

ANALISA PELEBURAN LIMBAH PLASTIK JENIS *POLYETHYLENE TERPHTHALATE* (PET) MENJADI BIJI PLASTIK MELALUI PENGUJIAN ALAT PELEBUR PLASTIK

Irvan Okatama

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta
E-mail: okatamairvan@gmail.com

Abstrak -- Pada umumnya seperti botol plastik untuk daur ulang diolah kembali menjadi barang semula, secara garis besar plastik dapat digolongkan menjadi dua yaitu *thermoplastic*, yaitu dapat dibentuk kembali dengan mudah dan diproses menjadi bentuk lain dan bersifat *thermoset*, bila telah dipakai tidak dapat digunakan kembali. Jenis plastik *Polyethylene Telephthalate* (PET) ini merupakan jenis plastik terbaik yang bisa digunakan sebagai botol - botol minuman ringan (bersoda/terkabinasi). Alat pelebur plastik ini menggunakan alat pemanas *Heater Band* dan *Heater Nozzle* dengan suhu mencapai 100 °C - 300 °C. Kapasitas produksi potongan plastik bisa mencapai 1 kilogram, bahan plastik *Polyethylene Telephthalate* (PET) melunak pada suhu 180 °C dan mencair secara sempurna pada suhu 200 °C. Alat ini menguji dengan berat yang berbeda diantaranya 100 gram, 200 gram dan 300 gram masing-masing membutuhkan waktu 615 detik, 723 detik, dan 870 detik. Berkurangnya bahan plastik karena terjadi penyusutan selama dilebur yaitu mencapai 35 gram - 80 gram.

Kata kunci: Alat Pelebur Plastik, *Polyethylene Telephthalate* (PET)

1. PENDAHULUAN

Sampah seperti botol plastik merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Botol plastik sering dipergunakan sebagai botol minuman (air mineral, jus, *soft drink*, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas. Salah satu sampah yang dapat didaur ulang adalah botol plastik bekas minuman. Pemanfaatan hasil dari daur ulang botol plastik bekas minuman bisa digunakan berbagai macam beragam produk kerajinan, seperti wadah pin atau aksesoris, tempat *tissue*, celengan, *souvenir* cinderamata.

Plastik PET memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, transparan, bersifat tidak beracun, dan tidak pengaruh pada rasa dan permeabilitas yang dapat diabaikan untuk karbon dioksida. Plastik PET memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impact yang sangat baik, begitu juga dengan ketahanan kimia, *clarity*, *processability*, kemampuan warna dan stabilitas termalnya.

1.1 Jenis - jenis plastik

Menurut Syarief et al (1988), berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka plastik dibagi menjadi dua, yaitu:

a) *Thermoplastic*

Jenis plastik ini meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila di dinginkan). Contoh: *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polivinilorida* (PVC), *Polistirena* (PS).

b) *Thermoset* atau *thermodursisabel*

Jenis plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. karena sifat *thermoset* yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel.

1.2 *Heater Band* dan *Heater Nozzle*

Heater Band dan *Heater Nozzle* Jenis heater tabung yang banyak digunakan di mesin plastik dan sejenisnya. Band heater berbentuk seperti tabung dengan fungsi pemanasan memanaskan silinder dengan dimensi tertentu. Ukuran bisa menyesuaikan dengan silinder yang akan dipanaskan.

Elemen pemanas listrik (elemen pemanas listrik) banyak dipakai *hearts* kehidupan sehari - hari, baik di dalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan jenis dari *electrical* elemen pemanas bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi fungsi, tempat pemasangan dan media yang dipanaskan panas yang diposkan dihasilkan pemanas elemen listrik bersumber dari kawat atau pun pita bertahanan listrik tinggi (*resistance* kawat) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri Arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi diposkan isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

1.3 Kalor

Kalor adalah sesuatu yang dipindahkan antara sebuah sistem dan sekelilingnya sebagai akibat

dari hanya perbedaan temperatur. Konsep kalor sebagai sebuah zat yang jumlah seluruhnya tetap konstan akhirnya tidak mendapat dukungan eksperimen. Nilai kalor jenis plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)* 3,472 j/kg setara dengan 0,83 kalori kalor massa jenis 1 kg dan perubahan suhu adalah $120^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} \text{Massa Jenis} &: 1 \text{ kg} \\ \text{Jenis Kalor} &: 3,472 \text{ j/kg} \\ \text{Perubahan Suhu: } (T_1-T_2) &120^{\circ}-180^{\circ} = 60^{\circ}\text{C} \\ Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 1 \cdot 3,472 \cdot 60^{\circ}\text{C} = 208,32 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian adalah metode yang digunakan untuk mendekati permasalahan yang diteliti sehingga dapat menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Tugas akhir ini menggunakan metode penelitian jenis pengujian alat dan eksperimen. Pengujian adalah penelitian dengan melakukan uji coba terhadap suatu alat untuk mendapatkan data. Pengujian yang dilakukan dengan meleburkan limbah plastik.

2.2 Proses Perancangan Alat

a) Persiapan Alat dan Bahan Plastik

Dalam pembuatan alat peleburan limbah plastik daur ulang biji plastik sederhana memerlukan beberapa peralatan yang harus disiapkan agar proses peleburan dapat berjalan dengan lancar dan hasil yang sempurna, peralatan tersebut yaitu sebagai berikut:

- Alat kerja:
 - Gerinda (mesin potong)
 - Alat Ukur (meteran, jangka sorong)
 - Las Argon
 - Spidol
 - Penggaris
 - Mesin Bor
 - Mesin Roll
- Bahan:
 - Plat *Stainless steel* ketebalan 2 mm
 - Pipa diameter 16 mm
 - Selang Air diameter 18 mm
 - Kabel Listrik panjang 200 cm
 - Limbah botol plastic
 - Gunting
 - Tungku
 - Air

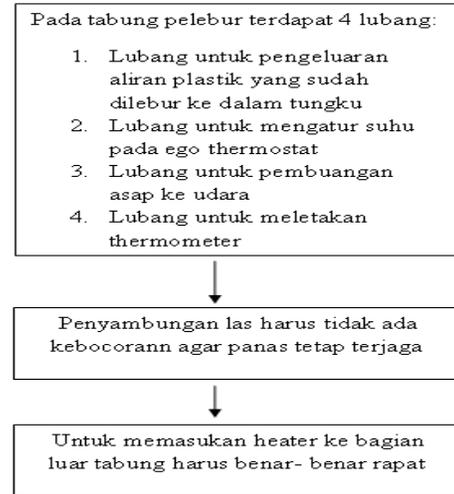
b) Proses Perancangan

Pada tahapan ini semua bahan yang telah di kerjakan dan di bentuk sesuai dengan ukuran alat, maka akan di buat menjadi satu rangkaian utuh sehingga dapat menjadi alat pelebur plastik

sederhana, yang terdiri dari penggabungan semua komponen yang telah dirancang:

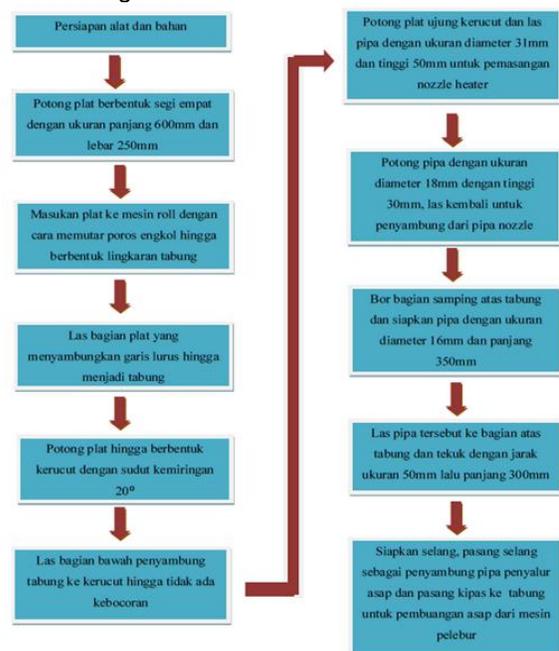
- Tabung pelebur
- *Band Heater*
- *Nozzle Heater*
- *Ego Thermostat*
- *Thermometer*
- Lampu panel
- Penyangga tabung
- Kipas

c) Proses perakitan alat pelebur plastik



Gambar 3.2 Proses perakitan alat pelebur plastic

Langkah kerja atau tahapan pembuatan alat peleburan plastik dapat diilustrasikan dalam *flow chart* sebagai berikut:



Gambar 3.2 *Flow chart* proses perancangan alat pelebur plastik

Keterangan *Flow chart*:

- 1) Persiapan alat dan bahan *stainless steel* dengan tebal 2 mm.
- 2) Potong plat berbentuk segi empat dengan ukuran panjang 600 mm dan lebar 250 mm.
- 3) Masukkan plat ke mesin rol dengan cara memutar poros engkol hingga berbentuk lingkaran tabung untuk meletakkan *Heater Band*, suhu *Heater Band* mencapai 300°C.
- 4) Las bagian plat yang menyambungkan garis lurus hingga menjadi tabung dengan menggunakan las argon.
- 5) Plat hingga berbentuk kerucut dengan sudut kemiringan 20°.
- 6) Las bagian bawah penyambung tabung ke kerucut hingga tidak ada kebocoran.
- 7) Potong plat ujung kerucut dan las pipa dengan ukuran diameter 31 mm dan tinggi 50 mm untuk pemasangan *Nozzle Heater*, suhu *Nozzle Heater* mencapai 200°C.
- 8) Potong pipa dengan ukuran diameter 18mm dengan tinggi 30mm, las kembali untuk penyambung dari pipa *Nozzle Heater*.
- 9) Bor bagian samping atas tabung dan siapkan pipa dengan ukuran diameter 16mm dan panjang 350mm, untuk pemasangan pipa pembuangan asap.
- 10) Las pipa tersebut ke bagian atas tabung dan tekuk dengan jarak ukuran 50mm lalu panjang 300mm.
- 11) Siapkan selang, pasang selang sebagai penyambung pipa penyalur asap dan pasang kipas 9 volt ke tabung untuk pembuangan asap dari mesin pelebur.

2.3 Bahan Plastik dan Alat Pelebur

a) Bahan Plastik

Botol plastik adalah termasuk golongan *Polyethylene Terephthalate (PET)*, merupakan resin *polyester* yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas. Kepekatannya adalah sekitar 1,35 – 1,38 gram/cc, ini membuatnya kokoh, rumus molekulnya adalah $(-CO-C_6H_5-CO-O-CH_2-CH_2-O-)_n$.

Polyethylene terephthalate (PET) bersifat jernih dan transparan, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 180°C dan mencair dengan sempurna pada suhu 200°C. Tidak untuk air hangat apalagi panas, Untuk jenis ini, disarankan hanya untuk satu kali penggunaan dan tidak untuk mawadahi pangan dengan suhu kurang dari 60°C.

b) Alat Pelebur

Untuk melakukan proses peleburan, sebelumnya dilakukan perancangan komponen. Adapun komponen yang digunakan antara lain tabung pelebur, *band heater*, *nozzle heater*.

Tabung pelebur ini terbuat dari *stainless steel*, menggunakan plat *stainless steel* agar mendapatkan hasil panas yang maksimal dalam proses peleburan.



Gambar 3.3 Tabung pelebur

Keterangan Tabung peleburan:

1. Diameter: 200 mm
2. Tinggi : 250 mm
3. Kapasitas tabung: ± 1 kg



Gambar 3.4 Band Heater

Band Heater berbentuk seperti tabung berfungsi memanaskan silinder dengan dimensi tertentu. Ukuran bisa menyesuaikan dengan silinder yang akan dipanaskan. *Band Heater* pada umumnya ada dua jenis : pertama *band heater standart* yang materialnya *full plat sssedangkan* yang kedua *band heater ceramic* yang materialnya terbuat dari *ceramic*. *Band Heater* ini merupakan salah satu komponen pada alat pelebur dan cukup mudah untuk pemasangannya.



Gambar 3.5 Nozzle Heater

Seperti *Band Heater*, *Nozzle Heater* juga dipergunakan untuk memanaskan tabung,

perbedaannya diameter *Nozzle Heater* lebih kecil. *Nozzle Heater* dan *Band Heater* paling banyak dipergunakan untuk *barrel* mesin *extruder* dan *injection* plastik. Pada pipa tabung terpasang *Band Heater* dan pada ujung pipa pengeluaran cairan plastik terpasang *Nozzle Heater*.

2.4 Proses Pengambilan Data

Untuk mengetahui proses kerja alat pelebur limbah plastik menjadi biji plastik, maka dilakukan pengujian untuk mengambil data operasi yang akan memberikan gambaran kinerja alat tersebut. Parameter yang di ambil dalam langkah pengujian yaitu:

- a) Berat Bahan Material
Sebelum melakukan proses peleburan, langkah yang diambil terlebih dahulu yaitu dengan melakukan penimbangan bahan plastik untuk dapat mengetahui jumlah dan berat bahan yang akan dimasukkan kedalam tabung pelebur.
- b) Memasukan Bahan Plastik Kedalam Tabung
Masukan potongan bahan plastik kedalam tabung pelebur dengan ditekan agar potongan plastik lebih cepat meleleh bahan plastik tersebut.
- c) Temperatur peleburan plastik
Pengambilan suhu pada saat melakukan proses peleburan , dimulainya pada titik cair peleburan.
- d) Waktu Proses peleburan
Pengambilan waktu pada saat melakukan proses peleburan yaitu dengan mencatat waktu, Pada saat dimulainya proses peleburan dan juga pada saat proses peleburan selesai.
- e) Proses Penampungan Cairan Biji Plastik
Setelah terjadi proses peleburan, kemudian cairan biji plastik mengalir melalui pipa spiral, keluar menuju tungku dan tempat penampungan diberi air untuk pendinginan biji plastik. Proses ini terus-menerus sampai bahan plastik mencair.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian dan Analisa Bahan *Polyethylene Terephthalate (PET)*



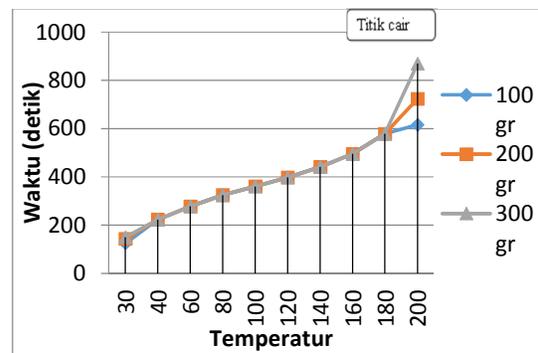
Gambar 4.1 Alat Pelebur Plastik

Alat ini melebur plastik dengan suhu mencapai 100- 300°C. Kapasitas produksi potongan plastik bisa mencapai 1kg. Untuk mengetahui hasil peleburan maka memerlukan beberapa pengujian dan hasil perbandingan yaitu:

Tabel 3.1 Hasil Perbandingan Pengujian Berat

No	Berat Bahan Plastik dan Biji Plastik		Waktu (detik)	Temperatur (°C)
	Awal	Akhir		
1	100 gram	65 gram	615	200°C
2	200 gram	130 gram	723	200°C
3	300 gram	220 gram	870	200°C

Keterangan:
Dari tabel di atas hasil perbandingan pengujian bahan plastik dengan berat 100 gram, 200 gram, 300 gram menghasilkan waktu yang berbeda yaitu 615 detik, 723 detik dan 870 detik. Hasil berat akhir biji plastik 65 gram, 130 gram dan 220 gram. Setelah dilebur berkurangnya bahan plastik mengalami pengerakan dari 35 gram – 80 gram. Dari tabel 4.1 memperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Hasil Perbandingan Pengujian Berat Bahan 100 gram, 200 gram dan 300 gram

Dari grafik 4.1 hasil perbandingan dengan berat bahan 100 gram, 200 gram dan 300 gram menunjukkan temperatur 30°C membutuhkan waktu 125 detik, 144 detik dan 150 detik, temperatur naik sampai 80°C membutuhkan waktu 324 detik. Pada temperatur 80°C - 180°C membutuhkan waktu 579 detik (pada saat ini bahan plastik melunak) dan pada temperatur 200°C dengan berat bahan plastik 100 gram ,200 gram dan 300 gram memperoleh waktu 615 detik,723 detik dan 870 detik (titik cair secara sempurna peleburan bahan plastik menjadi plastik).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai kalor jenis plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)* 3,472 j/kg setara dengan 0,83 kalori kalor massa jenis 1 kg dan perubahan suhu adalah 120°C - 180°C = 60°C

Massa jenis : 1 kg
 Jenis kalor : 3,472 j/kg
 Perubahan suhu : (T1-T2) 120°-180° = 60°C

$$Q = M \cdot C \cdot \Delta T$$

$$= 1 \cdot 3,472 \cdot 60^\circ\text{C}$$

$$= 208,32 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Bahan plastik seberat 100 gram maka waktu yang diperoleh selama bahan plastik dilebur sampai habis membutuhkan waktu 1515 detik, bahan plastik seberat 200 gram sampai bahan habis membutuhkan waktu 2116 detik dan bahan plastik seberat 300 gram sampai bahan habis membutuhkan waktu 2697 detik. Pada proses peleburan berat bahan plastik yang dilebur mengalami pengerakan 35-80 gram berdasarkan analisa uji alat pelebur.

Untuk mengembangkan alat peleburan limbah plastik botol skala lab (kecil) yang telah dibuat dapat di sarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Proses peleburan sebaiknya di lakukan di tempat yang terbuka, karena sangat panas dan mengganggu pernapasan.
2. Selalu melakukan pengecekan pada setiap komponen-komponen mesin pelebur plastik agar menghindari kerusakan saat proses peleburan.
3. Untuk keamanan pada saat proses peleburan plastik, di anjurkan selalu ada air untuk mendinginkan hasil peleburan plastik.
4. Agar asap tidak mengganggu lingkungan sebaiknya gunakan kipas dan gasful untuk meghilangkan asap pada waktu peleburan.
5. Alat ini dapat melebur jenis plastik antara lain: *Polypropylene (PP)*, *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *High Density polyethylene (HDPE)*, *polyvinyl chloride (PVC)* dan *Polystyrene (PS)*.
6. Penulis berharap kedepannya tugas akhir ini dapat menjadi peluang usaha.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Apriyadi Dwi Widodo , Muhammad Adrul Jihan , Ardiyanto Nugroho , Toto Mugiono , Ahmad Hakim, Bintang Kuncoro , Sentot Hardwiyono, Pengaruh Penam bahan Limbah Botol Plastik Polyphthylene Terephthalate (Pet) Dalam Campuran Laston-Wc Terhadap Parameter Marshall. Jurnal Pkm Plastik Pet.2014.
- [2]. Azizah, U.Polimer Berdasarkan Sifat Thermalnya. 2009.
- [3]. Awaja, F., Pavel, D.“Recycling of PET”, European Polymer Journal, 41(7), 1453-1477. (2005),
- [4]. Idemat ThermoplasticStarch(TPS).<http://www.matba.se.com/material/polymers/agrobased/thermo-plastic-starchtps/properties>.1998.
- [5]. Kadir, Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin ISSN : 2085-8817.(3) : 223-228. 2012.
- [6]. Karayannidis, G.P., Achilias, DS. “Chemical Recycling of PolyEthylene Terephthalate)”. *Macromolecular Materials and Engineering*, 292 (2), 128- 146. (2007).
- [7]. Syarief. R. S. Santausa dan Isyana. *Teknologi Pengemasan Pangan*, PAU Pangan dan Gizi, IPB Bogor. 1989.
- [8]. Theresia, V. Aplikasi dan Karakterisasi Sifat Fisik- Mekanik Plastik Biodegradable dari Campuran LLDPE dan Tapioka. Skripsi. Fateta, IPB,Bogor. 2003.
- [9]. Umam,K., Nur H.A., dan Nurmawati. *Struktur dan Sifat Polimer*. <http://www.scribd.com/doc/6646895/Tugas-Material-Polimer>. 2007.
- [10]. Willey, J., Sun. *Fisika jilid1 edisi ketiga*. Erlangga: Jakarta. 1978