirolisis berpengaruh terhadap kinerja reaktor pirolisis seiring bertambah tebalnya *insulator* diantaranya meningkatkan efisiensi destilasi, serta meningkatkan efisiensi teknis.

Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada bahan plastik yang digunakan.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan efektifitas kondensasi pada proses pirolisis.
- Perlu dilakukan penelitian terhadap bahan bakar untuk proses pirolisis yang lebih efektif.
- Perlu dilakukan penelitian mengenai jenis bahan *insulator* yang digunakan

DAFTAR PUSTAKA

- Gaol, J. D. L., & Siregar, I. H. (2020). Pengaruh Penambahan Pipa Pemanas Dengan Annular Fin Pada Proses Pirolisis Sampah Plastik.
- Gunadi, R. Andi Ahmad, Doby Putro Parlindungan, April Utami Parta Santi, Aswir, and Adi Aburahman. 2020. "Bahaya Sampah Plastik Bagi Kesehatan Dan

Lingkungan." Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ, no. 2714–6286.

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

Kreith, Frank, Raj M. Manglik, and Mark S. Bohn. 1986. *Principles of Heat Transfer. Applied Mechanics Reviews*. Vol. 55.

Naufan F. 2016. *Desain Alat Pirolisis untuk Mengkonversi Limbah Plastik HDPE Menjadi Bahan Bakar*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Nofendri, Yos, and Agus Haryanto. 2021. "Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar." *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 6 (1).

Nugroho, Arif Setyo. 2020. "Pengolahan Limbah Plastik LDPE dan PP untuk Bahan Bakar dengan Cara Pirolisis." *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian Dan Pengembangan* 4 (1).

Ridhuan, Kemas, Mafruddin Mafruddin, and Alfi Al Rasyid. 2020. "Optimasi Pembakaran Menyeluruh Pada Reaktor Pirolisis dalam Menghasilkan Bioarang dan Asap Cair." *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 9 (1).

Salamah, Siti, and Maryudi Maryudi. 2019. "Recycle Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate) Dengan Proses Pirolisis Dengan Katalis Silika-Alumina." *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan* 14 (1).

Santhiarsa, I. N. (2021). Effect of Variations in Pyrolysis Reactor With Glass Wool Equipped and Without Glass Wool on the Weight of the Oil Produced. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 5(2), 89.

Yanjun, Yu. 2015. "The Research and Development of Heat Insulation Materials with Low Thermal-Conductivity in High Temperature" d (Mebe): 868–71.