

CHARACTERIZATION OF WASTE PET POWDER AS ATOMIZATION PRODUCT

Hari Pamuji (1), A Sofwan F Alqap (2), Agus Suandi (3)

(1-3) Mechanical Engineering, University of Bengkulu, Jl WR Supratman, Kota Bengkulu 38123, Indonesia

Email(2): sofwan.alqap@unib.ac.id

ABSTRACT

A nozzle of diameter 25 cm of a closed coupled type was set at an outlet gap 0,05 mm to atomize polyethylene terephthalate plastic wastes. Parameters of pressure and heating temperature were varied into 5 bar, 6 bar and 7 bar pressures, and at 275°C, 285°C and 295°C heating. A vessel to collect the product was 40 cm diametrally away from the nozzle mouth. The products were the form of powders, yarn and liquid. The powders were only 4.77%, 6.45% and 2.94% of each heating temperature aforementioned.

Key words: Poly-ethylene terephthalate; Waste; Close coupled nozzle; Air atomization

Received: October 2019 – Accepted: December 2019 – Published: December 2019

1. PENDAHULUAN

Material teknik polimer beragam jenis seperti polypropylene (PP), polystyrene (PS), acrylonitrile butadinene styrene (ABS), polyvinyl chloride (PVC), polycarbonate (PC), poliamida (nylon), polyethylene terephthalate (PET) [1]. Botol minuman yang disebut orang sehari-hari botol plastik adalah satu jenis dari polimer yang bernama PET. Jenis ini hanya bisa dipakai satu kali. Sehingga banyak sekali limbah plastik yang terbuang di sekitar kita [2]. Dengan masalah tersebut maka semakin meningkat teknologi membuat penelitian dan pengembangan pada bahan polimer semakin meningkat, diantaranya dibutuhkan guna menunjang berbagai bidang industri. Berbagai pengembangan teknologi untuk menciptakan produk dengan biaya produksi yang murah, memiliki daya guna yang tinggi, bahkan yang ramah lingkungan. Penggunaan bahan baku yang efisien sangat diharapkan untuk menekan ongkos produksi.

Berbagai metoda proses produksi tidak dapat mencapainya sampai proses metalurgi serbuk datang memberi jawaban. Metalurgi serbuk adalah suatu proses pembuatan produk menggunakan bahan baku serbuk dengan melibatkan penekanan dan pemanasan [3]. Metode pembuatan serbuk diantaranya atomisasi. Metode atomisasi adalah proses pembuatan serbuk dengan penyemprotan bertekanan merubah bongkahan menjadi serbuk. Pada proses atomisasi dengan gas atau air ukuran partikel di kendalikan oleh kecepatan aliran fluida. Ukuran partikel berbanding terbalik dengan kecepatan [3].

Serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi dimanfaatkan sebagai bahan baku proses metalurgi serbuk. Karakteristik serbuk-serbuk menentukan karakteristik produk. Oleh karena itu proses produksi

serbuk dengan atomisasi perlu diperhatikan untuk mendapat karakter serbuk sebagaimana yang diharapkan. Penelitian ini akan menganalisa karakter fisik produk yang dihasilkan dari parameter proses temperatur dan tekanan .

2. DASAR TEORI

2.1 Metalurgi Serbuk

Metalurgi serbuk merupakan metode pembuatan produk dengan menggunakan serbuk sebagai bahan dasar. Proses dalam teknologi metalurgi serbuk terdiri dari pembuatan serbuk, compacting, sintering dan finishing [3]. Keuntungan metalurgi serbuk:

1. Proses metalurgi serbuk dapat menghasilkan produk dua-material yang terdiri dari lapisan serbuk yang berbeda.
2. Dapat menghasilkan produk dengan porositas yang terkendali.
3. Dapat menghasilkan produk yang kecil dengan toleransi tinggi dan permukaan halus dalam jumlah banyak.
4. Komposisi serbuk yang murni akan menghasilkan komposisi produk yang murni pula.
5. Tidak ada bahan yang terbuang selama proses produksi.
6. Ongkos produksi yang murah karena tidak memerlukan proses finishing.

Kekurangan metalurgi serbuk:

1. Penyimpanan serbuk yang cermat untuk menghindari kontaminasi.
2. Jenis produk yang rumit harus memerlukan mesin pres tertentu.
3. Setiap produk dengan geometri tertentu memerlukan cetakan tertentu.
4. Distribusi kepadatan produk ditentukan oleh sifat mampu alir serbuk.



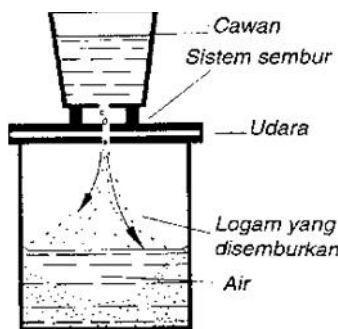


2.2 Proses Pembuatan Serbuk

Pembuatan serbuk merupakan salah satu proses utama dalam metode metalurgi serbuk. Serbuk banyak memberikan pengaruh pada kualitas produk akhir, bentuk bubuk dan ukuran bubuk menjadi faktor yang sangat penting, akan tetapi tidaklah mudah untuk mengendalikan keadaan-keadaan itu. Secara umum proses pembuatan serbuk dibagi menjadi tiga yaitu [2] :

Metode fisik

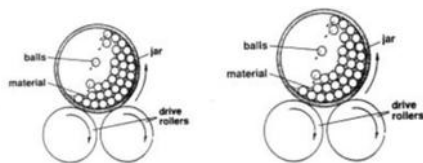
Pembuatan serbuk dengan metode fisik yang paling banyak digunakan adalah proses atomisasi yang prinsipnya adalah mengalirkan logam cair melalui celah nozzle [1]. Kemudian aliran logam cair disemprotkan dengan tekanan udara atau air sehingga membentuk butiran serbuk. Dalam proses ini harus diperhatikan diameter alat, temperatur proses dan tekanan penyemprotan karena hal ini berhubungan erat dengan sifat dari serbuk. G.1 adalah proses pembuatan serbuk dengan atomisasi.



G.1 Atomisasi [2]

a. Metode mekanik

Metode ini biasanya digunakan untuk menghasilkan serbuk logam dari logam yang bersifat rapuh dan kekerasannya sedang. Pembuatan serbuk secara mekanik (lihat G.2) dengan *ball mill* atau *roll mill* untuk mengubah material menjadi serbuk [1, 3].



G.2 Ball mill dan roll mill [1, 3]

b. Metode Kimia

Prinsip dari metode kimia adalah proses dekomposisi kimia suatu senyawa logam. Reaksi reduksi dan oksidasi logam dengan hidrogen atau

karbon monoksida sebagai pereduksi merupakan reaksi dekomposisi yang menghasilkan serbuk logam. Beberapa metode kimia yang digunakan dalam pembuatan serbuk adalah metode elektrolisa dan reduksi oksidasi [1, 3].

2.3 Karakteristik Serbuk

Ukuran partikel, bentuk dan distribusi ukuran serbuk mempengaruhi karakteristik *packing*, aliran, kemampuan tekan, dan sifat fisis benda yang dimampatkan [4].

a. Bentuk Partikel (*particle shape*)

Akibat dari metode yang berbeda, bentuk partikel serbuk juga berbeda ada yang membulat (*spherical*), serpih (*flake*), kotak (*cubic*), berpori (*sponge*), dendritik (*dendritic*), atau bahkan tidak teratur (*irregular*) [3, 4].

b. Ukuran Partikel (*particle size*)

Kehalusan sangat berkaitan dengan kekasaran permukaan. Ukuran partikel biasanya ditentukan dengan mengayak serbuk menggunakan ayakan standar atau dengan mikroskop. Ayakan standar berukuran antara 36 sampai 850 μm digunakan untuk memeriksa dan menentukan distribusi ukuran partikel dalam daerah tertentu. Menggunakan pengukuran mikroskopis partikel serbuk standar dengan ukuran 0,1-1000 μm [4].

c. Mampu alir (*flow ability*)

Mampu alir adalah kemampuan sebuah partikel serbuk untuk mengisi ruang cetakan. Hal ini akan berpengaruh terhadap densitas [3].

d. Sifat kimia (*chemical properties*)

Sifat kimia partikel serbuk, akan berpengaruh terhadap perlakuan dan sifat bahan jadi.

e. Kompresibilitas (*compressibility*)

Kompresibilitas merupakan kemampuan sebuah partikel untuk dikompaksi (ditekan). Harga ini diukur dengan membandingkan volume sebelum kompaksi dengan volume setelah kompaksi [3].

f. Kemampuan sinter (*sinter ability*)

Kemampuan sinter merupakan kemampuan antar partikel serbuk untuk saling melekat dengan proses pemanasan di bawah titik cair bahannya [3].

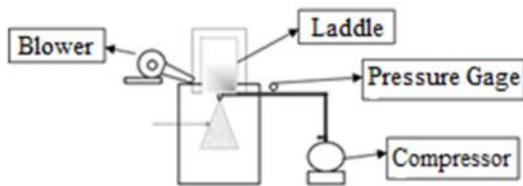




3 METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Sistem untuk pembuatan serbuk melalui proses peleburan atau pelumeran PET di *ladle*. Pemanasan *ladle* bersumber dari penyalaan oleh *blower*. PET cair dijatuhkan melalui lubang *tip nozzle* dengan ukuran 2 mm [5, 6] di bawah *ladle* yang ditekan oleh udara dari *compressor*. Pengaturan atau pengukuran udara dilakukan oleh *pressure gage*. Skema sistem ditunjukkan pada **G.3**. Serbuk yang dilepaskan melalui *nozzle* ditangkap oleh bak dipasang di depannya [1].



G.3 Sistem produksi serbuk

3.2 Proses Produksi

Proses produksi serbuk PET melalui tahap peleburan dan tahap atomisasi.

3.2.1 Tahap Peleburan

1. Mempersiapkan bahan baku dari botol PET

bekas minuman.

2. Membersihkan botol minuman plastik dari kotoran.
3. Menyalakan api untuk peleburan.
4. Memasukan botol plastik ke dalam *ladle* sebanyak 500 gr untuk sekali peleburan. Suhu *ladle* saat bahan masuk adalah 265°C.
5. Suhu peleburan dijaga dan dimonitor dengan termometer infra merah.
6. Setelah plastik meleleh dan suhu yang diatur tercapai maka proses atomisasi dilakukan.

3.2.2 Tahap Atomisasi Udara

1. Kompresor dihidupkan sampai tekanan maksimal.
2. Katup kompresor diputar pada posisi terbuka sampai tekanan di *pressure gauge* pada 5 bar, 6 bar atau 7 bar.
3. Penutup *ladle* dibuka, suhu pada harga yang diatur.
4. Bersama leburan PET keluar melalui *nozzle* udara bertekanan diberikan.
5. Produk atomisasi ditampung pada bak penampung atau *collector*.

T.1 Dimensi partikel padat dari atomisasi PET dalam tekanan berbeda

Suhu (°C)	Produk Padat (%wt-rerata)	Sebaran Diameter	Tekanan (Bar)		
			5	6	7
275	5.01	Min (µm)	792	535	580
		Max (µm)	6133	2365	2056
		Rrt (µm)	2319.7	1192.0	1125.3
285	6.90	Min (µm)	665	516	1465
		Max (µm)	8479	1514	3372
		Rrt (µm)	2938.4	928.4	2219.7
295	3.03	Min (µm)	585	624	634
		Max (µm)	1515	2068	1567
		Rrt (µm)	946.2	1307.7	1171.8

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Fisik partikel yang diberikan proses produksi serbuk dari bahan PET 500 kg melalui atomisasi udara pada semua tekanan (5, 6, dan 8 bar) dirinci pada **T.1**.

Tabel **T.1** menunjukkan bahwa atomisasi udara belum berhasil mengubah cairan PET kepada padatan seluruhnya, bahkan persentase produk padatan yang diberikan sangat rendah, mayoritas produk berupa fasa cair. Produk padat terdiri dari

partikel berbentuk bulat yang cenderung memanjang hingga berupa benang (lihat **G.4**), dengan ukuran yang sangat beragam antara 500-an hingga hampir 3000, dalam satuan µm.

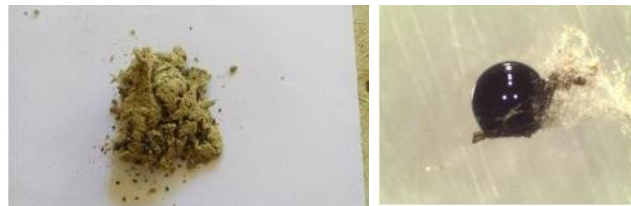
Jumlah padatan yang rendah yang dirinci di **T.1** itu terjadi karena beberapa sebab berikut ini. Pada suhu 275°C bahan yang dimasukan tidak semuanya menjadi cair, masih ada bahan yang menggumpal dan menjadi cairan minyak. Pada suhu 285°C bahan yang dimasukan berubah





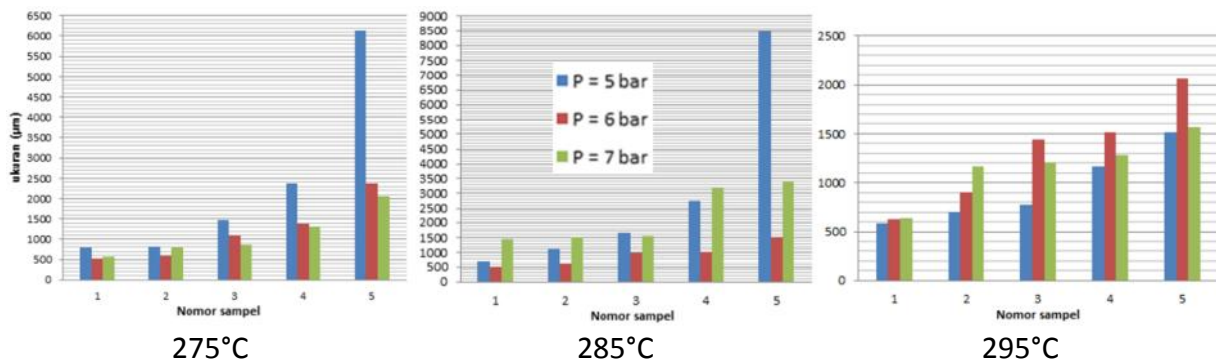
menjadi cairan yang berupa minyak [7]. Pada suhu 295°C jumlah cairan minyak lebih meningkat. Namun demikian produksi serbuk dari bahan PET dengan atomisasi menurut suhu dan

tekanan yang diberikan memberi sebaran ukuran partikel padatan yang khas sebagaimana ditunjukkan pada **G.5**.



Visual produk padatan Partikel serbuk

G.4 Produk padatan



G.5 Sebaran ukuran partikel yang diberikan dari setiap suhu dan tekanan proses atomisasi

T.2 Tabel Kelompok Nilai Rata-Rata Berdasarkan Tekanan dan Suhu

Kelompok rerata panjang partikel	Range	Parameter (P Bar / T °C)
Besar	>2000	(5 / 275) (5 / 285) (7 / 285)
Sedang	1000-2000	(6 / 275) (7 / 275) (6 / 295) (7 / 295)
Kecil	<1000	(6 / 285) (5 / 295)

Hubungan antar tiga gambar yang diberikan di **G.5** menunjukkan daerah suhu dan tekanan mana yang disukai untuk diperoleh partikel padat dengan ukuran yang lebih seragam. Meski jumlah cairan minyak meningkat, pada suhu 295°C tekanan yang diberikan pada proses atomisasi udara memberi fisik partikel yang lebih seragam. Sementara pada suhu-suhu yang lebih rendah, tekanan 5 bar selalu memberikan produk yang sangat kasar. Ukuran partikel ketika dikelompokkan dari kecil, sedang dan tinggi diberikan pada **T.2**.

T.2 menjelaskan tentang kelompok nilai rata-rata panjang partikel dari yang besar sampai kecil berdasarkan range ukuran panjang. Dari tabel tersebut nilai rata-rata panjang partikel yang besar berada pada parameter dengan koordinat

(Bar; °C) (5; 275), (5; 285) dan (7; 285). Nilai rata-rata yang sedang berada pada parameter dengan koordinat (6; 275), (7; 275), (6; 295) dan (7; 295). Sedangkan nilai kelompok rata-rata yang kecil berada pada parameter dengan koordinat (6; 285) dan (5; 295).

Untuk mencapai suhu 265 °C sebagai titik leleh dari bahan yang digunakan dibutuhkan waktu selama 5 menit. Waktu dihitung dimulai dari proses menghidupkan briket batu bara sebanyak ± 2 kg. Penggunaan briket batu bara memiliki kelebihan, yaitu mudah didapat, nyala yang merata, harga yang murah, dan mudah dihidupkan. Pada proses pemanasan suhu *ladle* selalu dikontrol setiap menit agar tidak melebihi suhu yang ditetapkan.

Fisik partikel produk dari PET memiliki





karakter bentuk yang berujung seperti ekor. Bentuk ini terdapat pada setiap suhu atomisasi, tetapi partikel dengan bentuk ini hanya sedikit, yakni pada pada setiap tekanan hanya terdapat rata-rata 2 sampel yang memiliki ekor di partikel tersebut. Bentuk ekor diduga terbentuk pada waktu terakhir dari proses atomisasi.

Fisik partikel dengan bentuk bulat teratur diberikan pada setiap suhu dan tekanan yang berbeda. Partikel ini memiliki ukuran pada antara 500 μm -1000 μm . Partikel yang memiliki dimensi bulat teratur diduga terbentuk pada awal dari proses atomisasi.

Fisik partikel kasar banyak didapat pada proses atomisasi dengan tekanan 5 bar. Hal ini diduga karena tekanan yang diberikan terlalu kecil sehingga tidak mampu menarik lelehan keluar melalui *nozzle* dan memecah partikel ke ukuran yang lebih kecil lagi. Meski pada tekanan ini ada sedikit partikel yang berukuran halus.

5 KESIMPULAN

Atomisasi udara pada PET pada tekanan dan suhu berbeda-beda memberikan:

1. Produk yang dihasilkan dari proses atomisasi dengan bahan *polyethylene Terephthalate* adalah serbuk, benang dan minyak.
2. Fisik partikel padatan memiliki ukuran yang beragam.
3. Produktivitas proses atomisasi dalam partikel padat sangat rendah karena pada suhu tinggi PET cenderung berubah menjadi minyak.
4. Pada suhu yang lebih rendah PET cenderung menggumpal, tekanan yang diberikan tidak mampu memaksa keluar dan memecah lelehan

PET.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] liu Huimin. **1981**. *Science and engineering of droplets*. New York: William Andrew Publishing Norwich, U.S.A.
- [2] Mujiarto Iman. **2005**. *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif*. Traksi. Vol. 3. No. 2.
- [3] Upadhyaya GS. **2002**. *Powder Metallurgy Technology*. Kanpur: Department of Materials and Metallurgical Engineering Indian Institute of Technology.
- [4] Krishnan Anantha H. **2011**. *Study of total oxygen content and oxide composition formed during water atomization of steel powders due to manganese variation*. Stockholm: Dept. of Material Science and Engineering, Royal Institute of Technology (KTH) SE-100 44.
- [5] Budi N, Totok. **2006**. *Pengaruh sudut water sprayer dan tekanan air dalam sprayer pump terhadap hasil serbuk alumunium pada proses atomisasi air*. Yogyakarta: Teknik Mesin Fakultas Teknik UMY.
- [6] Asiri MH. **2014**. *Karakterisasi Serbuk Hasil Produksi Menggunakan Metode Atomisasi*. Malang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- [7] Rosidatul Mahmudah S. dan Lukman Atmaja. **2012**. *Pengaruh Konsentrasi Katalis Kalium Karbonat pada Proses Depolimerisasi Limbah Botol Plastik Polietilen Tereftalat (PET)*. Surabaya: Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

====oOo====

