

Peleburan Sampah Kantong Plastik Jenis HDPE dan PP dengan Limbah Minyak Pelumas Berdasarkan Fraksi Berat

Dwi Yuliaji¹⁾, Nur Rochman Budiyanto²⁾, Gatot Eka Pramono³⁾ & Tika Hafzara Siregar⁴⁾

^{1,2,3,4)}Fakultas Teknik & Sains, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Ibn Khaldun
Jl. Sholeh Iskandar Km. 2 Bogor 16162, Telp. 0251-7160933

Website: <http://ft.uika-bogor.ac.id>, E-mail: nurrochmanbudiyanto@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan proses pembuatan spesimen dari plastik jenis HDPE dan PP dengan limbah minyak pelumas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari proses peleburan limbah plastik dengan minyak pelumas. Dalam perencanaan pembuatan spesimen yaitu dengan menentukan berat fraksi plastik masing masing spesimen 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%. Spesimen dibedakan berdasarkan kategori jenis plastik menjadi spesimen 1, 2, 3 dan 4. Temperatur peleburan pada ruang bakar $\geq 250^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya dilakukan penuangan pada cetakan spesimen. Data perubahan temperatur ruang bakar (RB) dan ruang peleburan (RP) selama eksperimen berlangsung diukur dan direkam menggunakan alat thermometer camera imager TG 165. Pada proses temperatur pembakaran dengan rentang $160^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$ pada spesimen hasilnya belum menemui titik leleh maka dari itu dilakukannya kenaikan temperatur. Berdasarkan hasil penelitian diketahui temperatur proses pembakaran yang direkomendasikan adalah pada suhu $\geq 250^{\circ}\text{C}$.

Kata kunci: Fraksi Berat, Temperatur, Plastik HDPE dan Plastik Polypropylene

Abstract

This study aimed to determine the results of the smelting process of plastic waste with lubricating oil. In this research, making specimens from HDPE and PP, we carry plastics with waste lubricating oil out. In planning the manufacture of specimens by determining the weight of the plastic fraction of each specimen, 50%, 60%, 70%, 80%, and 90%. We differentiated specimens based on the type of plastic categorized into specimens 1, 2, 3, and 4. The melting temperature in the combustion chamber is 250°C . Next, pour the specimen into the mold. The data on changes in the temperature of the combustion chamber (RB) and the smelting chamber (RP) during the experiment were measured and recorded using a thermometer camera imager TG 165. In burning temperature with a range of $160^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$, the specimens did not meet the melting point, increasing the temperature. Based on the study results, it is known that the recommended combustion process temperature is at a temperature of 250°C .

Keyword: Weight Fraction, Temperature, HDPE Plastic, and Polypropylene Plastic

1 PENDAHULUAN

Kehidupan manusia saat ini sangat bergantung pada aktivitas yang memerlukan plastik. Tingginya penggunaan plastik pada rumah tangga dan industri menyebabkan timbulnya permasalahan kerusakan pada lingkungan serta menimbulkan permasalahan terhadap alam seperti penyumbatan aliran air selokan, sungai maupun tempat terbuka, sehingga dapat menyebabkan banjir dan merusak stabilitas ekosistem [1].

Plastik merupakan material yang sangat sulit terurai dimana degradasi plastik dengan cara penimbunan memakan waktu 50-80 juta tahun untuk terurai [2]. Penggunaan plastik akan terus meningkat karena adanya peningkatan populasi manusia, perkembangan aktivitas serta perubahan kondisi gaya hidup masyarakat. Limbah plastik dipandang sebagai masalah yang lebih serius dibandingkan dengan limbah organik karena sifat-sifat khusus yang dimilikinya, yaitu tidak

bisa terurai secara alami (*non biodegradable*), sama sekali tidak menyerap air dan juga tidak dapat berkarat [3].

Karbon dan hidrogen merupakan unsur utama plastik. Plastik diolah menggunakan bahan baku jenis *naphta* yaitu bahan yang didapatkan dari hasil penyulingan minyak bumi atau gas alam [4]. Salah satu metode penanganan sampah kantong plastik adalah dengan mencampurkan limbah plastik kantong plastik dengan limbah oli pelumas. Alternatif untuk menanganinya adalah dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan alternatif non struktur, dengan cara dilebur bersama limbah minyak pelumas di dalam tungku pembakaran atau dalam ruang peleburan dengan perlakuan temperatur tinggi. Kajian mengenai proses pencampuran polimer tersebut terhadap produk alternatif non struktur belum banyak dilakukan,

sehingga pada penelitian ini akan dikhususkan pada pembahasan proses peleburan kantong plastik yang dinamakan dengan *plastic bag and oil* dengan jenis kantong plastik HDPE dan PP.

2 LANDASAN TEORI

Pembagian Plastik

Saat dilakukannya proses pemilihan bahan untuk dijadikan bahan utama proses penelitian. Plastik dibedakan menjadi beberapa macam plastik.

1) High Density Polyethylene (HDPE)

Plastik HDPE merupakan plastik dengan ketipisan paling tinggi serta paling kuat. Jenis plastik ini banyak dihasilkan seperti pallet, drum, jerigen, *bulk container*, kantong plastik dan lain-lain [5].

2) Polypropylene (PP)

Jenis plastik ini memiliki kepadatan paling rendah, titik leleh tertinggi dan harga yang relatif rendah dari semua jenis termoplastik. Plastik serbaguna ini dapat dibuat menjadi berbagai jenis kemasan makanan dengan bentuk yang fleksibel dan kaku [6]. Kegunaan: gelas plastik, mainan anak, kantong plastik kemasan dan lain-lain. Kepadatan polipropilen adalah 0,91 hingga 0,94 g/cm³. Titik leleh PP adalah 160–166 °C. Ini memiliki sifat yang sangat mirip dengan polietilen (PE), tetapi PP lebih kuat dan lebih ringan, memiliki penetrasi uap yang lebih rendah, ketahanan minyak yang lebih baik, ketahanan suhu tinggi, dan memiliki hasil akhir yang mengkilap. Monomer PP diperoleh dengan pirolisis *naphtha* (distilasi minyak mentah), etilena, propilena dan homolog lebih tinggi yang diisolasi dengan distilasi dingin. Katalis *Natta-Ziegler* dapat digunakan untuk mengubah polipropilena menjadi propilena. PP adalah plastik yang digunakan untuk kemasan snack, sedotan, kantong medis, kantong plastik kemasan, dan lain-lain [7].

Plastik diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *thermoplast* dan *thermoset*. *Thermoplast* adalah plastik yang dapat didaur ulang selama proses pemanasan. Plastik *thermoset* adalah plastik yang tidak melunak setelah proses pengerasan. Akibat dari pemanasan maka terjadi kerusakan pada kandungan molekul yang terkandung di dalam plastik [8]. Berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka plastik digolongkan berdasarkan:

Sifat fisiknya

a. Thermoplastic

Jenis plastik ini meleleh pada suhu tertentu, mengikuti perubahan suhu, dan bersifat *reversibel* (dapat mengeras ketika kembali ke bentuk aslinya atau mendingin). Setelah dipanaskan, jenis plastik ini akan kembali mengeras ketika mengalami proses pendinginan. Jenis plastik termoplastik, yaitu: PE (*Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), ABS,

SAN, Nylon, PET (*Terephthalate*), BPT, Polycetal (POM).

Table 1 Jenis plastik kemasan *thermoplastic*

Jenis Plastik	Penggunaan	Temp Lunak °C	Temp Leleh °C
Polyethylene Terephthalate (PET/PETE)	Kemasan Air Mineral	80	110
High Density Polyethylene (HDPE)	Botol Detergen, Kantong Plastik	124	125-130
Polyvinyl Chloride (PVC)	Pipa Air	80	100-250
Low Density Polyethylene	Plastik Supermarket	83-98	105-115
Polypropylene (PP)	Plastik Kantong Kemasan	135	250
Polystyrene (PS)	Wadah Makanan	95	102

b. Thermoset atau *thermodursisabel*

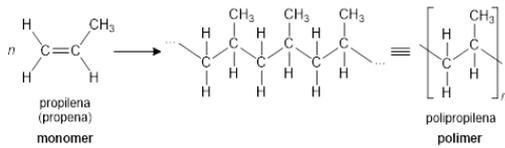
Plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak *reversible*) sehingga bahan tidak dapat melunak kembali setelah proses pengerasan. Ketika dipanaskan pada suhu tinggi, jenis plastik ini tidak melunak, tetapi akan membentuk arang dan terurai. Pada dasarnya sifat bahan *thermoset* ini banyak digunakan sebagai tutup ketel.

Oli (Minyak Pelumas)

Minyak pelumas atau oli adalah cairan kental yang diberikan diantara dua benda yang bergerak digunakan untuk melumasi beberapa bagian-bagian mesin bersentuhan satu sama lain dan bergerak relatif satu sama lain terhadap yang lainnya supaya mengurangi gaya gesekan, sehingga mencegah dan meminimalisir terjadinya keausan [9].

Polimer

Polimer adalah senyawa molekul besar dalam bentuk rantai atau jaringan dari jutaan unit pembangun yang dapat berulang. Bungkus plastik, botol plastik, *styrofoam*, nilon dan pipa paralon termasuk bahan yang disebut polimer. Unit berulang kecil yang membentuk polimer disebut *monomer*, salah satu contohnya adalah polipropilena (PP) adalah polimer yang tersusun dari *monomer* propena.



Gambar 1 Susunan polimer

Untuk menjadi bahan polimer, suatu *monomer* harus mengalami proses polimerisasi yang dapat dilakukan secara *bulk* (pemanasan), terlarut, suspensi atau sebagai emulsi [10] dengan penelitian ini dapat diterapkan pada plastik PP dengan limbah pelumas. Dalam dunia teknik penerapan polimer sangat mudah dibuat dan memiliki pengaplikasian di berbagai bidang industri, seperti industri serat, plastik, cat perekat dan penambal. Polimer hadir dalam berbagai bentuk, dari cairan kental hingga karet lunak hingga padatan keras.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembakaran Sempurna

A. Temperatur

Fungsi nilai bahan bakar (*heating value*) limbah dan bahan bakar merupakan pengaruh temperatur pembakaran. Suhu tinggi diperlukan dalam proses pembakaran sempurna, pada umumnya temperatur yang tinggi 650°C dan waktu tinggal 1-2 detik dapat menyebabkan pembakaran sempurna pada makanan dan limbah domestik atau limbah rumah tangga [11].

B. Waktu tinggal

Perlu waktu tinggal yang cukup untuk membutuhkan pembakaran dengan hasil sempurna, yaitu dibutuhkan waktu terjadinya pencampuran antara udara dan bahan bakar agar mendapatkan respons reaksi yang sempurna [12]. Suhu pembakaran sangat mempengaruhi proses pembuatan spesimen semakin tinggi suhu pembakaran, semakin lama waktu pembakaran maka proses polimerisasi akan mencair dengan sempurna. Sebaliknya apabila suhu pembakaran rendah mengakibatkan tidak sempurnanya hasil polimerisasi pada proses *treatment* kantong plastik dengan limbah pelumas.

C. Komposisi sampah

Karakteristik sampah misalnya nilai kalor, kadar air dan sifat kimia (kandungan C, H, O, N, S dan Cl) dari sampah mempengaruhi proses pembakaran dan jenis pencemar pada gas dan abu hasil pembakaran. Semakin tinggi suhu, waktu tinggal dan udara, semakin dekat dengan pembakaran sempurna, semakin kecil efek sifat limbah pada tingkat pembakaran sempurna.

3 METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

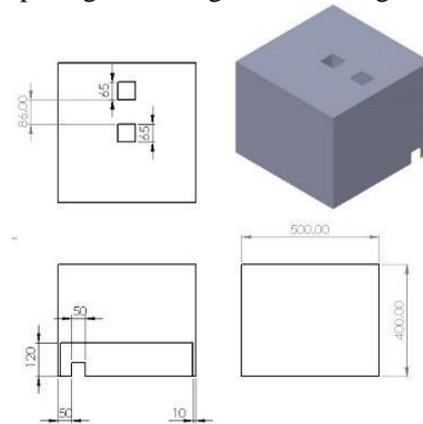
Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan plastik yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini adalah kantong plastik jenis *polypropylene* (PP) dan *high*

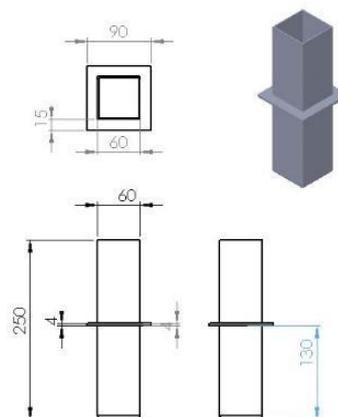
density polyethylene (HDPE) yang dikumpulkan dari limbah domestik.

2. Minyak pelumas atau oli yang digunakan sebagai bahan *treatment* proses pencampuran bahan polimer terbarukan.
3. 3 set cetakan spesimen
4. *Thermometer camera*
5. Timbangan
6. Gelas ukur
7. Tungku pembakaran
8. *Vernier caliper*
9. Magnet

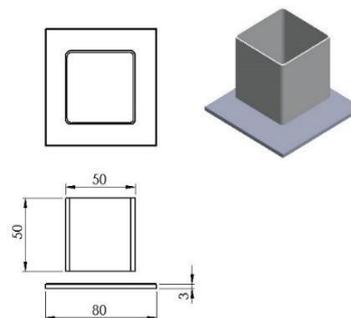
Alat proses pembuatan spesimen dalam proses peleburan dan tungku pembakaran pada penelitian ini disajikan pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 2 Tungku pembakaran



Gambar 3 Tungku peleburan



Gambar 4 Cetakan spesimen

Prosedur Eksperimen

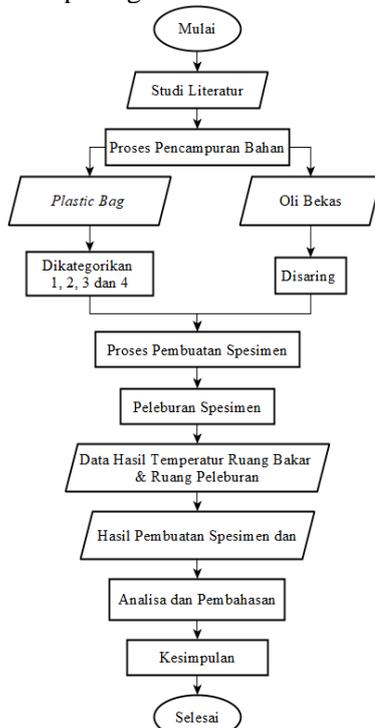
Kantong plastik dipilah menjadi 4 kategori dengan kategori spesimen 1, 2, 3 dan spesimen 4. Tabel 2 merupakan kategori jenis spesimen. Kantong plastik bekas dibersihkan lalu dikeringkan dan proses penentuan berat (gram) plastik yang telah ditentukan dan limbah minyak pelumas disaring dengan menggunakan magnet untuk pengangkatan serbuk besi pada limbah pelumas bekas. Lalu oli dimasukkan ke dalam tungku peleburan dan dicampur kantong plastik yang telah dipotong menjadi beberapa bagian dan proses pembakaran pada ruang pembakaran dimulai lalu diaduk hingga proses polimerisasi berlangsung. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen pada proses pembuatan spesimen limbah kantong plastik HDPE dan PP dengan limbah minyak pelumas.

Tabel 2 Jenis kategori spesimen

Nama Spesimen	Jenis Spesimen	
Spesimen 1	Kantong Plastik HDPE Hitam	Oli
Spesimen 2	Kantong Plastik HDPE Putih	Oli
Spesimen 3	Kantong Plastik PP	Oli
Spesimen 4	Kantong Plastik Campuran	Oli

Diagram Alir Penelitian

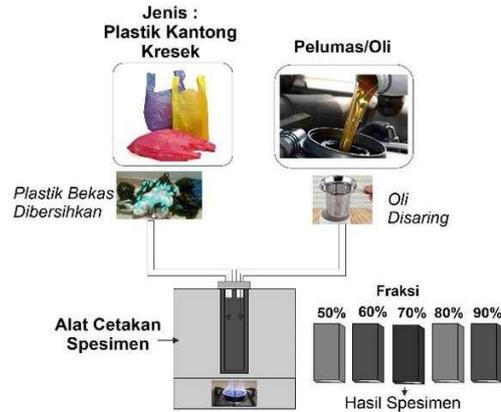
Metode penelitian ini menganalisis data temperatur proses pembuatan spesimen. Diagram alir penelitian dalam pembuatan spesimen plastik dan oli dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram alir penelitian

Proses Pembuatan Spesimen

Pada proses pembuatan spesimen dilakukan dengan temperatur kerja antara 160°C sampai dengan 250°C. Dengan skema pembuatan spesimen Gambar 6 untuk alat cetakan yang digunakan yaitu dengan besi hollow terdapat 3 jenis spesifikasi besi hollow yaitu 5x5cm tebal 1,2mm, 6x6cm tebal 2mm dan aluminium 5x5cm tebal 1,2mm. Setiap spesimen dibentuk berdasarkan perbandingan fraksi berat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 6 Proses pembuatan spesimen

Tabel 3 Fraksi berat spesimen

Fraksi Berat	Plastik	Oli
50% : 50%	175 gram	175 gram
60% : 40%	210 gram	140 gram
70% : 30%	245 gram	105 gram
80% : 20%	280 gram	70 gram
90% : 10%	315 gram	35 gram

Dengan tahap proses penentuan fraksi berat plastik dan oli dengan menakar sesuai dengan fraksi yang telah di tentukan.



Gambar 7 Persiapan bahan

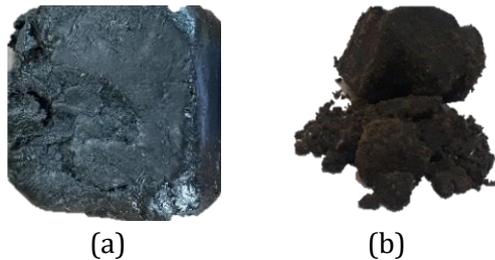


Gambar 8 Alat pelebur spesimen

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Spesimen

Penelitian yang dilakukan menggunakan alat pelebur spesimen untuk proses *treatment* material kantong plastik dan limbah minyak pelumas pada temperatur pembakaran $\geq 250^{\circ}\text{C}$. Data perubahan temperatur ruang bakar (RB) dan ruang peleburan (RP) selama eksperimen berlangsung diukur dan direkam menggunakan alat *thermometer camera imager TG 165*. Dalam proses pembuatan spesimen ada beberapa kategori spesimen secara hasil layak dan terdapat spesimen yang tidak layak, terdapat juga spesimen yang setelah proses peleburan dan proses pengeringan tidak berhasil.



Gambar 9 Hasil spesimen. (a) spesimen 3 fraksi 80% : 20%, (b) spesimen 3 fraksi 90% : 10%

Berikut ini adalah spesimen yang telah dilakukannya proses peleburan:

a) Spesimen 1

Jenis kantong plastik pada spesimen 1 ini adalah kantong plastik HDPE berwarna hitam dengan hasil warna spesimennya hitam pekat.



Gambar 10 Spesimen 1

b) Spesimen 2

Jenis kantong plastik pada spesimen 2 ini adalah kantong plastik HDPE berwarna putih dari hasil pembuatan spesimen ini warna spesimen menjadi warna abu terang.



Gambar 11 Spesimen 2

c) Spesimen 3

Jenis kantong plastik pada spesimen 3 ini adalah kantong plastik PP bening dari hasil pembuatan spesimen ini warna spesimen menjadi coklat terang.



Gambar 12 Spesimen 3

d) Spesimen 4

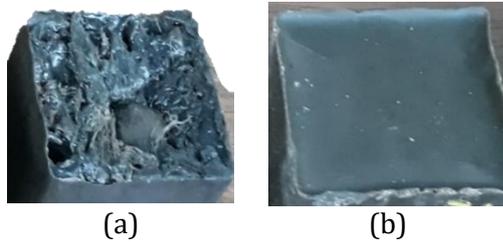
Jenis kantong plastik pada spesimen 4 ini adalah kantong plastik campuran seperti HDPE dan PP bening disatukan. Untuk hasil dari pembuatan spesimen ini warna spesimen coklat kehitaman.



Gambar 13 Spesimen 4

Hasil Temperature Peleburan Spesimen

Temperatur proses *treatment* pada material kantong plastik dan minyak pelumas sangat berpengaruh terhadap hasil pencetakan spesimen. Apabila temperatur pada ruang bakar rendah akan mengakibatkan plastik tidak mencair secara merata sehingga proses penyatuan polimer tidak homogen seperti (gambar 4.2a) begitu pun saat penuangan pada cetakan tidak akan tertuang melainkan akan cepat mengering di dalam cetakan peleburan. Pada pembuatan material polimer ini jika temperatur ruang bakar $>250^{\circ}\text{C}$ material polimer akan lebih menyatu dengan minyak pelumas dan saat proses penuangan pada cetakan spesimen akan mudah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada gambar 14 (b).



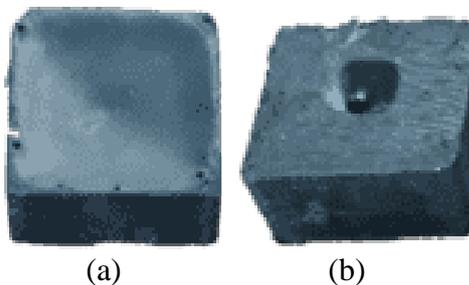
Gambar 14 Hasil pengamatan spesimen, (a) temperatur rendah, (b) temperatur >250°C

Berdasarkan hasil proses peleburan telah dianalisis pada saat proses pembakaran yang terjadi ketika temperatur disesuaikan dengan rekomendasi suhu 160°C - 250°C pada spesimen hasilnya belum menemui titik leleh maka dari itu dilakukannya penaikan temperatur ruang bakar hingga melebihi $\geq 250^\circ\text{C}$ sehingga hasil peleburan menjadi larut/mencair begitupun saat proses penuangan secara hasil spesimen lebih mudah dituang dan merata.



Gambar 15 Spesimen dengan hasil peleburan mencair

Hasil spesimen yang saat dituang kedalam cetakan ketika mengering terjadi penyusutan hal ini dikarenakan masih adanya uap asap pada saat proses peleburan selesai spesimen langsung dituang hal ini mengakibatkan terjadinya udara yang masih tertinggal di dalam cetakan maka dari itu diberikan waktu estimasi 1-2 menit agar uap yang dihasilkan berkurang saat memasuki cetakan. Hasil penyusutan pada spesimen yang terjadi seperti gambar berikut ini:



Gambar 16 (a) Tidak terjadinya penyusutan (b) Terjadinya penyusutan

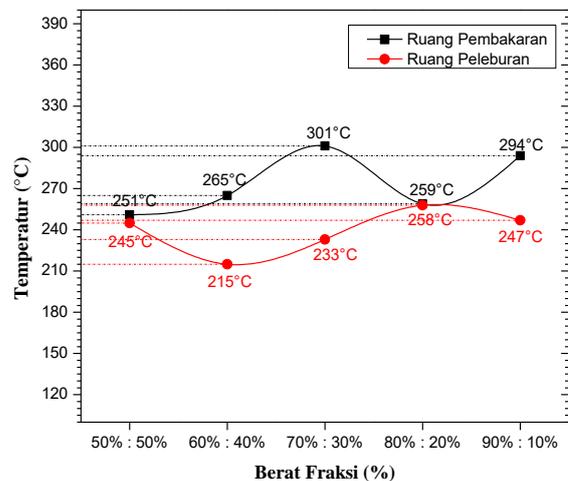
A. Spesimen 1

Pada proses peleburan spesimen 1 data yang didapat pada temperatur ruang bakar dan temperatur peleburan menggunakan *thermometer thermal* rata rata temperatur ruang bakar 274°C dan ruang peleburan 240°C untuk data perekaman temperatur dapat di lihat pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4 Data temperatur proses peleburan spesimen 1

No	Jenis Bahan	Fraksi Berat	Komposisi	Temperatur Ruang Bakar °C	Temperatur Peleburan °C
1	Plastik HDPE Hitam : Oli	50%	175 gram	251°C	245°C
		50%	175 gram	251.3°C	245.7°C
2	Plastik HDPE Hitam : Oli	60%	210 gram	265°C	245°C
		40%	140 gram	265.2°C	245.5°C
3	Plastik HDPE Hitam : Oli	70%	245 gram	301°C	233°C
		30%	105 gram	301.5°C	233.9°C
4	Plastik HDPE Hitam : Oli	80%	280 gram	259°C	258°C
		20%	70 gram	259.1°C	258.8°C
5	Plastik HDPE Hitam : Oli	90%	315 gram	294°C	247°C
		10%	Gram	294.0°C	247.2°C
Rata-rata				274°C	240°C

Proses peleburan dilakukan hingga 2 jam untuk menemukan titik leleh plastik. Pengambilan data temperatur ruang pembakaran pada spesimen 1 ini dilakukan pada temperatur $\geq 250^\circ\text{C}$, hal ini dikarenakan proses polimerisasi pada plastik HDPE dengan limbah minyak pelumas menemui titik lelehnya pada suhu pembakaran antara 250-300°C.



Gambar 17 Temperature pembakaran dan peleburan spesimen 1

Grafik diatas menunjukkan temperatur titik leleh untuk jenis spesimen 1 suhu pembakaran berkisar antara 251°C hingga 301°C. Pada suhu tersebut plastik HDPE telah mencair dan menyatu secara homogen untuk seluruh campuran. Hal ini terlihat dari penampakan fisik spesimen 1 yang seragam dengan warna menyatu. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya [13] menggunakan suhu pembakaran 190°C – 210°C, spesimen yang dihasilkan memiliki warna yang kurang menyatu atau belum homogen. Dapat disimpulkan bahwa suhu pembakaran plastik HDPE dan limbah minyak pelumas yang baik untuk menghasilkan spesimen yang homogen yaitu pada suhu pembakaran diatas 250°C. Hasil suhu temperatur

pembakaran pada spesimen 1 lebih tinggi daripada suhu peleburan. Gambar 18 merupakan hasil spesimen dari proses peleburan pada fraksi 50%, 60%, 70%, 80% dan 90%.



Gambar 18 Hasil proses peleburan spesimen 1

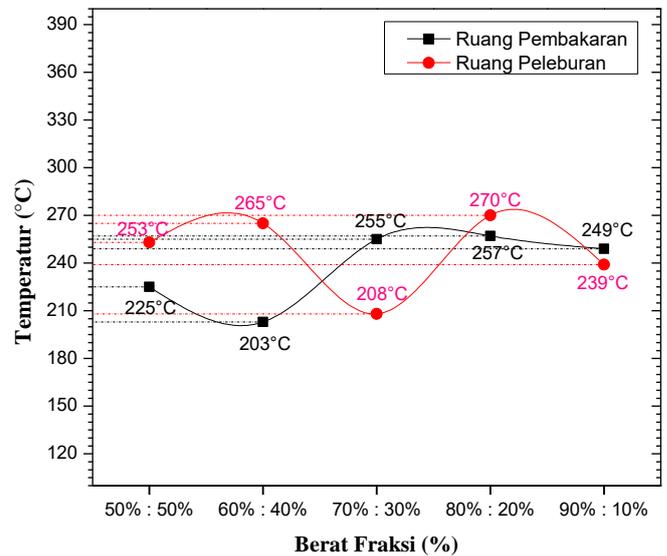
B. Spesimen 2

Pada proses peleburan spesimen 2 data yang didapat bahwasanya temperatur ruang bakar dan temperatur peleburan menggunakan *thermometer thermal* rata rata temperatur ruang bakar 238°C dan ruang peleburan 247°C untuk data perekaman temperatur dapat di lihat pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5 Data temperatur proses peleburan spesimen 2

No	Jenis Bahan	Persentase Berat Fraksi	Komposisi Wt	Temperatur Ruang Bakar °C	Temperatur Leburan °C
1	Plastik HDPE Putih : Oli	50%	175 gram	225 °C 225.5 °C ± 0.99	253 °C 253.3 °C ± 0.99
		50%	175 gram		
60%		210 gram	203 °C 203.6 °C ± 0.99	265 °C 265.1 °C ± 0.99	
40%		140 gram			
70%		245 gram	255 °C 255.9 °C ± 0.99	208 °C 208.3 °C ± 0.99	
3	30%	105 gram			
4	80%	280 gram	257 °C 257.4 °C ± 0.99	270 °C 270.0 °C ± 0.99	
4	20%	70 gram			
5	90%	315 gram	249 °C 249.2 °C ± 0.99	239 °C 239.6 °C ± 0.99	
	10%	gram			
Rata-rata				238°C	247°C

Gambar 19 dibawah ini menunjukkan temperatur peleburan di fraksi 50%, 60% dan 80% lebih tinggi dibanding suhu temperatur ruang pembakaran. Hal ini berbeda dengan yang terjadi pada spesimen 1 dimana suhu pembakaran berada diatas suhu peleburan.



Gambar 19 Temperature pembakaran dan peleburan spesimen 2

Secara fisik terlihat warna spesimen belum merata. Hal ini menunjukkan bahwa plastik HDPE belum melebur secara keseluruhan dengan sempurna. Hal ini terjadi karena temperatur ruang pembakaran pada spesimen dua ini berkisar antara 203°C -255°C atau dibawah rata-rata 250°C sehingga proses polimerisasi plastik HDPE dengan limbah minyak pelumas belum menemui titik lelehnya. Gambar 20 menunjukkan penampakan fisik dari spesimen 2.



Gambar 20 Hasil proses peleburan spesimen 2

C. Spesimen 3

Pada proses peleburan spesimen 3 data yang didapat pada temperatur ruang bakar dan temperatur peleburan menggunakan *thermometer thermal* rata rata temperatur ruang bakar 281°C dan ruang peleburan 230°C untuk data perekaman temperatur dapat di lihat pada tabel 6 di bawah ini:

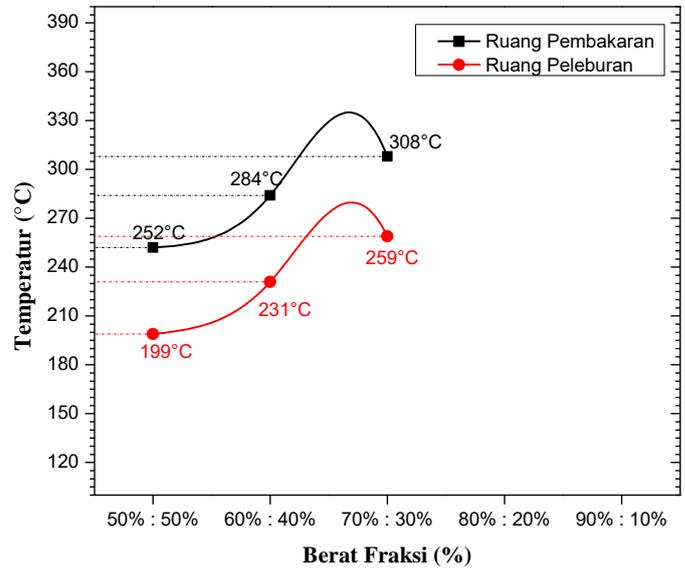
Tabel 6 Data temperatur proses peleburan spesimen 3

No	Jenis Bahan	Persentase Berat Fraksi	Komposisi Wt	Temperatur Ruang Bakar °C	Temperatur Leburan °C
1		50%	175 gram	252 °C 252.8 °C ± 0.95	199 °C 199.1 °C ± 0.95
		50%	175 gram		
2	Plastik PP Bening : Oli	60%	210 gram	284 °C 284.7 °C ± 0.95	231 °C 231.3 °C ± 0.95
		40%	140 gram		
3		70%	245 gram	308 °C 308.5 °C ± 0.95	259 °C 259.1 °C ± 0.95
		30%	105 gram		
Rata-rata				281 °C	230 °C

Proses peleburan dilakukan kurang lebih 2 jam untuk menemukan titik leleh plastik dan pengambilan data temperatur ruang pembakaran pada spesimen 3 ini dilakukan pada temperatur $\geq 250^\circ\text{C}$ dengan hasil peleburan dapat mudah mencair. Hal ini dikarenakan proses polimerisasi pada plastik dengan limbah minyak pelumas dapat dikatakan homogen. Pada spesimen 3 dengan jenis plastik PP ini hanya dapat dilakukan pada fraksi berat 50%, 60% dan 70% untuk fraksi 80% dan 90% hasilnya tidak layak atau tidak terbentuknya spesimen hal ini dikarenakan hasilnya seperti butiran pasir sehingga tidak dicantumkan pada data penelitian eksperimen. Pada penelitian [14] menggunakan suhu pembakaran plastik PP 350-900°C menyebabkan polimer plastik melunak. Berikut hasil pada fraksi 80%:20% dan 90%:10% dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 21 Spesimen setelah proses peleburan dan proses pengeringan tidak berhasil



Gambar 22 Temperature pembakaran dan peleburan spesimen 3

Dari grafik diatas menunjukkan temperatur peleburan di fraksi 50%, 60% dan 70% berbeda dalam proses terjadinya polimerisasi spesimen 3, fraksi 50% pada peleburan 199°C telah mencair, fraksi 60% dengan temperatur peleburan 231°C dapat mencair dan untuk fraksi 70% terjadinya polimerisasi pada temperatur peleburan 259°C untuk temperatur ruang pembakaran pada spesimen ini lebih tinggi daripada temperatur peleburan. Berikut hasil spesimen dari proses peleburan pada fraksi 50%, 60%, dan 70%.



Gambar 23 Hasil proses peleburan spesimen 3

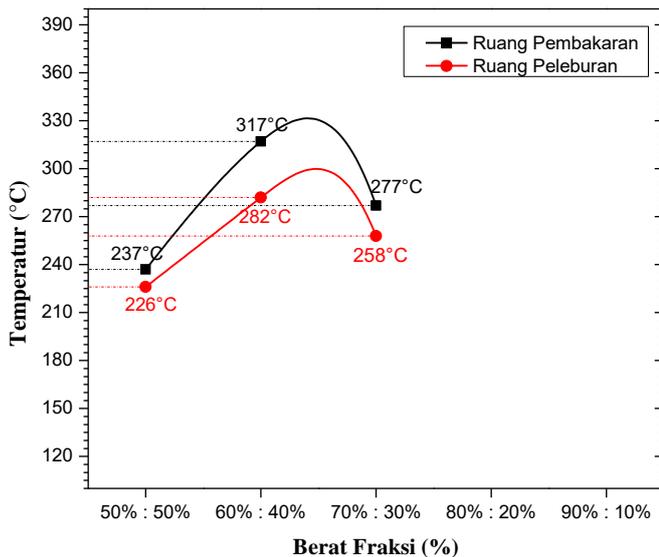
D. Spesimen 4

Pada proses peleburan spesimen 3 data yang didapat pada temperatur ruang bakar dan temperatur peleburan menggunakan *thermometer thermal* rata rata temperatur ruang bakar 277°C dan ruang peleburan 255°C untuk data perekaman temperatur dapat di lihat pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7 Data temperatur proses peleburan spesimen 4

No	Jenis Bahan	Persentase Berat Fraksi	Komposisi Wt	Temperatur Ruang Bakar °C	Temperatur Leburan °C
1		50%	175 gram	237 °C 237.3 °C ± 0.95	226 °C 226.4 °C ± 0.95
		50%	175 gram		
2	Plastik Campuran Warna/i HDPE + PP : Oli	60%	210 gram	317 °C 317.2 °C ± 0.95	282 °C 282.7 °C ± 0.95
		40%	140 gram		
3		70%	245 gram	277 °C 277.3 °C ± 0.95	258 °C 258.7 °C ± 0.95
		30%	105 gram		
Rata - rata				277 °C	255 °C

Data temperatur ruang pembakaran pada spesimen 4 ini dilakukan pada temperatur $\geq 250^{\circ}\text{C}$ dengan hasil peleburan dapat mudah mencair, hal ini dikarenakan proses polimerisasi pada plastik dengan limbah minyak pelumas dapat dikatakan homogen. Pada spesimen 4 ini hanya dapat dilakukan pada fraksi berat 50%, 60% dan 70% untuk fraksi 80% dan 90% hasilnya tidak layak melainkan lunak maka tidak dicantumkan.



Gambar 24 Temperature pembakaran dan peleburan spesimen 4

Dari grafik diatas menunjukkan temperatur peleburan di fraksi 50%, 60% dan 70% berbeda dalam proses terjadinya polimerisasi spesimen 4, fraksi 50% pada peleburan akhir adalah 226°C hasilnya dapat mencair, fraksi 60% dengan temperatur peleburan 282°C dapat mencair dan untuk fraksi 70% terjadinya polimerisasi pada temperatur peleburan 258°C dikatakan sudah dapat larut dengan limbah minyak pelumas dan untuk temperatur ruang pembakaran pada

spesimen ini lebih tinggi daripada temperatur peleburan. Berikut hasil spesimen dari proses peleburan pada fraksi 50%, 60%, dan 70%.



Gambar 25 Hasil proses peleburan spesimen 4

5 SIMPULAN

Dari hasil peleburan spesimen jenis plastik HDPE dan PP dengan oli dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahwa pada spesimen 1 polimerisasi menemui titik leleh pada suhu pembakaran 250°C - 300°C . Untuk spesimen 2 dikatakan tidak homogen dikarenakan suhu rata-rata kurang dari 250°C sehingga hasil polimerisasi yang terjadi tidak menyatu dengan baik. Spesimen 3 polimerisasi yang terjadi sangat mudah menyatu apabila temperatur peleburan lebih dari 200°C dan spesimen 4 temperatur peleburan sekitar 220 - 280°C dapat dikatakan homogen.
2. Dapat disimpulkan bahwa temperatur pada ruang pembakaran rendah akan mengakibatkan plastik tidak mencair secara merata sehingga proses penyatuan polimer tidak homogen.
3. Hasil spesimen HDPE dan PP dinyatakan memiliki perbedaan titik leleh pada proses polimerisasi.

KEPUSTAKAAN

- [1] B. Indrawijaya, A. Wibisana, A.D. Setyowati, D. Iswadi, D. P. Naufal and D. Pratiwi, "Pemanfaatan Limbah Plastik Ldpe Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton", Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, vol. 3, no. 1, Januari 2019.
- [2] Purwaningrum P., Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8 (2), P. 141-147. 2016.
- [3] 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.
- [4] Surono, "Pemanfaatan Sampah Plastik dengan Penambahan Minyak Jelantah", *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol 1. No.3. 2013.
- [5] Gandawidura, RGG. 2019. "Desain Dan Uji Kinerja Kondensor Pirolisis Plastik." [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- [6] World Economic Forum, "If you recycled all the plastic waste on the planet, you would be the world's richest person," *World Economic Forum, 91-93 Route de Ia Capite, CH-1223 Cologny/Geneve, Switzerland*, 2018.
- [7] P. G. Nidoni, "Incineration process for solid waste management and effective utilization of byproducts," *Int. Res. J.Eng. Technol.*, vol. 4, no. 12, pp.378-382, 2017.
- [8] I. Oktama, "Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 3, pp. 109-113, 2016.
- [9] S. Ardhiyany and A. Wahyuningsi, "Proses Konversi Limbah Pelumas Ringan Jenis Sae 15w-40 Menjadi Fuel Oil Alternatif," *Jurnal Teknik Patra Akademika*, vol. 11, no. 02, Desember 2020.
- [10] Dorel. "Bahan Polimer Kontruksi Bangunan", J. P. Utama, Ed., 1995.
- [11] Rudend, J. A., Hermana, J., "Kajian Pembakaran Sampah Plastik Jenis Polipropilena (PP) Menggunakan Insinerator", *Jurnal Teknik ITS.*, vol. 9, no 2. 2020.
- [12] M. M. Rhohman, F., Ilham, "Analisa Dan Evaluasi Rancang Bangun Insinerator Sederhana Dalam Mengelola Sampah Rumah Tangga," *J. Mesin Nusantara.*, vol. 2, no. 1, pp. 52-60, 2019.
- [13] Arendra, A., & Akhmad, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Hot Press untuk Recycle Plastik Hdpe dan Karakterisasi Pengaruh Temperatur Pemanasan Waktu Pemanasan dan Temperatur Pembukaan terhadap Cacat Flashing Cacat Warpage dan Konsumsi Energi Pencetakan. *Rekayasa*, 10(2), 108-115.
- [14] Sari, G. L. (2017). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang.