

Karakteristik Hasil Proses Pyrolysis Jenis Plastik Pet 50%, HDPE 25% dan PP 25% Menggunakan Katalis Alam Metode SPSS Dan MATLAB

Teofani Bagus Prasetyo¹, Fatkur Rhozman²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹teofanibagus.p@gmail.com, ²fatkurrozman@unpkediri.ac.id

Abstrak -Penelitian ini dilatarbelakangi karena semakin menumpuknya sampah plastik yang sulit terurai sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bahan bakar alternatif hasil proses dari proses pirolisis plastik PET, HDPE, dan PP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental nyata. Dengan bahan sebagai variabel bebas dan viskositas, densitas dan flash point sebagai variabel terikat serta suhu kondensor dan tekanan pada reaktor sebagai variabel kontrol. Dari Hasil penelitian yang telah dilakukan, pada temperatur 250°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih, mempunyai nilai viskositas 1,15 cSt, Densitas 0,072Kg/m³, Flash point 1,7°C dan memiliki nilai kalor 10,831 . selanjutnya pada temperatur 300°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih tanpa adanya endapan dengan nilai viskositas 1,21 cSt, Densitas 0,073Kg/m³, Flash point 2°C dan memiliki nilai kalor 10,672 . Pada temperatur 350°C minyak pirolisis berwarna hitam pekat karena adanya endapan seperti pada suhu 300°C tetapi mempunyai nilai viskositas 1,29 cSt, Densitas 0,074Kg/m³, Flash point 2,7 C dan memiliki nilai kalor 10,559. pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat banyak endapan dan mempunyai nilai viskositas 1,32 cSt, Densitas 0,075Kg/m³, Flash point 3,3°C dan memiliki nilai kalor 10,271. Dari ketiga sifat karakteristik bahan plastik campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% memiliki temperatur optimum yang berbeda. Sifat karakteristik yang dimiliki bahan plastik Campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% memiliki nilai viskositas, densitas, dan flash point terendah rata-rata pada temperatur 200°C. Dalam penelitian ini kualitas cairan hasil pirolisis yang terbaik adalah dengan warna merah jernih tanpa adanya endapan.

Kata Kunci: Pirolisis, Plastik PET, Plastik HDPE, Plastik PP.

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan permasalahan lingkungan hidup di yang dihadapi oleh masyarakat Indonesia dan dunia. Penggunaan produk plastik secara tidak ramah lingkungan menyebabkan berbagai masalah lingkungan hidup yang serius. Sampah plastik tidak hanya menjadi masalah di perkotaan, namun juga di lautan[1].

HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan kode untuk barang-barang berbahan plastik yang palingsering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Adapun barang-barang tersebut seperti botol minum, botol soda, botol minyak, botol saus, tempat selai kacang, kotak obat, sisir dan masih banyak lagi.

PET biasa disebut dengan polyester. Biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Tidak untuk air hangat apalagi panas[2].

Plastik PP mampu menjaga bahan yang ada di dalamnya dari kelembaban, minyak dan senyawa kimia lain. PP biasanya digunakan sebagai pembungkus pada produk sereal sehingga tetap kering dan segar. PP juga digunakan sebagai ember,

kotak margarin dan yogurt, sedotan, tali, isolasi dan kaleng plastik cat[3].

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bahan bakar pirolisis dari campuran plastik PET 50% PP 25% HDPE 25%. Selain itu juga untuk mengetahui karakteristik jenis terhadap hasil produk ditinjau dari nilai viskositas, densitas dan flash pointnya.

2. METODE PENELITIAN

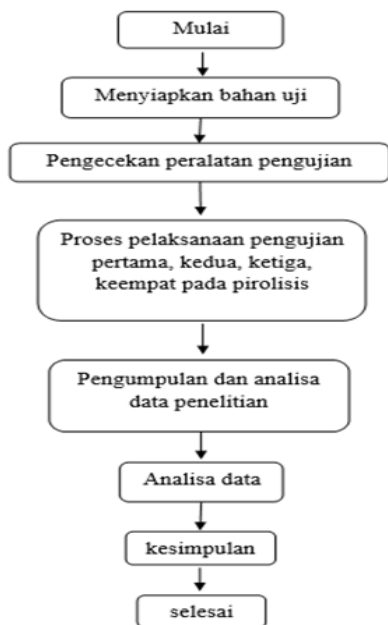
2.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan[4].

2.2 Identifikasi Variabel

Dengan bahan sebagai variabel bebas dan viskositas, densitas dan flash point sebagai variabel terikat serta suhu kondensor dan tekanan pada reaktor sebagai variabel control[5].

2.3 Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Keterangan :

- 1) persiapan bahan baku plastik campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% , mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.
- 2) persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian plastik campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25%.
- 3) masukan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian plastik campuran PET 50% HDPE 25% PP 25% didalam tabung reaktor.
- 4) setelah proses pengujian selesai hasil produksi dari proses pirolisis diuji untuk mengetahui karakteristiknya.
- 5) pengumpulan data adalah setelah mendapat hasil data yang diperoleh nantinya dikumpulkan datanya.
- 6) analisa data adalah setelah pengumpulan data lalu lakukan analisis data.
- 7) kesimpulan proses akhir dari pengujian adalah menyimpulkan data yang diteliti dan diuji.

2.4 Bahan dan Peralatan.

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah limbah botol plastik bekas jenis PET, PP, dan HDPE yang sudah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil dicampur dengan persentase campuran plastik PET 50% PP 25% HDPE 25%

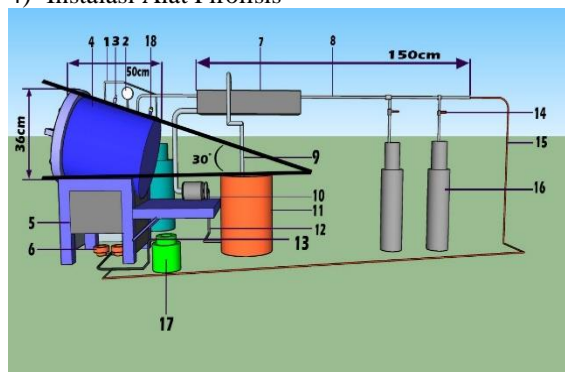
- 1) Plastik jenis PP
PP memiliki potensi dalam meningkatkan sifat fisik dan kimia produk pirolisis minyak
- 2) Plastik jenis HDPE
HDPE dipelajari dan diselidiki sifat kenaikan atau penurunan sifat yang berbeda karena

penambahan serat pisang dalam komposit BF-HDPE. Kepadatan massal komposit meningkat dengan meningkatnya berat.

3) Plastik jenis PET.

PET adalah salah satu yang paling aman (untuk aplikasi industri makanan) plastik kimia bensin yang dapat digunakan sebagai bahan kemasan kontak makanan primer atau sekunder.

4) Instalasi Alat Pirolisis



Gambar 2. Instalasi Peralatan Pengujian Pirolisis (Tampak Depan)

1. Nitrogen
2. Manometer
3. Katup Otomatis tekanan tinggi
4. Reaktor
5. Pondasi
6. Kompor
7. Kondensor
8. Pipa logam
9. Selang keluaran air kondensor
10. Pompa
11. Wadah air kondensor / bak
12. Selang masukan air kondensor
13. Regulator
14. Valve
15. Selang LPG
16. Penampung hasil pirolisis
17. Gas LPG
18. Termokopel

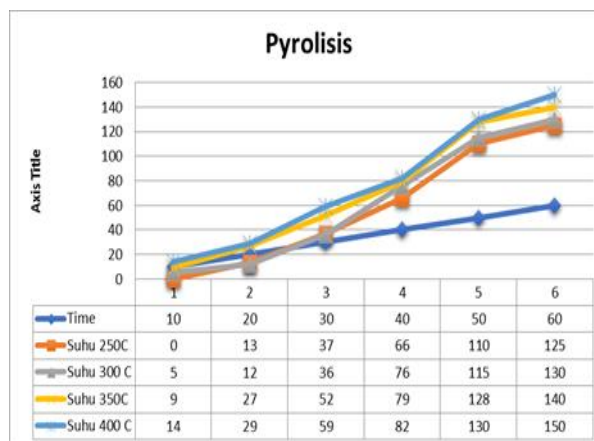
2.5 Pelaksanaan Penelitian

Adapun persiapan pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Langkah proses produksi pirolisis

- 1) Memasukan bahan baku kedalam reaktor.
- 2) Tabung reaktor dipanasi dengan kompor, nyalakan api sampai suhu 400°C.
- 3) Untuk sementara waktu kran ditutup dengan waktu 15-20 menit agar tabung reaktor menjadi vakum setelah itu kran yang menuju kondensor dibuka.
- 4) Suhu diukur dengan termocouple digital.
- 5) Kondensor dialiri air secara terus menerus selama proses pengujian berjalan dengan suhu 17-26°C.

- 6) Setelah pipa di turunkan suhu dengan kondensor gas dan cairan akan turun pada bagian output kondensor.
- 7) Gas akan mengalir melalui pipa bagian atas dan cairan akan mengalir melalui pipa bagian bawah.
- 8) Tunggu kurang lebih 2 jam.
- 9) Setelah selesai akan mendapatkan hasil produk pirolisis dari bahan PP 25%, PET 50% dan HDPE 25%.
- 10) Lakukan uji perbandingan presentase hasil proses pirolisis dan bahan material yang ada dengan program Matlab.
- 11) Setelah melakukan pengujian dan catat hasil dari perbandingan tersebut.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur Terhadap Proses Pirolisis.

Dari grafik diatas semakin tinggi temperatur, hasil yang diperoleh jugasemakin banyak. Hasil terbanyak di dapat pada suhu 400°C dengan waktu selama 60 menit. Hasil yang didapat sebanyak 250 ml.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Cairan				
Suhu	viskositas (cst)	Densitas (g/cm ³)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (Kal/gr)
250 C	1,15	720	1,7	10,831
300 C	1,21	725	2	10,672
350C	1,29	730	2,7	10,559
400 C	1,32	750	3,3	10,271

2.6 Program MATLAB

Matlab adalah suatu program komputer yang dapat melakukan perhitungan matematik dengan suatu bahasa pemograman sederhana dengan fasilitas yang jauh lebih hebat dan lebih mudah digunakan dari bahasa seperti Basic, Pascal. Matlab memungkinkan untuk menggambarkan data dengan berbagai cara, mengerjakan aljabar matrik, memanipulasi polynominal, mengintegalkan fungsi, memanipulasi persamaan secara simbol dan lain-lain. Melalui kemampuan grafisnya, matlab menyediakan banyak pilihan untuk visualisasi data. Dengan kata lain matlab adalah suatu lingkungan tempat membuat aplikasi dimana kita dapat membuat antar muka grafis (*Graphical User Interface atau GUI*) dan menyediakan pendekatan visual untuk menyelesaikan masalah-masalah tertentu[6]

2.7 SPSS

SPSS (*Statistical Program for Social Science*) merupakan paket program yang berguna untuk menganalisis data statistik. SPSS dapat digunakan untuk hampir seluruh file data dan sekaligus membuat laporan dalam bentuk tabulasi, grafik, dan plot untuk berbagai distribusi maupun statistic deskriptif[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pirolisis yang dilakukan dengan menggunakan bahan plastik PET50% PP25% dan HDPE 25% diperoleh data sebagai berikut :

3.1 Pengaruh temperatur terhadap hasil pirolisis

Hubungan antara temperatur, waktu dan hasil cair yang diperoleh akan dijelaskan melalui grafik x dan y berikut ini :

3.2 Pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas

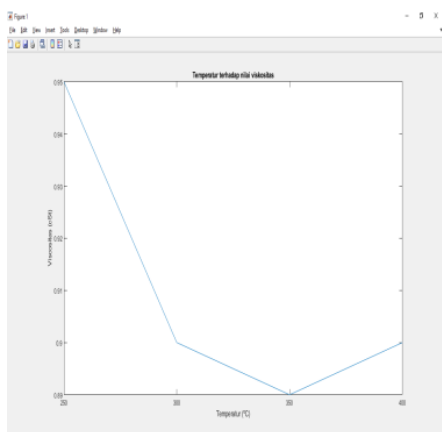
Viskositas adalah nilai yang diukur dari daya hambatan aliran yang dialami suatu fluida pada suatu tekanan tertentu, biasanya sering disebut kekentalan atau penolakan terhadap penuangan. Contoh sederhananya yaitu membandingkan air dengan oli, tentu air akan lebih cepat mengalir jika dibandingkan dengan oli, dikarenakan kekentalan yang dimiliki oli lebih tinggi dari air.

Sehingga dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi viskositas suatu cairan maka semakin susah cairan tersebut untuk bergerak mengalir begitupun sebaliknya. Dalam penelitian ini viskositas akan diukur dengan menggunakan viskotester. Sejumlah cairan akan dituang ke dalam wadah kemudian saklar dihidupkan untuk menyalakan rotor. Rotor akan terus bergerak mengaduk cairan dan jarum 327ndicator juga akan terus bergerak. Bila jarum pada 327ndicator sudah menunjukkan posisi steady maka hasil viskositasnya sudah diketahui dan selanjutnya

Tabel 2. Temperatur Terhadap Nilai Viskositas

Bahan	Plastik PET 50% PP 25% HDPE 25%			
	250	300	350	400
Temperatur (°C)	250	300	350	400
Viscositas (cSt)	1,15	1,21	1,29	1,32

Dari tabel 2 diatas menunjukkan pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai Viskositas

Semakin rendah nilai viskositas yang dimiliki cairan maka cairan tersebut semakin encer. Nilai viskositas dari bahan plastik PET 50% PP 25% HDPE 25% terendah sebesar 1,15 cSt pada temperatur 250°C. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 1,32 cSt pada temperatur 400°C. Berikut adalah alat viskotester :



Gambar 5. Alat Viskotester

3.3 Pengaruh temperatur terhadap nilai densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.

Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air). Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter

kubik ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan satu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah dengan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

ρ adalah massa jenis,

m adalah massa,

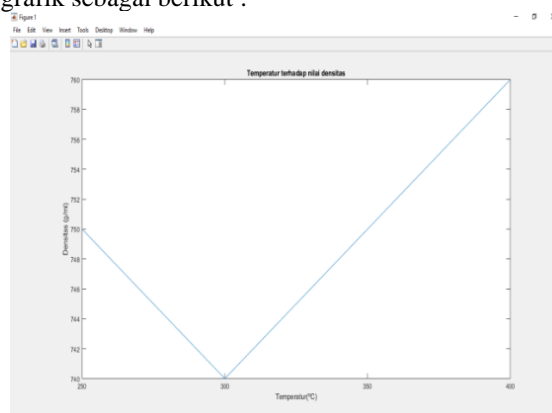
V adalah volume.

Satuan massa jenis dalam 'CGS (centi-gram-sekon)' adalah: gram per sentimeter kubik (g/cm^3), $1000 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Tabel 3. temperatur terhadap nilai densitas

Suhu (°C)	Massa erlemeyer (Kg)	Massa Erlemeyer + Cairan (Kg)	Massa Cairan (Kg)
250	0,073	0,148	0,072
300	0,073	0,147	0,0725
350	0,073	0,148	0,073
400	0,073	0,149	0,075

Dari tabel 3 diatas dapat disimpulkan dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 5. Pengaruh Temperatur Terhadap Densitas

Besarnya nilai densitas masih erat kaitannya dengan nilai viskositas, jika semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin besar juga nilai densitasnya. Dari bahan plastik campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% yang digunakan sebagai penelitian nilai densitas terendah ada pada temperatur 300°C dengan nilai 0,074 kg/m^3 . Sedangkan nilai densitas tertinggi adalah 0,076 kg/m^3 pada temperatur 400°C.

3.4 Pengaruh temperatur terhadap nilai flash point

Flash point adalah fraksi dimanabahan bakar akan menguap dan menimbulkan api bila terkena percikan api dan kemudian mati dengan sendirinya dengan rentan waktu yang cepat. Hal ini disebabkan

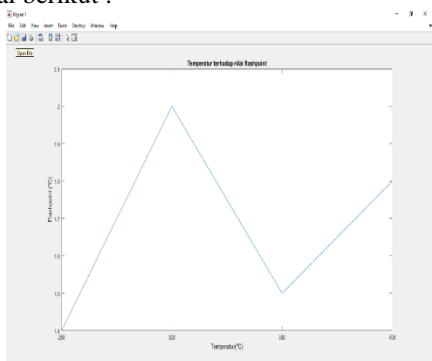
karena pada kondisi tersebut belum mampu untuk membuat bahan bakar bereaksi dan menghasilkan api yang kontiniu. *Flash point* dapat ditentukan dengan melakukan pemanasan yang tetap terhadap suatu fraksi bahan bakar, setelah mencapai titik suhu tertentu maka fraksi tersebut akan mengalami penguapan.

Semakin tinggi *flash point* suatu fraksi maka akan sulit untuk terbakar begitupun jika fraksi memiliki *flash point* rendah berarti akan mudah terjadi pembakaran. Dalam penelitian ini *flash point* akan diukur dengan menggunakan alat *flash point tester*.

Tabel 4. Temperatur Terhadap Nilai *Flash Point*

Temperatur (°C)	250	300	350	400
Flash Point (°C)	1,7	2	2,7	3,3

Dari tabel 4 diatas dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 6. pengaruh temperatur terhadap nilai *flash point*

Flash point dari bahan plastik campuran PET50% PP 25% dan HDPE 25% nilai terendah terdapat pada temperatur 350°C dengan nilai 1,5°C. Sedangkan nilai *flash point* tertinggi terdapat pada temperatur 300°C dengan nilai 3,3°C. Berikut adalah alat yang digunakan untuk mengukur *flash point* :



Gambar 6 *Flash Point Tester*

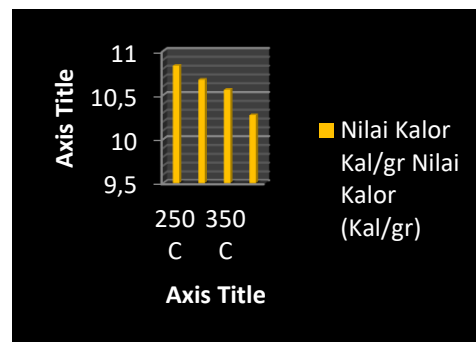
5. Pengaruh temperatur terhadap nilai *Kalor*

Dari hasil penelitian dengan menggunakan analisa proximate di laboratorium maka di peroleh

hasil analisa Ash Content pada yang di ambil dari hasil pyrolisis dari plastik Campuran PP 25% PET 50% dan HDPE 25% menentukan nilai kalor dengan menggunakan alat Bomb Calorimeter dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 5. Temperatur terhadap nilai *flash point*

Nilai Kalor Kal/gr	
Suhu	Nilai Kalor (Kal/gr)
250 °C	10,831
300 °C	10,672
350 °C	10,559
400 °C	10,271



Gambar 7. Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai *Flash Point*

Dari semua perbandingan ini yang memiliki nilai Kalor tertinggi adalah pada suhu 250 °C dengan nilai 10,81 Kal/gr dan pada suhu 300 °C memiliki nilai kalor 10,672 dan pada suhu 350 °C 10,559 dan sedangkan suhu 400 °C memiliki nilai kalor terendah yaitu 10,271



Gambar 8. *Bomb Kalori Meter*

4. SIMPULAN

Dari Hasil penelitian yang telah dilakukan, pada temperatur 250°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih, mempunyai nilai viskositas 1,15 cSt, Densitas 0,072Kg/m³, *Flash point* 1,7°C dan memiliki nilai kalor 10,831 . selanjutnya pada temperatur 300°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih tanpa adanya

endapan dengan nilai viskositas 1,21 cSt, Densitas 0,073Kg/m³, *Flash point* 2°C dan memiliki nilai kalor 10,672 . Pada temperatur 350°C minyak pirolisis berwarna hitam pekat karena adanya endapan seperti pada suhu 300°C tetapi mempunyai nilai viskositas 1,29 cSt, Densitas 0,074Kg/m³, *Flash point* 2,7°C dan memiliki nilai kalor 10,559. pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat banyak endapan dan mempunyai nilai viskositas 1,32 cSt, Densitas 0,075Kg/m³, *Flash point* 3,3°C dan memiliki nilai kalor 10,271.

Dari ketiga sifat karakteristik bahan plastik campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% memiliki temperatur optimum yang berbeda. Sifat karakteristik yang dimiliki bahan plastik Campuran PET 50% PP 25% dan HDPE 25% memiliki nilai viskositas, densitas, dan *flash point* terendah rata-rata pada temperatur 200°C. Dalam penelitian ini kualitas cairan hasil pirolisis yang terbaik adalah dengan warna merah jernih tanpa adanya endapan.

5. SARAN

Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal pada penelitian selanjutnya, maka perlu adanya peningkatan, adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mendapatkan hasil bahan bakar cair yang lebih maksimal, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk menjaga kenaikan temperatur pada reaktor secara konstan. Sedangkan kondensor dibuat vertikal dan volumenya lebih besar. Untuk pipa yang ada di dalam kondensor diameternya lebih kecil dan berbentuk melingkar atau spiral, supaya luas penampang yang terkondensasi lebih banyak dan waktu kondensasi lebih lama.
- b. Jumlah air yang digunakan pada sistem pendingin harus memiliki volume 3 kali lebih banyak dari pada volume air pada kondensor. Selain itu untuk menghasilkan hasil yang maksimal, konstruksi kondensor sebaiknya lebih rendah dari Posisi Tabung reaktor

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. O. Young. 1964. *Synthetic structure of industrial plastics (Book style with paper title and editor)* in *Plastics*. 2nd ed. vol. 3, McGraw-Hill, New York
- [2] Wyatt, J. C, dan Spiegelhalter, D.. 1991. *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*. Clayton, P. (ed.): *Proc. 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care*. Vol 1. Ed. 2. McGraw Hill Inc, New York.
- [3] Glory, O. (2018). *Penambahan Limbah Plastik HDPE dan PP pada campuran Pasangan Dinding Batako*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [4] Panorama, M., & Muhajirin. (2017). *Pendekatan Praktis Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: Idea Press Yogyakarta.
- [5] Nuryosuwito, Rosydi, M. I., & Istiqlaliyah, H.(2020, Desember). *Pemanfaatan Jenis Plastik HDPE Menjadi Bahan Bakar Alternatif Proses Pirolisis*. 3.
- [6] Tjolleng, A. (2017). *Pengantar Pemrograman Matlab*. Jakarta: Elex Media Komputindo
- [7] Krismianto, U. (2015). *SPSS (Statistical Package for the Social Sciens). Makalah Olah Data SPSS*. JURNAL DASI ISSN: 1411-3201 Vol. 14 No. 2