

Calculation of Heat Transfer for Distillation of Plastic Waste with a Capacity of 3 kg

Perhitungan Perpindahan Panas Terhadap Destilasi Sampah Plastik Kapasitas 3 kg

Wahab Ohoirenan¹, Herman Dumatubun

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Amamapare Timika
e-mail : wahabohoirenan75@gmail.com, herman.dumatubun@gmail.com

Abstract

Plastic as a waste producer is a serious problem that has received the attention of the local government because plastic waste can cause pollution and flood hazards. Plastic contains energy that can be utilized mainly as fuel oil by distillation, and carried out at high temperatures. One of the efforts to overcome the problem of plastic waste pollution in the community and reduce the fuel crisis is by analyzing the heat transfer that occurs in the plastic distillation process with the result $q_{pl} = 0.00003949$ joules $q_{api}=3534499$ joules

Keyword : *Distillation, Heat Transfer, Plastic*

Abstrak

Plastik menjadi penghasil sampah merupakan persoalan serius yang mendapat perhatian pemerintah daerah sebab sampah plastik dapat menyebabkan bahaya polusi dan bahaya banjir. Plastik mengandung energi yang dapat dimanfaatkan terutama sebagai bahan bakar minyak dengan jalan destilasi, dan dilakukan pada suhu tinggi. Salah satu upaya mengatasi masalah pencemaran limbah plastik pada lingkungan masyarakat dan mengurangi krisis BBM yakni dengan menganalisis perpindahan panas yang terjadi pada proses destilasi plastic dengan hasil $q_{pl} = 0,00003949$ joule $q_{api} = 3534499$ joule

Kata Kunci : *Destilasi, Perpindahan Panas, Plastik*

1. PENDAHULUAN

Indonesia pada umumnya, banyak limbah sampah plastik yang bermanfaat namun manajemen pengolahannya belum optimal. Di Maluku khususnya di kota Ambon, kebanyakan Pemerintah Daerah memandang sampah plastik hanya sebagai pencemaran lingkungan saja. Namun, pemerintah daerah tidak pernah berfikir tentang upaya lain agar sampah plastik bisa diolah menjadi lebih bermanfaat. Sebaliknya masyarakat pun hanya memanfaatkan sampah plastik untuk dijual kepada para industrial seperti bank

sampah (Mirmanto, 2009). Padahal dalam kehidupan masyarakat modern ini banyak mengalami peningkatan perubahan yang amat pesat (Rahman et al, 2019), karena sampah plastik mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat, ringan, stabil, namun sulit terurai oleh mikroorganisme dalam lingkungan, dan plastik juga mengandung komponen molekul yang berupa hidrokarbon sehingga sampah tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar minyak dengan cara *pirolisis* atau *destilasi*. *Pirolisis* atau *distalasi* kering adalah teknik pembakaran sampah (limbah plastik) tanpa gas oksigen dan dilakukan pada suhu tinggi.

Untuk mengatasi masalah pencemaran limbah plastik pada lingkungan masyarakat dan mengurangi krisis BBM yang selama ini menjadi keluhan dimasyarakat, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang banyak membahas tentang hal yang demikian misalnya rancang bangun alat destilasi sampah plastik dengan kapasitas tertentu, misalnya penelitian (Hidayat (2022) yang menjelaskan tentang membuat peralatan destilasi sampah plastik dalam kapasitas maksimal 5 kg/jam, Sedangkan Pribadi (2022) mendesain alat pirolisis kapasitas dalam 1kg dengan pendingin radiator. Sedangkan Noordiansyah (2015) membuat rancangan dengan kapasitas yang lebih besar yakni dengan mengubah tabung pengolah limbah plastik menjadi bahan bakar terbarukan dengan kapasitas 50 kg/batch. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya ini, pada penelitian ini lebih difokuskan pada hal yang lebih substansi. Penelitian ini akan diinisiasi dalam suatu perencanaan dengan menelusuri perhitungan perpindahan panas yang terjadi melalui proses destilasi plastik.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dan metode eksperimen. Keduanya merupakan pendekatan yang sesuai dalam kasus perhitungan perpindahan panas. Pada metode eksperimen simulasi pada ukuran panjang obyek penelitian.

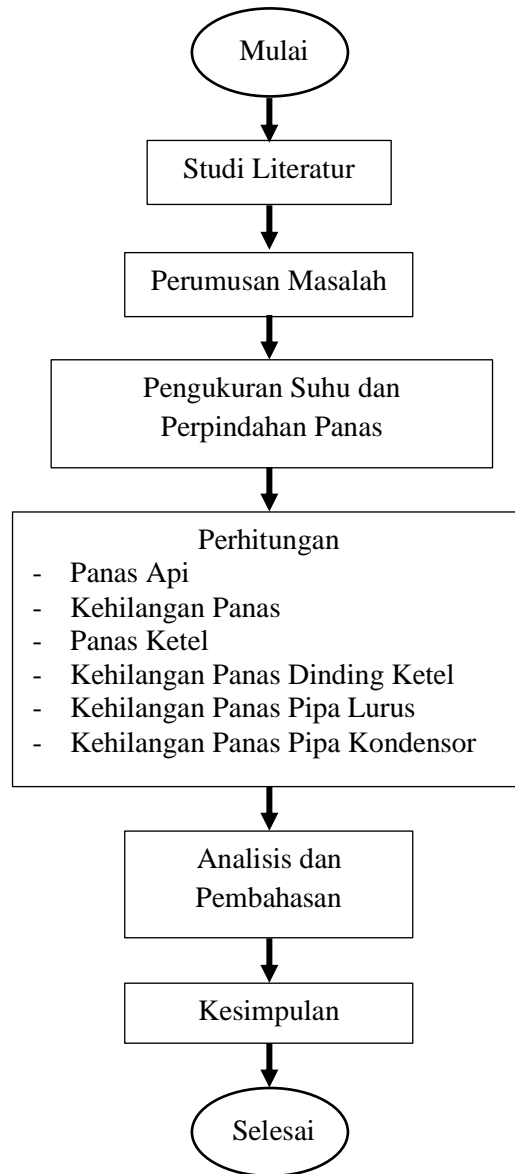
Teknik Pengambilan Data

Pada penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data berdasarkan observasi dan eksperimen yang dilakukan dari hasil perhitungan proses perpindahan panas. seluruh proses yang dilakukan akan disesuaikan dengan studi pustaka yang dirujuk. Dalam penelitian ini terdapat variable yang akan diuji dalam perhitungan perpindahan panas, yakni variabel bebas dan variable terikat. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah suhu (X) dan variabel terikat adalah perpindahan panas (Y).

Langkah-langkah penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai tahapan yang terdiri atas studi literatur dari sumber-sumber terupdate, perumusan masalah, pengukuran suhu dan pengukuran perpindahan panas, perhitungan yang meliputi panas api, kehilangan panas, panas ketel, kehilangan panas dinding ketel, kehilangan panas pipa

lurus, kehilangan panas pipa kondensor, berikutnya adalah analisis hasil perhitungan dan interpretasinya, serta kesimpulan. tahapan atau langkah-langkah penelitian dapat pada *flowchart* berikut



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang perlu disajikan dalam penelitian ini meliputi data hasil pengukuran suhu bening dan warna. Data-data hasil penelitian disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu (Bening)

Waktu	Suhu T (°C)				Kapasitas (cc)
	T Api	T Ketel	T kondensor 1	T kondensor 2	
09.00 - 09.30	398	50	46	33	35
09.30 - 10.00	399	55	49	36	
10.00 - 10.30	400	64	54	40	
10.30 - 11.00	398	72	59	43	
11.00 - 11.30	399	63	52	41	
11.30 - 12.00	398	62	46	37	

Sumber : *pengumpulan dan pengolahan data*

Tabel 2. Hasil pengukuran suhu (warna)

Waktu	Suhu T (°C)				Kapasitas (cc)
	T api	T Ketel	T kondensor 1	T kondensor 2	
09.00 - 09.30	399	51	35	33	50
09.30 - 10.00	399	55	45	36	
10.00 - 10.30	400	65	53	40	
10.30 - 11.00	397	72	59	43	
11.00 - 11.30	398	69	54	44	
11.30 - 12.00	398	67	40	40	
12.00 - 12.30	399	59	45	36	
12.30 - 13.00	398	60	49	35	

Sumber : *pengumpulan dan pengolahan data*

Perhitungan

Panas Api (q_{api})

Panas api dapat dihitung dengan persamaan (Holman, 1980, Astuti et al, 2008) :

$$q_{api} = mc \cdot cp \cdot dT$$

Dimana :

q_{api} = Panas api, (kj)

mc = masa api, (kg)

cp = Panas jenis api, (kj/kg)

Sehingga

$$q_{api} = 0,138.4196.400$$

Kehilangan Panas di Dinding Tungku (q_t)

Kehilangan panas dinding tungku adalah:

$$q_t = U \cdot K_t \cdot (T_{api} - T_0)$$

Dimana :

K_t = Keliling dinding ketel, (m)

U = Kondiktivitas perpindahan panas total, (kj/m.⁰C)

T_{api} = Suhu api, (⁰C)

T_0 = Suhu udara luari, (⁰C)

Sehingga

$$q_t = U \cdot K_t \cdot (T_{api} - T_0)$$

$$q_t = U \cdot K_t \cdot (T_{api} - T_0)$$

Panas Ketel (q_{kt})

Panas yang dibutuhkan untuk memanasi plastik didalam ketel adalah :

$$q_{kt} = U \cdot A \cdot (T_{api} - T_{uap})$$

Dimana :

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{h} + \frac{x}{k} + \frac{1}{h}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{0,046} + \frac{0,0015}{0,00023} + \frac{1}{0,046}$$

$$U = 50$$

Sehingga :

$$q_{kt} = 50 \cdot 0,158963 \cdot (399 - 51)$$

$$q_{kt} = 7256,984 \text{ joule}$$

Kehilangan Panas Pada Dinding Ketel (q_{dk})

Kehilangan panas adalah :

$$q_{dk} = U \cdot K_{kt} \cdot (T_{kt} - T_0)$$

Dimana :

K_{kt} = Keliling dinding ketel, (m)

U = Kondiktivitas perpindahan total,

T_{kt} = Suhu api, (⁰C)

T_0 = Suhu udara luari, (⁰C)

Sehingga :

$$q_{kd} = 0,00023 \cdot 0,94671 \cdot (51 - 35)$$

$$q_{kd} = 0,00348 \text{ joule}$$

Kehilangan Panas Pada Pipa lurus (q_{pl})

Kehilangan pada pipa lurus dapat dihitung dengan persamaan :

$$q_{pl} = U \cdot K_{pl} \cdot (T_{kt} - T_0)$$

Dimana :

U = Koofisien perpindahan panas total = 0.046

K_{pl} = Keliling pipa lurus = 0.000122656 m²

T_{kl} = Suhu ketel = 48 ⁰C

T_0 = Suhu udara luar = 41⁰C

Sehingga :

$$q_{pl} = 0,046 \cdot 0,000122656 \cdot (48 - 41)$$

$$q_{pl} = 0,00003949 \text{ joule}$$

Kehilangan Panas Pipa Kondensor (q_{pk})

Kehilangan panas adalah :

$$q_{pk} = U \cdot K_{pk} \cdot (T_{pk} - T_{air})$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan panas total 0.046

K_{pk} = Luas pipa lurus = 0.000122656 m²

T_{pk} = Suhu ketel = 48 °C

T_{air} = Suhu udara luar = 41 °C

Sehingga :

$q_{pl} = 0,046 \cdot 0.000122656 \cdot (48 - 41)$

$q_{pl} = 0,00003949 \text{ joule}$

Pembahasan

Hubungan Waktu dan Panas Ketel

Hubungan antara waktu pemberian energy dan besar energy sebagaimana table dan gambar berikut:

Tabel 3 Waktu Suhu dan Panas Ketel

Waktu	q Ketel
09.00 - 09.30	980.86
09.30 - 10.00	980.86
10.00 - 10.30	983.94
10.30 - 11.00	974.72
11.00 - 11.30	977.79
11.30 - 12.00	977.79
12.00 - 12.30	980.86
12.30 - 13.00	977.79

Sumber : hasil pengolahan data



Gambar 1. Hubungan Waktu dan Panas Ketel

Dari tabel 3 terlihat bahwa semakin bertambah lama/ waktu yang dicapai akan semakin besar kenaikan suhu ketel yang diperoleh terutama pada jam 10.30 - 11.00 sebesar 72°C yakni dari 65°C menjadi 72°C berarti mengalami perubahan ($72^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C} = 7^{\circ}\text{C}$). Dari gambar 1 terlihat bahwa semakin bertambah lama/ waktu yang dicapai akan semakin kecil panas yang diperoleh sebagaimana ditunjukkan oleh gambar yakni pada jam 09.00 - 09.30 nilai panas sebesar 2805.688125 sedangkan pada jam 10.30 - 11.00 mengalami penurunan menjadi 2622.88125.

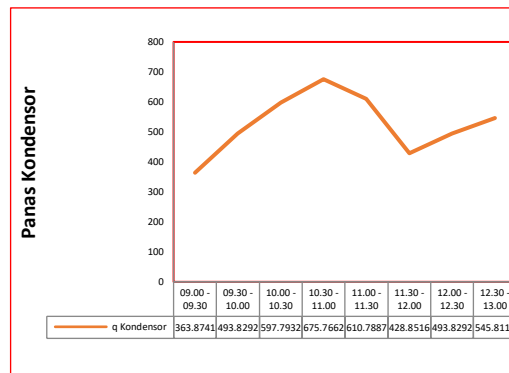
Hubungan Waktu dan Panas Kondensor

Hubungan antara waktu pemberiqn energy dan besar energy pada kondensor sebagaimana tabel 4 dan gambar berikut :

Tabel 4. Hubungan Waktu dan Panas Kondensor

Waktu	q Kondensor
09.00 -09.30	363.8741
09.30 - 10.00	493.8292
10.00 - 10.30	597.7932
10.30 - 11.00	675.7662
11.00 - 11.30	610.7887
11.30 - 12.00	428.8516
12.00 - 12.30	493.8292
12.30 - 13.00	545.8112

Sumber : hasil pengolahan data



Gambar 2. Hubungan Waktu dan Panas Kondensor

Dari tabel 4. terlihat bahwa semakin bertambah lama/ waktu yang dicapai akan semakin besar kenaikan suhu ketel yang diperoleh terutama pada jam 10.30 - 11.00 sebesar 72°C yakni dari 65°C menjadi 72°C berarti mengalami perubahan ($72^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C} = 7^{\circ}\text{C}$). Sedangkan pada gambar 2 terlihat bahwa semakin bertambah lama/waktu yang dicapai akan semakin kecil panas yang diperoleh sebagaimana ditunjukkan oleh gambar yakni pada jam 09.00 -09.30

nilai panas sebesar 2805.688125 sedangkan pada jam 10.30 - 11.00 mengalami penurunan menjadi 2622.88125. ini akibat dari perubahan suhu semakin kecil.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa bahwa semakin bertambah lama/ waktu yang dicapai akan semakin besar kenaikan suhu ketel yang diperoleh terutama pada jam 10.30 - 11.00 mengalami perubahan = 7°C . Dari gambar 1 terlihat bahwa semakin bertambah lama/ waktu yang dicapai akan semakin kecil panas, dengan menganalisis perpindahan panas yang terjadi pada proses destilasi plastik dengan hasil $q_{pl} = 0,00003949 \text{ joule}$ $q_{api} = 3534499 \text{ joule}$

SARAN

Jika akan dilakukan penelitian baru atau pengembangan, baiknya lebih difokuskan atau dilakukan perbandingan pada waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, P., & Djati, N. (2008). Mesin Konversi Energi.

Hidayat, R. (2022). *Rancang Bangun Alat Destilasi Sampah Plastik Dengan Kapasitas Maksimal 5 kg/Jam* (Doctoral dissertation, Universitas Nasional).

Holman, J. P. (1988). *Thermodynamics*. McGraw-Hill College.

Mirmanto, H. (2009). Pemanfaatan Potensi Sumber Energi Terbarukan Di Pedesaan Guna Menuju Desa Mandiri.

NOORDIANSYAH, M. (2015). *PERANCANGAN TABUNG PENGOLAH LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR TERBARUKAN (PIROLISIS) KAPASITAS 50 KG/BATCH* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).

PRIBADI WAHYU, B. D. (2022). *RANCANG BANGUN ALAT PIROLISIS KAPASITAS 1KG SAMPAH PLASTIK DENGAN PENDINGIN RADIATOR* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).

Rahman, A., & Conang, A. (2019). RANCANG BANGUN ALAT PRES PENGHASIL MINYAK BINTANGGUR SISTEM MANUAL. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 8(1), 59-65.