

PRODUKSI PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE MENGGUNAKAN VARIASI PENDINGINAN

Junaedi Hidayatulloh^[1], Ena Marlina^[2], Nur Robbi^[3]

^{[1], [2], [3]} Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144, Indonesia

Junaedihidayatullah88@gmail.com

ena.marlina@unisma.ac.id

nurrobby@unisma.ac.id

ABSTRAK

Semakin berkembangnya penduduk di dunia berdampak besar pada limbah sampah plastik khususnya non organik, karena membutuhkan waktu puluhan tahun supaya bisa terurai. Permasalahan limbah sampah plastik semakin hari semakin besar sehingga dibutuhkan alat pengolah limbah sampah plastik yaitu alat pirolisis. Pirolisis adalah suatu metode pengolahan sampah plastik tanpa melibatkan oksigen didalam tabung reaktor, pengolahan sampah plastik dengan metode pirolisis mempunyai ke unggulan tidak menimbulkan asap dan dapat mengurangi sampah plastik dengan waktu yang singkat. Metode penelitian ini, menggunakan plastik jenis (LDPE) berat 500 gram, dengan variasi pendingin dan tanpa pendingin selama 30 dan 60 menit. Hasil dari analisa pengolahan data proses pirolisis sampah plastik, waktu dan temperatur sangat berpengaruh terhadap banyak atau sedikitnya minyak yang dihasilkan, penggunaan pendingin dan tidak menggunakan pendingin dapat mempengaruhi warna dan hasil bahan bakar. Panjang lintasan menuju tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap *flowrate* bahan bakar. Semakin panjang lintasan menuju tabung kondensor maka proses kondensasi akan semakin lama, bahan bakar yang dihasilkan akan semakin lama dan sebaliknya. Hasil bahan bakarpun lebih bening menggunakan pendinginan di bandingkan tanpa pendingin.

Kata kunci : *Pirolisis ; bahan bakar hasil pirolisis ; Plastik LDPE, flowrate, pendingin dan tanpa pendingin*

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya jumlah penduduk, permasalahan yang terjadi pada limbah serius. Kebanyakan limbah tersebut dihasilkan dari limbah rumah tangga, yaitu berupa limbah cair ataupun limbah padat. Semakin berkurangnya energi fosil membuat masyarakat sadar akan pentingnya kelestarian lingkungan. Kebutuhan energi semakin hari semakin

meningkat salah satu cara memenuhinya menggunakan energi alternatif^[1].

Limbah plastik adalah limbah anorganik yang terdiri dari bahan - bahan kimia yang sangat berbahaya terhadap lingkungan, karena sulitnya terurai dan membutuhkan waktu yang cukup lama sampai puluhan tahun untuk terurai. karena itu sangat perlu dilakukan pengolahan limbah plastik di zaman

semakin maju ini, dengan cara merubah sampah plastik menjadi produk yang berharga^[2].

Pengertian sampah ialah hasil dari sisa bahan kemas ataupun sisa pembungkus yang dimanfaatkannya lebih kecil dari pada produk yang dipergunakan, maka hasil dari sisa-sisa pemakaian dibuang ataupun tidak dipergunakan kembali. Sampah organik ialah sampah yang bisa diurai dengan cepat seperti sisa-sisa makanan, daun, dll. Sedangkan sampah non-organik yaitu sampah yang sulit terurai, tetapi bisa didaur ulang kembali sehingga dapat menghasilkan produk, seperti plastik, kaca, dan lain-lain^[3].

Bahan kemas yang sering di pergunakan salah satunya adalah kantong plastik, contohnya pada sampah berjenis kaleng, gelas, kertas, dan styrofoam. Plastik merupakan bahan pengemas yang sangat mudah untuk didapatkan dan sangat mudah penggunaannya. Plastik sering kali dipergunakan untuk pelapis kertas. Plastik terdiri dari polimer rantai yang panjang dan sebuah satuan-satuan lebih kecil yang disebut monomer, menurut dari data pada umumnya^[4].

Tabel 1 Jenis plastik, kode dan penggunaannya^[5]

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (polyethylene terephthalate)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (High-density Polyethylene)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (Polypropylene atau Polypropene)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine

Pirolisis ialah proses dimana dekomposisi termal bahan polimer dari sampah plastik tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Proses ini berlangsung pada temperature suhu diantara 400 - 800°C.

Melihat dari jenis plastik dan jenis produk yang dibuat. Produk hasil pirolisis biasanya terdiri 3 tahapan yaitu fraksi gas, cairan, residu. Proses yang terjadi pada rantai panjang hidrokarbon, akan terpotong sehingga menjadi rantai yang lebih pendek. Proses selanjutnya dilakukan pendinginan pada gas tersebut. Yang menyebabkan terjadi kondensasi dan membantu pembentukan cairan. Cairan inilah yang nanti akan dijadikan sebuah energi alternatif bahan bakar, berupa bensin ataupun bahan bakar diesel^[6].

Penelitian yang telah dilakukan oleh^[7]. Dapat diketahui semakin tinggi peningkatan suhu, berpengaruh pada banyaknya minyak menghasilkan, dan gas menjadi lebih sedikit. Keuntungan ataupun kelebihan minyak terbesar, sebesar 35,58 % yang didapat saat proses pirolisis dengan kenaikan suhu 6°C. Dimana pada saat tersebut, nilai rendemen gas paling kecil, sebesar 5,83 %.

Pirolisis adalah proses peruraian menggunakan bantuan panas tanpa digunakannya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang sangat sedikit atau terbatas. Biasanya pada proses pirolisis menghasilkan tiga produk yaitu arang, gas, dan cairan. Menurut penelitian dari^[8] Pada saat proses pirolisis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antaranya seperti, waktu, suhu, jumlah partikel, ukuran partikel, berat partikel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi bahan bakar hasil pirolisis sampah plastik *low density poly ethylene* (ldpe) dengan variasi pendinginan yang meliputi *flowrate* (produksi) dan *temperature* (suhu).

METODE PENELITIAN



Gambar.1 Instalasi Penelitian

Gambar 1 menunjukkan skema instalasi penelitian yang dilakukan untuk mengetahui hasil *flowrate* bahan bakar. Metode penelitian yang digunakan pengaruh dari penggunaan pendingin dan tanpa pendingin pada hasil *flowrate* selama 30 dan 60 menit dengan menggunakan sampah plastik (LDPE) seberat 500 gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian hasil proses pirolisis sampah plastik ldpe tanpa pendingin dan menggunakan pendingin air.



Gambar 2. hasil proses pirolisis menggunakan pendingin air dan tanpa pendingin

Gambar 2. menunjukkan hasil tanpa penggunaan pendingin lebih keruh dan banyak kerak didalamnya, untuk penggunaan pendingin air bahan bakar yang dihasilkan lebih bening. Setelah didiamkan selama 3 hari warna bahan bakar berubah menjadi coklat. Hasil pengendapan selama 3 hari dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. hasil pengendapan selama 3 hari

Gambar 3. Namun warna bahan bakar dari kondensor 1 berubah menjadi coklat kental, kondensor 2 berubah menjadi coklat cerah. Minyak yang diproduksi menjadi keruh karena tidak digunakanya pendingin pada tabung kondensor.

Tabel Hasil Pengujian Pirolisis Sampah Plastik Ldpe Menggunakan Pendingin Air Dan Tidak Menggunakan Pendingin Selama 60 Menit

Tabel 2 Hasil Pengujian Tanpa Pendingin Dengan Waktu 30 Menit

No	Waktu (t)	Flowrate		Suhu °C
		Kondensor 1 (ml)	Kondensor 2 (ml)	
1.	0	0	0	24 °C
2.	5	0	0	38 °C
3.	10	0	0	63 °C
4.	15	7	1,5	100 °C
5.	20	25	6	140 °C
6.	25	37	12	162 °C
7.	30	51	18	179 °C

Tabel 3 Hasil Pengujian Menggunakan Pendingin Air Dengan Waktu 30 Menit

No	Waktu (t)	Flowrate		Suhu °C
		Kondensor 1 (ml)	Kondensor 2 (ml)	
1.	0	0	0	27 °C
2.	5	0	0	40 °C
3.	10	0	0	55 °C
4.	15	0,3	0,2	76 °C
5.	20	12	1,5	125 °C
6.	25	30	6	150 °C
7.	30	45	12	180 °C

Tabel Hasil pengujian Pirolisis Sampah Plastik Ldpe Menggunakan Pendingin Air Dan Tidak Menggunakan Pendingin Selama 60 Menit.

Tabel 4 Hasil Pengujian Tanpa Pendingin Dengan Waktu 60 Menit

No	Waktu (t)	Flowrate		Suhu °C
		Kondensor 1 (ml)	Kondensor 2 (ml)	
1.	0	0	0	25 °C
2.	5	0	0	35 °C
3.	10	0	0	75 °C
4.	15	7	1	90 °C
5.	20	21	3,3	110 °C
6.	25	36	11	143 °C
7.	30	54	23	172 °C
8.	35	65	37	178 °C
9.	40	73	49	176 °C
10.	45	78	60	188 °C
11.	50	80	67	190 °C
12.	55	82	71	196 °C
13.	60	85	75	198 °C

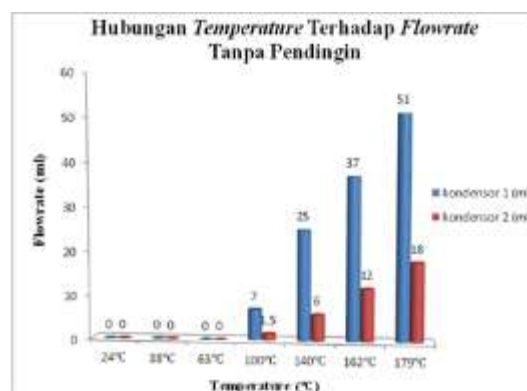
Tabel 5 Hasil Pengujian Menggunakan Pendingin Air Dengan Waktu 60 Menit

No	Waktu (t)	Flowrate		Suhu °C
		Kondensor 1 (ml)	Kondensor 2 (ml)	
1.	0	0	0	28 °C
2.	5	0	0	40 °C
3.	10	1,3	0,4	72 °C
4.	15	29	11	115 °C
5.	20	50	26	145 °C
6.	25	76	45	175 °C
7.	30	94	63	190 °C
8.	35	102	73	188 °C
9.	40	104	76	193 °C
10.	45	105	79	190 °C
11.	50	106	81	195 °C
12.	55	107	82	197 °C
13.	60	109	83	200 °C

Grafik Gambar Pirolisis Sampah Plastik Ldpe Menggunakan Pendingin Air Dan Tidak Menggunakan Pendingin Selama 30 Menit



Gambar 4. garfik suhu Terhadap Flowrate Dengan Waktu 30 Menit Tanpa Pendingin

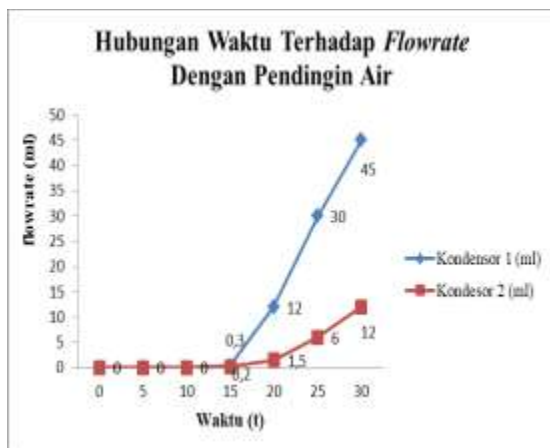


Gambar 5. grafik suhu Terhadap Flowrate Dengan Waktu 30 Menit Tanpa Pendingin

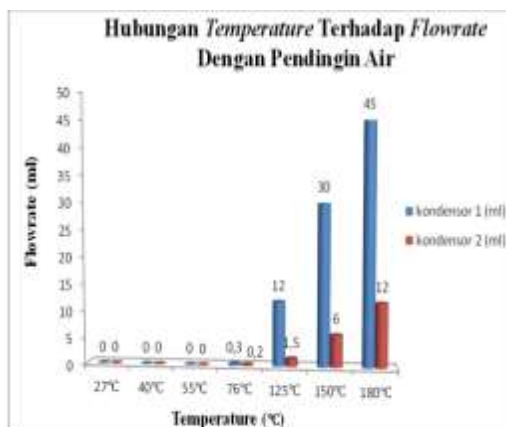
Gambar 4 dan 5 menjelaskan perolehan *flowrate* terhadap waktu dan *temperature* terhadap *flowrate* tanpa menggunakan pendingin selama 30 menit. Saya akan menjelaskan grafik 4 dan 5 secara bersamaan karena saling berhubungan. Pada menit 0 awal pembakaran suhu dalam tabung reaktor 24°C, kondensor 1 dan kondensor 2 belum menghasilkan *flowrate*. Pada menit 5 suhu dalam tabung reaktor meningkat 38 °C, pada menit 10 suhu dalam tabung 63 °C kondensor 1 dan kondensor 2 belum menghasilkan *flowrate*. Pada menit 15 dengan suhu 100°C kondensor 1 menghasilkan 7 ml dan kondensor 2

menghasilkan 1,5 ml, pada menit 20 sampai 30 suhu mengalami peningkatan secara drastis suhu tertinggi berada pada 179°C, kondensor 1 menghasilkan 51 ml dan kondensor 2 menghasilkan 15 ml.

Melihat kedua gambar grafik di atas. Hasil *flowrate* terhadap *temperature* dan waktu terhadap *flowrate* dari proses pirolisis semakin banyak. Hal ini dikarenakan semakin tinggi peningkatan suhu dan lama waktu pembakaran didalam tabung reaktor, minyak yang dihasilkan semakin banyak dan gas menjadi lebih sedikit, hasil ini tidak berbeda jauh dari penelitian^[7]. Namun bahan bakar yang dihasilkan berwarna keruh, karena tidak menggunakan pendingin pada tabung kondensor.



Gambar 6 grafik waktu Terhadap *Flowrate* menggunakan Pendingin Air Dengan 30 Menit



Gambar 7 grafik suhu terhadap *Flowrate* dengan waktu 30 menit menggunakan pendingin air

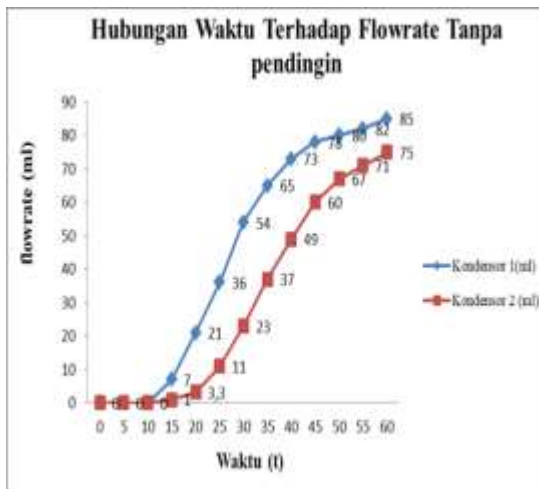
Gambar grafik 6 dan 7 menjelaskan *temperature* terhadap *flowrate* dan waktu terhadap *flowrate* dengan waktu 30 menit menggunakan pendingin air. Pada menit 0 suhu dalam tabung reaktor 27 °C, pada menit 5 suhu dalam tabung reaktor mengalami peningkatan 40°C, pada menit 10 suhu meningkat 55°C dari menit 0 sampai 10 kondensor 1 dan kondensor 2 belum menghasilkan bahan bakar. Pada menit 15 kondensor 1 menghasilkan 0,3 dan kondensor 2 menghasilkan 0,2 ml dengan peningkatan suhu 76°C. Pada menit 20 sampai 30 kondensor 1 menghasilkan 45 ml dan kondensor 2 menghasilkan 12 ml dengan suhu tertinggi 180 °C.

Terlihat dari kedua gambar di atas hasil *flowrate* terhadap *temperature* dan waktu terhadap *flowrate* semakin banyak. Hal ini disebabkan semakin tinggi peningkatan suhu dan lama waktu pembakaran didalam tabung reaktor, minyak yang dihasilkan semakin banyak dan gas menjadi lebih sedikit, hasil ini tidak berbeda jauh dari penelitian^[7]. Penggunaan pendingin pada tabung kondensor mempengaruhi *flowrate* yang pada kondensor 1 dan 2 sehingga bahan bakar yang dihasilkan lebih bening.

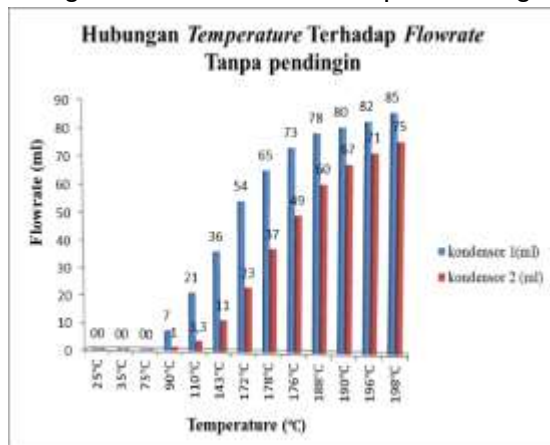
Panjang lintasan menuju tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap *flowrate* bahan bakar. Semakin panjang lintasan menuju tabung kondensor maka proses kondensasi akan semakin lama, bahan bakar yang dihasilkan akan semakin lama dan sebaliknya. Hasil bahan bakarpun lebih bening menggunakan pendinginan di bandingkan tanpa pendingin.

Grafik Gambar Hasil Pirolisis Sampah Plastik Ldpe Menggunakan Pendingin

Air Dan Tidak Menggunakan Pendingin Selama 60 Menit



Gambar 8. grafik suhu Terhadap *Flowrate* Dengan Waktu 60 Menit Tanpa Pendingin

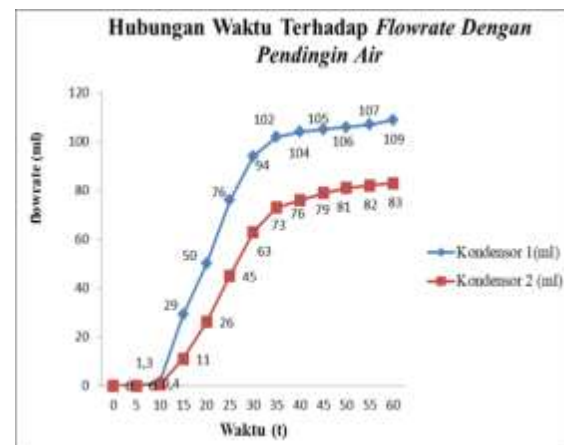


Gambar 9. grafik *temperatur* terhadap *Flowrate* dengan waktu 60 menit tanpa pendingin

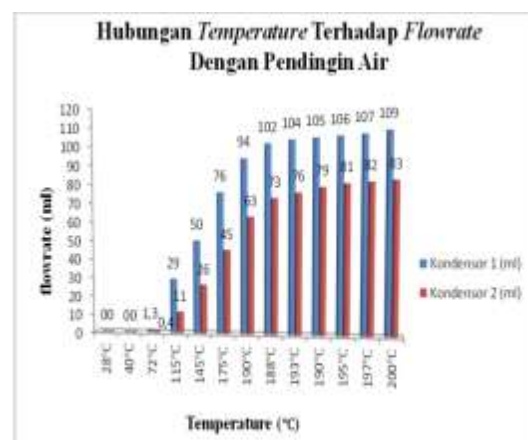
Gambar grafik 8 dan 9 menjelaskan tentang *temperatur* terhadap *Flowrate* waktu terhadap *flowrate* dengan waktu 60 menit tanpa pendingin. Pada menit 0 suhu dalam tabung reaktor 25°C, pada menit 5 suhu meningkat 35°C, pada menit 10 suhu meningkat 75°C, dari menit 0 sampai 10 belum menghasilkan *flowrate* pada kondensor 1 dan 2. Pada menit 15 suhu meningkat 90°C, sudah menghasilkan *flowrate* pada kondensor 1 sebanyak 7 ml dan kondensor 2 sebanyak 1 ml. Pada menit 20 sampai 30 kondensor 1 menghasilkan 54 ml dan kondensor 2 menghasilkan 23 ml, dengan peningkatan

suhu sebesar 172°C, pada menit 30 sampai 60 kondensor 1 menghasilkan 85 ml dan kondensor 2 75 ml dengan suhu tertinggi 198 °C.

Terlihat dari gambar grafik 8 dan 9 hasil *temperatur* terhadap *flowrate* dan waktu terhadap *flowrate* hasil pirolisis semakin banyak. Hal ini disebabkan semakin tinggi peningkatan suhu dan lama waktu pembakaran didalam tabung reaktor, minyak yang dihasilkan semakin banyak dan gas menjadi lebih sedikit, hasil ini tidak berbeda jauh dari penelitian^[7]. Akan tetapi bahan bakar yang dihasilkan berwarna keruh karena tidak menggunakan pendingin pada tabung kondensor.



Gambar 10. waktu terhadap *flowrate* menggunakan pendingin air waktu 60 menit



Gambar 11. *temperatur* terhadap *Flowrate* dengan waktu 60 menit pendingin air

Gambar grafik 10 dan 11 menjelaskan hasil *temperatur* terhadap *Flowrate* dan waktu terhadap *flowrate* dengan waktu 60 menit menggunakan pendingin air. Pada menit 0 dalam tabung reaktor berada pada suhu 28°C, pada menit 5 suhu meningkat 40°C belum menghasilkan *flowrate* pada kondensor 1 dan 2. Pada menit 10 suhu meningkat 72°C sudah menghasilkan *flowrate* pada kondensor 1 sebanyak 1,3 ml dan kondensor 2 sebanyak 0,4 ml. Pada menit 15 dengan peningkatan suhu 115°C kondensor 1 menghasilkan 29 ml dan kondensor 2 menghasilkan 11 ml, pada menit 20 sampai 30 kondensor 1 menghasilkan 94 ml dan kondensor 2 menghasilkan 63 ml dengan suhu 190°C. Pada menit 35 sampai 60 kondensor 1 menghasilkan 109 ml dan kondensor 2 menghasilkan 83 ml dengan suhu tertinggi 200°C.

Terlihat dari gambar 4.7 dan 4.8 hasil *Flowrate* terhadap *temperature* dan waktu terhadap *flowrate* semakin banyak. Hal ini disebabkan semakin tinggi peningkatan suhu dan lama waktu pembakaran didalam tabung reaktor, minyak yang dihasilkan semakin banyak dan gas menjadi lebih sedikit, hasil ini tidak berbeda jauh dari penelitian^[7]. Penggunaan pendingin pada tabung kondensor mempengaruhi *flowrate* yang dihasilkan pada kondensor 1 dan 2 sehingga bahan bakar yang dihasilkan lebih bening di banding tanpa pendingin.

Melihat dari analisa 4 gambar di atas menjelaskan bahwa. Hasil bahan bakar selama 60 menit lebih banyak menggunakan pendingin air di banding tanpa pendingin. Hal ini disebabkan penggunaan pendingin dapat mempengaruhi bahan bakar yang dihasilkan, sehingga bahan bakar yang dihasilkan lebih bening dibanding tanpa pendingin. Ketika tanpa menggunakan

pendingin kerak akan terus keluar bersama bahan bakar dan banyak uap yang tidak terkondensasi.

Hasil dari analisa pengolahan data proses pirolisis sampah plastik, diketahui waktu dan temperatur sangat berpengaruh terhadap banyak atau sedikitnya minyak yang didapatkan, penggunaan pendingin dan tidak menggunakan pendingin dapat mempengaruhi warna dan hasil bahan bakar. Panjang lintasan menuju tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap *flowrate* bahan bakar. Semakin panjang lintasan menuju tabung kondensor maka proses kondensasi akan semakin lama, bahan bakar yang dihasilkan akan semakin lama dan sebaliknya. Hasil bahan bakarpun lebih bening menggunakan pendinginan di bandingkan tanpa pendingin.

KESIMPULAN

1. Waktu dan temperature sangat berpengaruh terhadap besar atau kecilnya minyak yang dihasilkan.
2. Hasil ahir perolehan bahan bakar selama 30 menit lebih banyak tanpa pendingin dibanding menggunakan pendingin air.
3. Hasil bahan bakar selama 60 menit lebih banyak menggunakan pendingin air di banding tanpa pendingin.
4. Pada hasil pengujian diketahui hasil kondensor 1 lebih banyak di banding kondensor 2.
5. Penggunaan pendingin pada tabung kondensor mempengaruhi warna *flowrate* yang dihasilkan pada kondensor 1 dan 2.
6. Panjang lintasan menuju tabung kondensor juga mempengaruhi terhadap *flowrate* bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ena Marlina, Slamet Wahyudi, Lilis yulianti. " Produksi Brow's Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NahCo₃ Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4,N0.1 Tahun 2013 53-58
- [2] R. Rafli, H. B. Fajri, A. Jamaludhin, M. Azizi, H. Riswanto, and M. Syamsiro, "Penerapan teknologi pirolisis untuk konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak di Kabupaten Bantul," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 2, no. April, pp. 1–5, 2017.
- [3] E. Widawati, T. Harlianto, I. Iskandar, and C. Budiono, "Kajian potensi pengolahan sampah," *J. Metris*, vol. 15, pp. 119-126, 2014.
- [4] D. T. Mareta and S. Nur, "Pengemasan Produk Sayuran Dengan Bahan Kemas Plastik Pada Penyimpanan Suhu Ruang Dan Suhu Dingin," *Pengemasan Prod. Sayuran Dengan Bahan Kemas Plast. Pada Penyimpanan Suhu Ruan Dan Suhu Dingin*, vol. 7, no. 1, pp. 26-40, 2011.
- [5] U. B. Surono, "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik," *J. Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–40, 2013.
- [6] M. Syamsiro, A. N. Hadiyanto, and Z. Mufrodi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2016.
- [7] R. P. Liestiono, M. S. Cahyono, W. Widyawidura, A. Prasetya, and M. Syamsiro, "Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE)," *J. Offshore Oil, Prod. Facil. Renew. Energy*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2017, doi: 10.30588/jo.v1i2.288.
- [8] D. T. Mesin and P. Jambi, "Jurnal Ilmiah " TEKNIKA " RANCANG BANGUN ALAT PIROLISIS UNTUK DAUR ULANG SAMPAH KANTONG PLASTIK Sukadi *, Novarini ** Fakultas Teknik Universitas IBA ISSN : 2355-3553 Jurnal Ilmiah " TEKNIKA " limbah sampah kantong plastik (LDPE) menjadi bahan bakar min," vol. 5, no. 2, pp. 96–102, 2009.