

# PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK BERLAPIS METALIZE JENIS *POLYPROPYLENE* (PP) MENGGUNAKAN METODE PIROLISIS ELEKTRIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK

## *UTILIZATION OF POLYPROPYLENE (PP) METALIZE COATED PLASTIC WASTE USING ELECTRIC PYROLYSIS METHOD INTO OIL FUEL*

Alvin Sahbandi, Arif Mulyanto, Ida Bagus Alit

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia

\*Corresponding author

E-mail addresses: [alvinsahbandi@gmail.com](mailto:alvinsahbandi@gmail.com)

Received .....; Received in revised form .....; Accepted .....

### ABSTRACT

*Utilization of plastic waste using the electric pyrolysis process method, where in this method a thermal degradation process occurs for the compounds contained in plastic waste, with a heating process sourced from electrical energy at high temperatures in the absence of oxygen, occurring in a vacuum reaction chamber. In using the electric pyrolysis process method, it will be able to produce fuel oil from plastic waste with high quality and quantity. This study aims to determine the effect of variations in heating temperature on the recovery of fuel oil and the physical properties of fuel oil resulting from the electric pyrolysis process.*

*The plastic waste used is metallized polypropylene (PP) coated plastic waste such as snack wrappers, biscuits, wafers and the like which are coated with metallize. This electric pyrolysis process uses a batch reactor in the form of a closed tube which is coated with glass wool and aluminum foil so that the pyrolysis heating can occur more quickly, the raw material is 500 grams, carried out at various temperatures between 300°C, 325°C, and 350°C. The most fuel oil produced by electric pyrolysis was obtained at a temperature variation of 350°C (102.27 gr (20.454%) with a volume of 145 ml and a residue of 100.929 gr (20.186%), for the best and highest results of viscosity, density and calorific value of fuel oil obtained at a test temperature of 300°C (59.68 cP, 786.69 kg/ and 21.93 1 MJ/kg).*

**Keywords:** *Waste utilization, plastic waste, electric pyrolysis, fuel oil, physical properties.*

## 1. Pendahuluan

Penanggulangan sampah pada masa ini merupakan suatu hal yang sangat perlu diperhatikan dan ditindaklanjuti oleh pemerintah terutama bagi seluruh masyarakat pada umumnya, dikarenakan sampah memiliki banyak sekali dampak dan pengaruh yang kurang baik bagi lingkungan, diantaranya seperti terjadinya polusi udara apabila sampah dibakar sembarangan, polusi tanah akibat dari sampah yang tidak bisa teruraikan, serta pencemaran air yang diakibatkan dari pembuangan sampah secara sembarangan dan juga dampak lain sebagainya yang dipengaruhi oleh adanya sampah yang tidak dikelola dengan baik.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik, akan menimbulkan berbagai masalah dalam kehidupan bagi sumbernya, seperti bau busuk, pemandangan yang tidak sedap, adanya potensi berkembangnya sarang penyakit, terutama yang disebarkan oleh lalat, tikus dan serangga, sehingga berdampak pada

sanitasi lingkungan yang buruk dan kelestarian alam. Namun sebaliknya bila mampu dikelola dengan baik akan memberikan dampak positif. Pengelolaan sampah merupakan suatu tindakan penanganan sampah yang dilakukan disetiap daerah kota dengan melakukan tahapan proses mulai dari penimbunan, penyimpanan setempat, pengangkutan, pemrosesan sampai pembuangan akhir [1].

Sampah yang sulit untuk teruraikan merupakan suatu permasalahan utama yang harus diselesaikan, terutama pada sampah plastik yang banyak sekali menimbulkan suatu dampak permasalahan apabila tidak dikelola dengan baik. Sampah plastik merupakan penyumbang terbanyak dari sampah di dunia yang mencemari lingkungan dan alam, sampah plastik merupakan sampah non-organik yang sulit untuk teruraikan, sehingga banyak sampah plastik yang bertumpuk menghasilkan beberapa dampak buruk bagi alam, hewan maupun bagi manusia diantaranya bau tidak sedap yang dihasilkan oleh penumpukan sampah plastik, sampah plastik yang dibuang disungai akan dialirkan menuju lautan yang akan mencemarinya, membunuh hewan laut dan merusak ekosistem laut, sampah plastik yang dibakar menghasilkan beberapa gas yang berbahaya bagi kesehatan seperti karbon dioksida (CO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>x</sub>) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) [2].

Permasalahan pada sampah plastik yang merupakan sampah non-organik yang sulit terurai, semakin bertambahnya jumlah sampah plastik di tempat pembuangan sampah yang ada, maka dari hal tersebut pemerintah dan masyarakat harus banyak melakukan upaya untuk menguraikan sampah plastik tersebut dengan cara mendaur ulang kembali maupun memanfaatkannya menjadi bahan bakar minyak alternatif, dikarenakan dilihat dari sifat penyusun sampah plastik yang berupa unsur kimia hidrokarbon. Sehingga dari hal tersebut ada beberapa metode pengolahan sampah plastik yang sudah dikenal dan diterapkan yaitu diantaranya metode pirolisis, gasifikasi, maupun katalitik [3].

Maka dari beberapa metode yang ada, salah satu metode yang ingin dikembangkan dan diterapkan penulis adalah melakukan penelitian untuk memperoleh bahan bakar minyak alternatif dari sampah plastik yang sulit terurai dan jarang didaur ulang untuk diolah dan dikonversikan melalui metode pirolisis, dimana proses pirolisis ini yang pada umumnya menggunakan pemanasan dari api pembakaran tetapi penelitian ini akan mengandalkan energi listrik sebagai pemanasnya, sehingga metode yang diterapkan penulis ini bisa juga disebut metode proses pirolisis elektrik.

Pirolisis dapat didefinisikan sebagai thermal degradation (de-volatilization) yang merupakan suatu proses degradasi termal material dalam ruangan tertutup yang tidak mendapatkan aliran udara masuk. Proses pirolisis ini berlangsung pada suhu antara 200°C hingga 600°C. Beberapa parameter yang mempengaruhi proses pirolisis yaitu mulai dari tipe bahan pengujian, temperatur, tekanan, laju pemanasan dan waktu reaksi, hal-hal tersebut yang merupakan parameter atau variabel yang mempengaruhi jumlah dan sifat-sifat dari produk yang akan dihasilkan [4].

Beberapa jenis bahan plastik yang dapat diolah menjadi bahan baku pembuatan bahan bakar minyak alternatif diantaranya yaitu *PolyStyrene* (PS), *PolyEthylene Terephthalate* (PET), *High Density PolyEthylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density PolyEthylene* (LDPE), dan *PolyPropylene* (PP). *Polystyrene* merupakan jenis plastik untuk bahan baku pembuatan mainan anak-anak, barang-barang elektronik, wadah makanan. *Polyethylene terephthalate* merupakan jenis plastik yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan botol air mineral. *High Density PolyEthylene* digunakan pada pembuatan botol sampo, botol susu. *Low density polyethylene* digunakan untuk bahan baku kantong sampah dan *polypropylene* yang digunakan sebagai bungkus makanan, kantong plastik dan lain sebagainya [5].

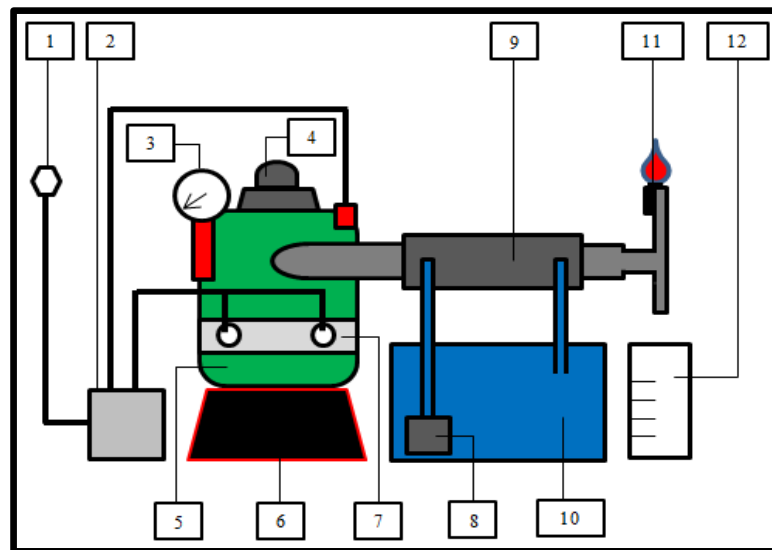
## 2. Bahan dan Metode

Material bahan yang digunakan yaitu sampah plastik berlapis metalize jenis *polypropylene* (PP) seperti pembungkus jajan makanan snack, biskuit, wafer dan sejenisnya yang berlapiskan metalize yang jarang dikelola untuk dimanfaatkan dan didaur ulang kembali.

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah berupa metode eksperimen atau percobaan, yaitu membuat bahan bakar minyak dari sampah plastik berlapiskan metalize jenis *polypropylene* (PP) dengan metode pirolisis elektrik kemudian melakukan pengujian sifat fisik dari bahan bakar minyak yang dihasilkan. Dimana dari jenis metode penelitian ini dapat dipakai untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan yang dilakukan pada pengujian atau penelitian tersebut.



Gambar 1 Bahan baku sampah plastik berlapis metalize jenis *polypropylene* (PP)



Gambar 2 Skema alat uji pirolisis elektrik

Keterangan skema gambar alat uji pirolisis elektrik: 1. Kabel cok; 2. *Relay box*; 3. Termometer; 4. Penutup reaktor; 5. Tabung reaktor; 6. Dudukan reaktor; 7. Elemen pemanas; 8. Pompa air; 9. Kondensator; 10. Wadah air pendinginan; 11. Botol api pembakaran dan 12. Wadah minyak. Tahapan prosedur penelitian yang akan dilakukan pada pengujian pirolisis elektrik: Mencari dan mengumpulkan sampah plastik berlapis metalize jenis *polypropylene* (PP) di tempat pembuangan sampah dan lainnya. Membersihkan kemudian memotong serta menimbang sampah plastik berlapis metalize jenis *polypropylene* (PP) yang akan diuji sebagai bahan penelitian. Mempersiapkan alat pengujian dengan mengecek serta memasang komponen-komponen alat pengujian proses pirolisis elektrik yang akan diujikan. Melakukan proses pengujian pirolisis elektrik dengan memasukkan sampah plastik sebanyak 500 gram ke dalam tabung reaktor pemanasan. Mengatur variasi temperatur pemanasan saat peroses pengujian awal diantara temperatur  $\pm 300^{\circ}\text{C}$ , kemudian pengujian ke dua dan ke tiga diatara temperatur  $\pm 325^{\circ}\text{C}$  dan  $350^{\circ}\text{C}$ . Mengukur dan menimbang volume bahan bakar minyak yang dihasilkan dari setiap proses pengujian pirolisis elektrik yang sudah dilakukan. Melakukan tahap pengujian terkait sifat-sifat dari bahan bakar minyak yang meliputi nilai viskositas, massa jenis dan nilai kalor yang dihasilkan, kemudian mengolah dan menganalisis hasil data yang didapatkan tersebut.

Dalam bahan dan metode penelitian yang dipaparkan, kami juga mencantumkan persamaan-persamaan atau rumus perhitungan yang digunakan dalam analisis penelitian yang dilakukan. Diantaranya dalam penelitian ini menggunakan beberapa persamaan yang mendukung dan ditulis seperti beberapa contoh berikut ini. Daya elemen pemanas dan pompa air dihitung menggunakan Persamaan (1). Memperhitungkan daya listrik yang diperlukan sabuk elemen pemanas pada alat

pirolisis elektrik. Untuk menentukan seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan pada proses pirolisis sebagai berikut.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana:  $P$  adalah nilai dari daya listrik yang digunakan oleh elemen pemanas dan pompa air ( $W$ );  $V$  adalah tegangan listrik dari PLN ( $V$ ); dan  $I$  adalah kuat arus yang dibutuhkan oleh elemen pemanas dan pompa air selama pengujian berlangsung ( $A$ ).

Energi listrik yang digunakan (2). Memperhitungkan energi listrik yang digunakan oleh alat pirolisis elektrik. Untuk menentukan seberapa besar energi listrik yang digunakan atau dimanfaatkan untuk proses pirolisis.

$$W = V \times I \times t \quad (2)$$

Dimana:  $W$  adalah nilai dari energi listrik yang digunakan oleh elemen pemanas dan pompa air ( $J$ );  $V$  adalah tegangan listrik dari PLN ( $V$ );  $I$  adalah kuat arus listrik yang dibutuhkan oleh elemen pemanas dan pompa air ( $A$ ) dan  $t$  merupakan lama waktu bekerjanya elemen pemanas dan pompa selama pengujian berlangsung ( $S$ ).

Kuat arus listrik yang dibutuhkan (3). Kuat arus listrik yang dibutuhkan oleh elemen pemanas maupun pompa dalam proses pengujian pirolisis elektrik. Untuk menentukan kuat arus listrik yang dibutuhkan pada proses pengujian yang dilakukan, dapat ditentukan dengan rumus.

$$I = \frac{P}{V} \quad (3)$$

Dimana:  $I$  adalah nilai dari kuat arus listrik yang dibutuhkan oleh elemen pemanas dan pompa air ( $A$ );  $V$  adalah tegangan listrik dari PLN ( $V$ ); dan  $P$  daya listrik yang digunakan oleh elemen pemanas dan pompa air dalam pengujian ( $W$ ).

Massa jenis minyak yang dihasilkan (4). Kerapatan cairan minyak atau massa jenis minyak, dimana massa jenis minyak adalah pengukuran massa dalam satuan volume yang dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (4)$$

Dimana:  $\rho$  adalah nilai dari massa jenis bahan bakar minyak ( $kg/m^3$ );  $m$  massa bahan bakar minyak yang dihasilkan selama pengujian ( $kg$ ) dan  $v$  volume bahan bakar minyak yang didapatkan dalam pengujian ( $m^3$ ).

Laju aliran massa minyak yang dihasilkan (5). Laju aliran massa bahan bakar minyak yang dihasilkan dan didapatkan, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\dot{m}_{minyak} = \frac{m_{minyak}}{\Delta t} \quad (5)$$

Dimana:  $\dot{m}$  minyak merupakan nilai dari laju aliran massa bahan bakar minyak yang dihasilkan selama pengujian ( $kg/s$ );  $m$  minyak merupakan massa bahan bakar minyak yang dihasilkan ( $kg$ ) dan  $\Delta t$  total nilai waktu pada proses pengujian pirolisis elektrik ( $s$ ).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk memanfaatkan sampah palastik berlapis metalize menjadi bahan bakar minyak, dengan metode proses pirolisis elektrik yang dimana sumber pemanasnya menggunakan energi listrik. Reaktor yang digunakan jenis *batch* berbentuk tabung tertutup yang dilapisi dengan *glasswool* dan alumunium foil. Dalam penelitian ini dilakukan 3 kali percobaan dengan variasi temperatur yang berbeda-beda diantaranya ( $\pm 300^{\circ}\text{C}$ ,  $325^{\circ}\text{C}$ , dan  $350^{\circ}\text{C}$ ), dengan bahan baku sebanyak 500 gram pada setiap pengujian. Lama waktu pengujian tidak ditentukan, sehingga tolak ukur dari waktu pengujian dilihat dari bahan baku yang sudah habis terkondensasi menjadi minyak, disini kami menetapkan apabila minyak tidak menetes selama beberapa menit diantara (3 atau 2 menit) maka pengujian yang dilakukan bisa dianggap selesai atau boleh berhenti. Produk yang dihasilkan dari proses pengujian pirolisis elektrik ini berupa produk cairan (minyak), uap gas yang tidak terkondensasi secara sempurna yang kemudian dibakar dengan botol api pembakaran dan residu (kerak dan alumunium foil).



Gambar 3 Produk hasil pirolisis elektrik

Tabel 1 Data hasil pengujian pada proses pirolisis elektrik

| No. Sampel Pengujian | Temperatur Pengujian ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Bahan Pengujian (gr) | Lama Waktu Pengujian (Jam) | Air Pendinginan Menguap (ml) | Waktu Kerja Elemen Pemanas (Jam) | Waktu Kerja Pompa Air (Jam) | Tegangan Listrik (V) | Kuat Arus Listrik Elemen Pemanas (A) |
|----------------------|---|----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1.                   | 300   | 500                  | 16,27                      | 1460                         | 6,17                             | 16,27                       | 219,33               | 9,27                                 |
| 2.                   | 325   | 500                  | 22,25                      | 450                          | 9,55                             | 22,25                       | 220                  | 7,5                                  |
| 3.                   | 350   | 500                  | 11,72                      | 1210                         | 5,42                             | 11,72                       | 216,67               | 9,07                                 |

Keterangan :  Data awal yang didapatkan disaat dan setelah pengujian dilakukan.

Melihat ketentuan hasil data dari tabel 1 yang diatas, dimana tertera nomor sampel pengujian pirolisis elektrik ke 1-3 dengan variasi temperatur pengujian diantara ( $300^{\circ}\text{C}$ ,  $325^{\circ}\text{C}$ , dan  $350^{\circ}\text{C}$ ), untuk bahan pengujian setiap sampel beratnya (500 gr), waktu pengujian terlama yang didapatkan dari penelitian terlihat pada nomor sampel ke-2 dengan rentang waktu (22,25 jam). Penggunaan air sebagai pendinginan yang sangat penting untuk terjadinya pengkondensasian uap menjadi minyak, dilihat dari data hasil pengujian pada tabel tersebut, jumlah air paling banyak menguap yaitu terdapat pada nomor sampel pengujian ke-1 dengan jumlah air yang hilang sebesar (1464 ml). Kemudian waktu kerja dari elemen pemanas dan pompa yang merupakan lama waktu yang dibutuhkan elemen pemanas dan pompa untuk melakukan kerja pada setiap pengujian, yang tertinggi terdapat pada pengujian sampel

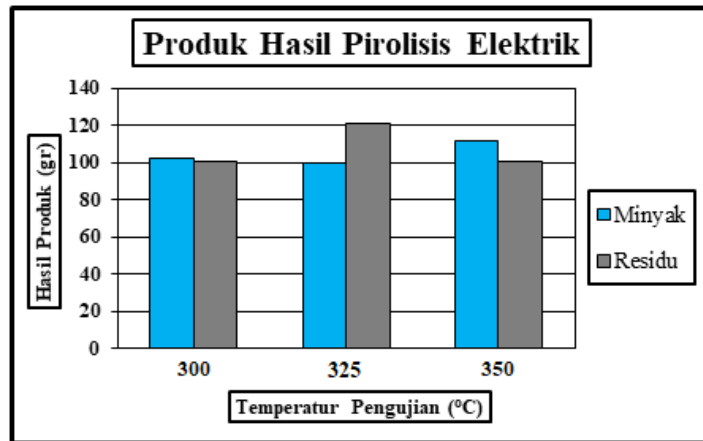
yang ke-2 diantara (9,55 jam) untuk kerja elemen pemanas dan (22,25 jam) untuk kerja pompa. Hasil dari sampel ke-2 merupakan waktu kerja yang sangat lama dari setiap pengujian dikarenakan elemen pemanas yang digunakan berbeda atau diganti karena elemen pemanas sebelumnya rusak. Data tegangan listrik, nilai tertinggi untuk tegangan listriknya didapatkan pada sampel pengujian ke-2 sebesar (220 volt) dilakukan pengukuran saat pengujian berlangsung dalam kondisi sensor (on). Kuat arus listrik elemen pemanas dan pompa, didapatkan saat pengujian berlangsung dengan cara mengukur kuat arus listrik dengan tangmeter, namun disini kuat arus listrik pada pompa tidak di ukur dengan alat tetapi di tentukan dengan cara di kalkulasikan atau dihitung. Hasil data nilai tertingginya untuk elemen pemanas terletak pada proses pengujian sampel ke-1 sebesar (9,27 amper) dan untuk pompa pada sampel ke-3 sebesar (0,1159 amper) Pengambilan data kuat arus listrik sama dengan tegangan listrik sebanyak 3 kali.

Tabel 2 Data hasil perhitungan pada pengujian proses pirolisis elektrik

| No. Sampel Pengujian | Daya Pompa (W) | Daya Elemen Pemanas (W) | Energi Listrik Elemen Pemanas (J) | Kuat Arus Listrik Pompa (A) | Energi Listrik Pompa (J) | Laju Aliran Massa Minyak (kg/s) | Massa Jenis Minyak (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                   | 25             | 2033,19                 | 45,137x 10 <sup>6</sup>           | 0,1139                      | 1,463 x 10 <sup>6</sup>  | 0,18018 x 10 <sup>-5</sup>      | 786,69                                  |
| 2.                   | 25             | 1650                    | 56,727x 10 <sup>6</sup>           | 0,1136                      | 2,002 x 10 <sup>6</sup>  | 0,12759 x 10 <sup>-5</sup>      | 768,48                                  |
| 3.                   | 25             | 1965,19                 | 38,321x 10 <sup>6</sup>           | 0,1159                      | 1,059 x 10 <sup>6</sup>  | 0,25327 x 10 <sup>-5</sup>      | 767,90                                  |

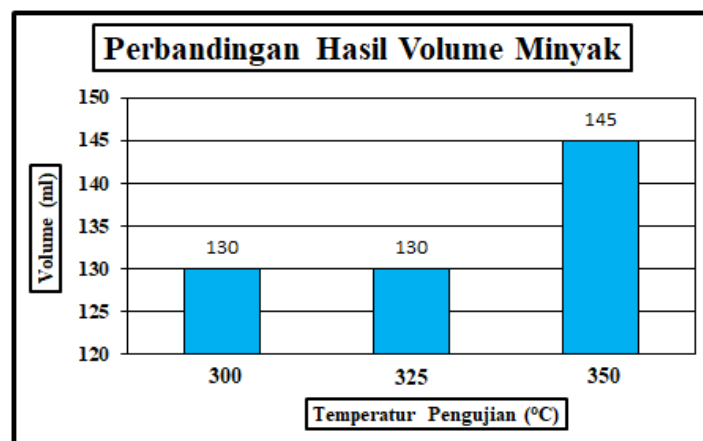
Keterangan :  Data yang didapatkan saat pengujian,  Data yang dihitung setelah pengujian

Ketentuan hasil data perhitungan dari tabel 2 diatas, hasil data terkait daya elemen pemanasnya kami tentukan dengan perhitungan sedangkan untuk daya pompanya kami pakai yang sudah ada dari spesifikasi produknya, data untuk nilai daya pompa sama rata dengan pengujian sampel yang lainnya yaitu (25 watt), untuk daya elemen pemanas yang tertinggi di dapatkan dari sampel pengujian ke-1 sebesar (2033,19 watt), untuk hasil data energi listrik elemen pemanas dan pompa selama pengujian didapatkan dengan cara perhitungan, hasil data tertinggi keduanya di dapatkan pada sampel pengujian yang ke-2 sebesar (56,727 x 10<sup>6</sup> joule) untuk elemen pemanas dan (2,002 x 10<sup>6</sup> joule) untuk pompa. Kemudian laju aliran massa minyak pada pengujian yang didapatkan, laju aliran massa minyak tertinggi didapatkan pada nomer sampel ke-3 sebesar (0,0000025327 kg/s) dengan waktu pengujiannya yang paling cepat dan yang terakhir massa jenis minyak yang dihasilkan, tingkatan hasil nilai tertinggi yang didapatkan untuk massa jenis minyaknya terdapat pada pengujian nomor sampel ke-1 dengan tingkatan hasil nilai sebesar (786,69 kg/m<sup>3</sup>), semakin tinggi nilai dari massa jenis miyak yang dihasilkan maka semakin berat tingkatan massa minyak yang terkandung pada setiap bagian ukuran volumenya.



Gambar 4 Grafik perbandingan produk hasil minyak dengan residu

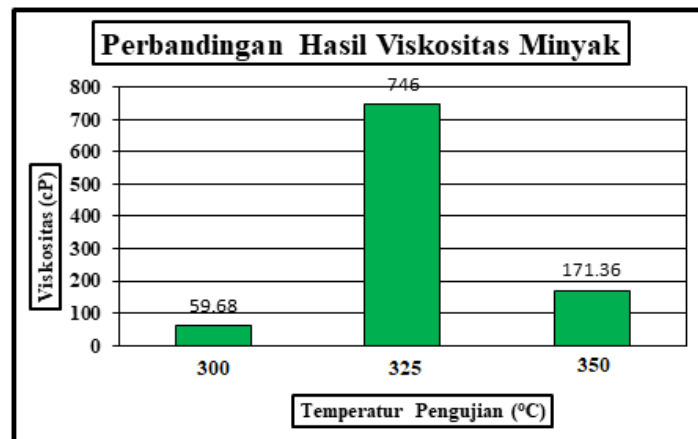
Dilihat dari gambar grafik 4 diatas yang merupakan produk hasil dari penelitian terkait pengujian pirolisis elektrik dengan menggunakan bahan baku sampah plastik berlapis metalize jenis *polypropyline* (PP) seperti pembungkus jajan makanan snack, biskuit, wafer dan sejenisnya yang jarang dikelola untuk dimanfaatkan dan didaur ulang kembali, dimana berat bahan baku yang digunakan dalam pengujian sebesar 500 gr, produk yang dihasilkan berupa cairan minyak dengan berat atau massa minyak sebesar 102,27 gr (20,454%) dan residu yang berupa kerak dan alumunium foil pada plastik sisa dari pemanasan sebesar 100,929 gr (20,186%) dari bahan baku pengujian dengan temperatur 300°C. Kemudian produk pengujian dari temperatur 325°C didapatkan minyak 99,903 gr (19,981%) dan residunya 121,188 gr (24,238%), dan untuk temperatur 350°C didapatkan minyak 111,346 gr (22,269%) dan residunya 100,3 gr (20,06%). Dilihat dari ketiga pengujian tersebut didapatkan bahwa hasil minyak terbanyak didapatkan pada temperatur pengujian 350 °C dan untuk residu terbanyak terdapat pada tmeratur pengujian 325°C. Dari semua hasil pengujian yang didapatkan, hasilnya tidak sesuai dengan harapan yang sudah dibayangkan, hasilnya sangat sedikit dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya walaupun berbeda bahan baku plastiknya namun sama jenisnya, pada penelitian ini kebanyakan residu yang didapatkan dibandingkan bahan bakar minyaknya.



Gambar 5 Grafik perbandingan volume minyak hasil pengujian

Pada gambar grafik 5 yang berkaitan dengan perbandingan volume minyak hasil pengujian pirolisis elektrik dengan variasi temperatur yang berbeda-beda diantara 300°C, 325°C, dan 350°C, dimana pada temperatur pengujian 300°C didapatkan minyak dengan volume sebesar (130 ml), kemudian pada temperatur pengujian 325°C didapatkan minyak (130 ml) perbandingan hasil minyaknya sama dengan pengujian suhu yang 300°C, hal tersebut dikarenakan alat ukur yang kami

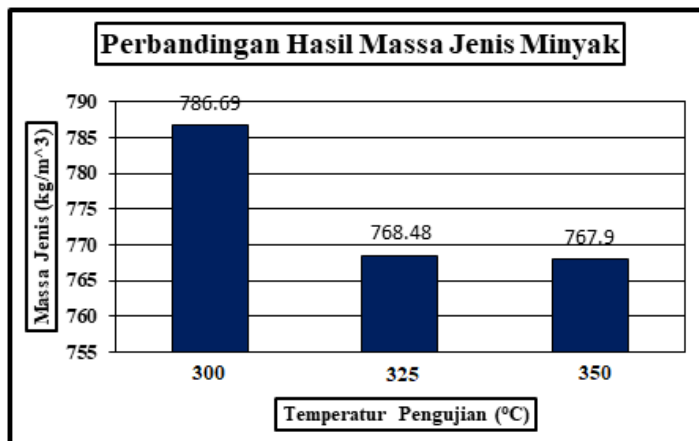
gunakan memiliki ketelitian pengukuran persepuluh mililiter apabila ketelitian alat ukurnya lebih tinggi mungkin hasilnya akan berbeda, bisa juga kita lihat dari beratnya yang berbeda pada penjelasan gambar grafik yang sebelumnya. Kemudian pada pengujian suhu 350°C didapatkan minyak dengan volume sebesar (145 ml), dimana hal tersebut menjadikannya tingkatan paling tertinggi yang didapatkan diantara pengujian temperatur yang lainnya. Seperti pada pembahasan sebelumnya produk yang dihasilkan lebih banyak residu dari pada berat atau massa dan volume minyak yang didapatkan dan dihasilkan pada pengujian.



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil nilai viskositas minyak

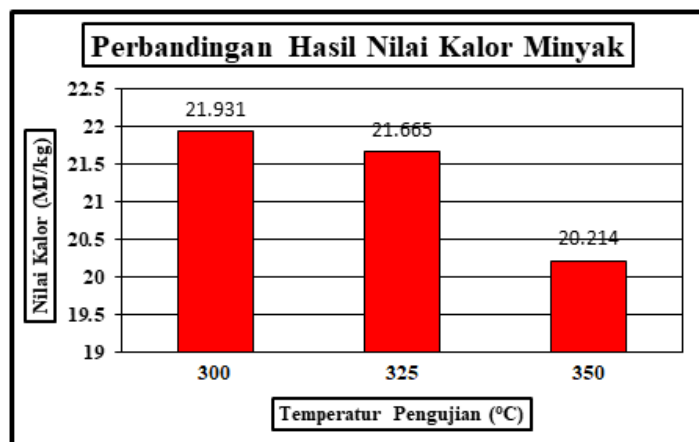
Selanjutnya pada gambar grafik 6 yang berkaitan dengan perbandingan hasil nilai viskositas minyak dari pengujian pirolisis elektrik untuk sampah plastik. Viskositas disebabkan oleh adanya gaya kohesif pada zat cair, yaitu gaya tarik menarik antar molekul dalam partikel penyusunnya, semakin besar gaya kohesif suatu zat cair maka semakin besar nilai viskositasnya. Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa pada temperatur 325 °C menghasilkan nilai viskositas tertinggi, merupakan hasil minyak yang paling kental dengan nilai (746 cP), kemudian disusul dengan temperatur 350 °C dengan nilai viskositas (171,36 cP), dan untuk temperatur pengujian 300 °C nilai viskositas yang dihasilkan paling rendah dalam arti paling encer hasil minyaknya dengan nilai (59,68 cP). Alat ukur yang kami gunakan untuk mengukur viskositas minyaknya yaitu alat viskometer digital dengan ketentuan ukuran satuan (mPa.s) kemudian kami kompresikan ke (cP). Dari hasil pengujian yang didapat terdapat perbedaan nilai viskositas yang sangat jauh perbandingannya, dimana kami melihat dan merasakan secara langsung sebelum diukur nilai viskositas minyak dari pengujian temperatur 350 °C sangat-sangat kental daripada hasil minyak yang lainnya, hal tersebut mungkin disebabkan karena bahan baku yang digunakan saat pengujian, sehingga cepat terjadinya pepadatan atau pengentalan minyak yang dihasilkan. Hasil pengujian viskositas yang didapatkan berbanding jauh dengan bahan bakar minyak yang dihasilkan pada penelitian-penelitian sebelumnya dan juga jauh dari perbandingan nilai viskositas solar dan bensin pada umumnya.





Gambar 7 Grafik perbandingan hasil massa jenis minyak

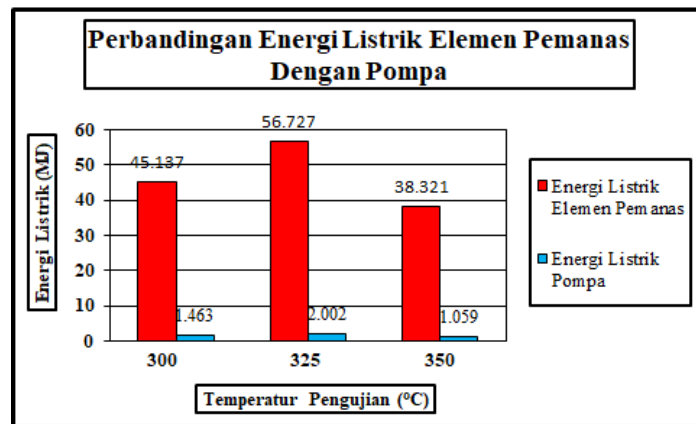
Kemudian dari gambar 7 grafik perbandingan hasil massa jenis minyak hasil pengujian pirolisis elektrik pada sampah plastik berlapis metalize, dimana pada keterangan grafik diatas bahwa dari hasil perhitungan berat atau massa dari minyak dibagi dengan volume maka didapatkan hasil massa jenis minyak yang tertera pada tabel diatas. Nilai massa jenis tertinggi didapatkan pada hasil pengujian temperatur 300 °C dengan nilai massa jenis minyak (786,69 kg/m<sup>3</sup>), kemudian nilai yang terendah didapatkan dari pengujian temperatur 350 °C dengan nilai (767,9 kg/m<sup>3</sup>), berbanding sedikit dengan nilai hasil pengujian pada temperatur 325 °C sebesar (768,48 kg/m<sup>3</sup>). Hasil nilai massa jenis yang didapatkan lebih besar dari pada penelitian yang dilakuakn sebelumnya oleh Alit dkk (2022) dengan jenis sampah plastik yang sama yaitu jenis (PP) namun berbeda dalam produk bahan baku pengujiannya.



Gambar 8 Grafik perbandingan hasil nilai uji kalor minyak

Gambar grafik 8 menunjukkan perbandingan hasil nilai kalor yang didapatkan pada setiap proses pengujian dengan variasi temperatur yang berbeda-beda. Hasil nilai kalor tertinggi didapatkan pada proses pengujian dengan temperatur 300 °C dengan besar nilai kalor (21,931 MJ/kg), kemudian yang paling rendah didapatkan pada temperatur 350 °C dengan nilai kalor (20,214 MJ/kg), dan untuk pengujian temperatur 325 °C nilai kalornya sebesar (21,665 MJ/kg). Nilai kalor yang diuji merupakan nilai kalor tipe atas (*Highst Heating Value*), alat ukur yang digunakan untuk mengukur nilai kalor minyak yang kami teliti yaitu, alat bomb kalorimeter dengan satuan pengukuran (Kkal/kg) kemudian kami kompresikan menjadi satuan (KJ/kg). Hasil uji dari nilai kalor yang didapatkan pada tabel diatas merupakan nilai kalor yang sangat rendah dibandingkan dengan hasil pengujian atau penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Alit dkk (2022) dan Endang dkk (2016) dengan jenis sampah plastik yang sama yaitu jenis (PP) namun berbeda dalam produk bahan baku pengujiannya. Kemudian

perbandingan dari dasar teori yang ada, bahwa nilai kalor yang baik pada umumnya berkisaran (10.160-11.000 Kkal), namun nilai kalor yang didapatkan lebih rendah dari pada nilai kalor yang terdapat pada dasar teori yang ada, nilai kalor yang kami dapatkan apabila ditetapkan di satuan (Kkal) maka nilainya kurang dari (6.000 Kkal), mungkin hal ini disebabkan karena terlalu lama proses pengujiannya, maka hasil nilai kalor yang didapatkan jauh lebih rendah dari bahan bakar solar dan bensin pada umumnya.



Gambar 9 Grafik perbandingan jumlah nilai energi listrik yang dihasilkan

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha, dapat diubah bentuknya namun tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Energi yang dibahas pada gambar grafik 9 diatas berkaitan dengan nilai energi listrik yang dihasilkan oleh elemen pemanas dan pompa pada proses pengujian pirolisis elektrik, yang dimana energi listrik sebagai sumber energinya, kemudian di transmisikan menjadi energi panas dan gerak putar oleh elemen pemanas dan pompa. Dari keterangan grafik diatas nilai energi tertinggi yang dihasilkan pada proses pengujian dengan temperatur 325 °C dengan energi listrik elemen pemanas dan pompa sebesar (56,727 & 2,002 MJ) kemudian yang terendah di dapatkan pada nomor sampel pengujian ke-3 dengan nilai (38,321 & 1,059 MJ), dan untuk nomor sampel ke-1 dengan nilai sebesar (45,137 & 1,463 MJ/kg). Semakin besar kuat arus listrik yang dibutuhkan alat maka akan semakin tinggi nilai energi yang di hasilkan, dan juga berpengaruh terhadap lama waktu kerja dari alat tersebut, dikarenakan perhitungannya berkaitan dengan kuat arus listrik, tegangan listrik dan lama waktu kerja dari alat yang digunakan dalam penelitian proses pirolisis elektrik yang dilakukan dan diuji.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari volume minyak yang didapatkan pada pengujian pirolisis elektrik diantaranya pada pengujian temperatur 300 °C menghasilkan volume minyak sebesar (130 ml) dengan berat (102,27 gr) dan residunya seberat (100,929 gr). Pengujian temperatur 325 °C menghasilkan volume minyak sebesar (130 ml) dengan berat (99,903 gr) dan residunya seberat (121,188 gr). Dan untuk pengujian temperatur 350 °C menghasilkan volume minyak sebesar (145 ml) dengan berat (111,346 gr) dan residunya seberat (100,3 gr). Hasil sampel pengujian pada temperatur 350 °C merupakat hasil dengan tingkatan volume tertinggi yang di dapatkan dari ketiga sampel pengujian. Pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap sipat fisik minyak yang didapatkan saat pengujian pada temperatur 300 °C menghasilkan viskositas minyak sebesar (59,68 cP) dengan maassa jenis minyak sebesar (786,69 kg/m<sup>3</sup>) dan nilai kalornya sebesar (21,931 MJ/kg). Pengujian temperatur 325 °C menghasilkan viskositas minyak sebesar (746 cP) dengan maassa jenis minyak sebesar (768,48 kg/m<sup>3</sup>) dan nilai kalornya sebesar (21,665 MJ/kg). Dan untuk pengujian temperatur 350 °C menghasilkan viskositas minyak sebesar (171,36 cP) dengan maassa jenis minyak sebesar (767,90 kg/m<sup>3</sup>) dan nilai kalornya sebesar (20,214 MJ/kg). Melihat dari hasil pengujiannya pengaruh dari variasi temperatur terhadap nilai viskositas minyak yang didapatkan sangat bervariasi, pada umumnya semakin tinggi temperatur

pengujian maka viskositas minyak yang didapatkan semakin rendah, namun didalam pengujian yang dilakukan nilai viskositas terendah didapatkan pada pengujian dengan temperatur 300 °C dan tertinggi pada temperatur 325 °C, hal ini mungkin disebabkan oleh penggunaan bahan baku pengujiannya yang beraneka ragam produk plastiknya namun jenisnya sama merupakan plastik (PP) yang berlapiskan metalize. Selanjutnya pengaruh variasi temperatur terhadap massa jenis minyak yang dihasilkan setelah pengujian dilakukan, bahwa semakin besar temperatur pengujiannya maka semakin kecil hasil nilai dari massa jenis minyak yang didapatkan, hasil nilai massa jenis tertinggi didapatkan pada temperatur 300 °C dan hasil terendah pada temeperatur 350 °C, hasil yang didapatkan tersebut sesuai dan sejalan dengan teori yang ada. Kemudian yang terakhir pengaruh variasi temperatur terhadap nilai kalor minyak yang dihasilkan, bahwa variasi temeperatur pengujian yang paling tinggi 350 °C memberikan hasil nilai kalor yang paling rendah dan sebaliknya variasi temeperatur pengujian yang paling rendah 300 °C memberikan hasil nilai kalor yang paling tinggi dari pengujian sampel yang lainnya.

## Daftar Notasi

|                           |   |
|---------------------------|---|
| P                         | Daya listrik yang digunakan (Watt)                  |
| V                         | Tegangan listrik (Volt)                             |
| I                         | Kuat arus (Ampere)                                  |
| W                         | Energi listrik yang digunakan (Joule)               |
| t                         | Waktu ( <i>Second</i> )                             |
| $\rho$                    | Massa jenis bahan bakar minyak ( $\text{kg/m}^3$ )  |
| m                         | Massa bahan bakar minyak (kg)                       |
| v                         | Volume bahan bakar minyak ( $\text{m}^3$ )          |
| $\dot{m}_{\text{minyak}}$ | Laju aliran massa bahan bakar minyak (kg/s)         |
| $m_{\text{minyak}}$       | Massa bahan bakar minyak yang dihasilkan (kg)       |
| $\Delta t$                | Total waktu pada proses pengujian ( <i>second</i> ) |

## Daftar Pustaka

- [1] Suartika, I.M., Wijana, M. dan Sudrajinata, M. (2015). *Kajian Tekno Ekonomi Unit Alat Pencacah Plastik Untuk Meningkatkan Nilai Jual Sampah Plastik: Studi Kasus-Ud. Sari Plastik Lombok Timur, NTB*. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mataram, *Dinamika Teknik Mesin, Vol. 5, No. (2), P: 97.*
- [2] Aprian, R.P. dan Munawar, A. (2011). *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. *Jurnal Teknik, Vol. 4, P: 45-54.*
- [3] Rodiansono., Trisunaryanti, W. dan Triyono. (2007). *Pembuatan, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z Pada Reaksi Hidrorengka Menjadi Fraksi Bensin*. *Berkala MIPA, Vol. 17, P: 2.*
- [4] Saporudin., Syahrul. dan Nurchayati. (2015). *Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Hasil Dan Nilai Kalor Briket Campuran Sekam Padi-Kotoran Ayam*. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mataram, *Dinamika Teknik Mesin, Vol. 5, No. (1), P: 18.*
- [5] Miandad, M.A., Barakat, M., Rehan, A.S., Aburiazaiza, I.M.I., Ismail, A.S. dan Nizami. (2017). *Plastic waste to liquid oil through catalytic pyrolysis using natural and synthetic zeolite catalysts*. *Waste Management.*
- [6] Ramadhan, D.K. (2018). *Pengaruh Temperatur dan Lama Pemanasan Terhadap Minyak Hasil Pirolisis Bahan Plastik Sampah Rumah Tangga*. Program Studi Strata 1 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. *Skripsi.*
- [7] Kepala Pusat Pendidikan. dan Pelatihan Jalan., Perumahan., Permukiman. dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, Bandung, Oktober (2018). *Modul Teknologi WtE Termal Non-Insinerasi (Pirolisis)*, P: 6-7.

- [8] Alit, I.B., Susana, I.G.B. dan Mara, I.M. (2022). *Conversion Of LDPE And PP Plastic Waste Into Fuel By Pyrolysis Method*. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mataram, *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, Vol. 10, No. (3), P: 73-78.
- [9] Endang, K., Mukhtar, G., Abed, N.F.X. dan Sugiyana, A. (2016). *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*. No (16), P: 1-5.
- [10] Iswadi, D., Fatmi, N. dan Erlina, L. (2017). *Pemanfaatan Sampah Plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan Proses Pirolisis*, Vol. 1, 2.
- [11] Pangestu, Y.S. (2020). *Pengaruh Penahan Temperatur dan Katalis Zeolit Alampada Proses Pirolisis Plastik Polystyrene dan Low Density Polyethylene*. Program Studi Strata 1 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. *Skripsi*.
- [12] Wisnujati, A. dan Yudhanto, F. (20202). *Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif*. Program Studi D3 Teknologi Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Vol. 9 No. (1), P: 102-107.
- [13] Yuriandala, Y., Syamsiah, S. dan Saptoadi, H. (2016). *Pirolisis Campuran Sampah Plastik Polistirena Dengan Sampah Plastik Berlapisan Aluminium Foil (Multilayer)*. Vol. 8, No. (1), P: 10-20.