

EVALUASI PENYIAPAN UMPAN GRAFITISASI DENGAN 100 BUAH PELLET

Sajima, Aryadi
PTAPB - BATAN Yogyakarta

ABSTRAK :

EVALUASI PENYIAPAN UMPAN GRAFITISASI DENGAN 100 BUAH PELLET. Telah dilakukan evaluasi penyiapan umpan grafitisasi dengan 100 buah pellet dan *calcine cokes* sebagai bahan baku dan *tar pitch* sebagai bahan pengikat dengan perbandingan berat 68 : 32. Campuran heterogen antara bahan baku dengan bahan pengikat dicetak dalam bentuk pellet dengan kompaktor pada tekanan 30 KN, kemudian dilakukan pengukuran dimensi dengan jangka sorong dan resistensi dengan multi tester. Bahan dalam bentuk pelet dipanggang dalam tungku kemudian diamati perubahan yang terjadi pada setiap tahapan yaitu kadar air, densitas (ρ), volatile matter, dan tahanan jenis (ϕ). Dari percobaan diperoleh bahan umpan untuk pembuatan grafit pada tahap pemanasan pada suhu 1200°C dan densitas umpan sebesar 1,486 g/cm³ dengan tahanan jenis 43,227 $\Omega \cdot \mu\text{m}$.

Kata kunci : grafitisasi, pellet

ABSTRACT

EVALUATION FOR PREPARATION OF GRAFITITATION FEED WITH 100 PELLET. The evaluation of preparation for grafititation feed with 100 pellet has been done. Raw material has used calcine cokes and tar pitch as the binder with the weight ratio of 68 : 32. The heterogeneous mixture of the raw material and the binder was compacted at the pressure of 30 KN to be pellet, then its dimension and resistance were measured by scater and multitester. Those pellets were baked in furnace, then the changing of their physical properties were investigated [water content, density (ρ), volatile matter, spesific resistance(ϕ)]. From the experiment shown that in the feeder material for making graphite of heated temperature at 1200°C with the feeder density of 1.486 g/cm³ and specific resistance of 43.227 $\Omega \cdot \mu\text{m}$.

Key words: grafititation, pellet

PENDAHULUAN

Grafit adalah suatu bahan yang mempunyai sifat mekanis seperti logam, dan ringan. Selain itu bahan ini mempunyai sifat penghantar listrik dan panas yang baik karena hanya memiliki tiga orbital yang digunakan dan membentuk orbital hybrid sp² yang menghasilkan tiga ikatan koplantar. Sedangkan satu orbital p yang tidak digunakan akan membentuk ikatan π dengan orbital p atom C pada bidang basa. Grafit juga merupakan allotropi karbon yang mempunyai pori dan konduktivitas thermal yang tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai penghantar arus^[1].

Peran grafit sangat strategis dalam industri nuklir maupun non nuklir. Dalam industri nuklir, bahan ini berbentuk serbuk, digunakan sebagai bahan kompaktor bahan bakar reaktor suhu tinggi. Selain itu, bahan ini dapat digunakan sebagai matriks moderator karena mempunyai kemampuan menyerap atau memperlambat energi, dan digunakan sebagai bahan reflektor neutron yang terlepas pada waktu fisi, sehingga peluang fisi U²³⁵ menjadi lebih besar^[2]. Manfaat grafit dalam industri non nuklir antara lain digunakan sebagai elektrode pada lampu,

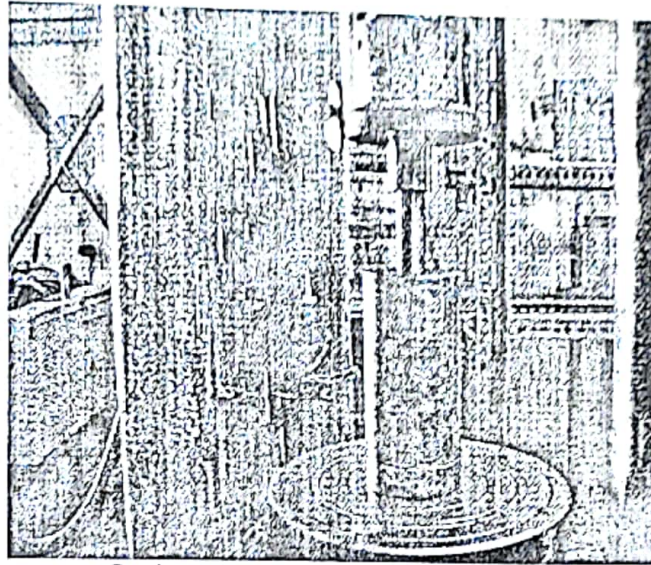
bantalan luncur, ring penyekat dan sebagai bahan aditif untuk bahan pelumas^[3].

Persyaratan yang harus dipenuhi agar grafit bermanfaat dalam industri nuklir antara lain mempunyai kemurnian tinggi, porositas antara 17,61 hingga 30,46 %, faktor padat sekitar 69,54 hingga 82,39 % tahanan jenis 1 x 10⁻³ $\Omega \cdot \mu\text{m}$, densitas 1,8 antara 1,67 g/cm³ hingga 1,75 g/cm³^[2].

Rangkaian proses pembuatan grafit adalah sbb ; persiapan bahan baku, persiapan bahan pengikat, proses pencampuran, proses pencetakan (kompaksi), proses pemangangan dan proses grafitisasi^[4]. Hasil proses sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi material, ukuran butir, pembentukan (*forming*) dan pemanasan. Ukuran butir yang seragam akan menghasilkan campuran yang lebih homogen dan padat. Bahan harus mudah dicetak dan tidak berpori, karena pori akan mengakibatkan penurunan *bulk density* bahan^[5].

Proses pencetakan (kompaksi) adalah proses pengompakan serbuk karena adanya gerak translasi dan rotasi sehingga diperoleh bentuk dan ukuran yang mempunyai sistem koheren. Gerak translasi ini menyebabkan terjadinya densifikasi tanpa adanya deformasi yaitu pergeseran partikel hingga terjadinya penyusunan bersama. Serbuk yang

dikompaksi akan mengalami pergeseran sehingga menimbulkan panas dan mengakibatkan perlunakan pada titik kontak sehingga bidang kontak menjadi luas.

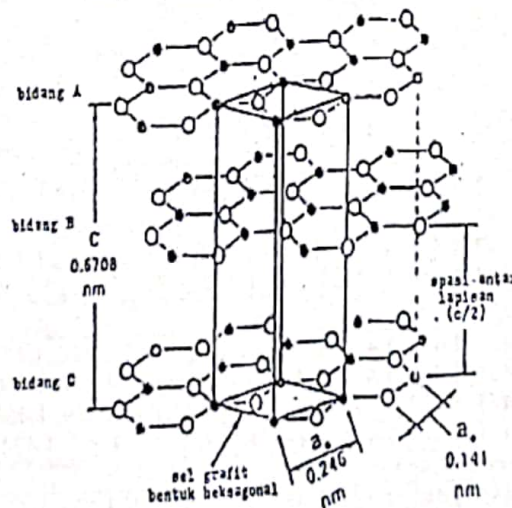


Gambar 1. Proses pencetakan (kompaksi)

Pada tahap kompaksi terjadi fenomena *inter atomic bonding* dan *cold welding* (pengelasan dingin)^[6]. Fenomena *inter atomic bonding* berdasarkan gaya tarik menarik dan tolak menolak antar atom pada rentang dan jarak tertentu. Ukuran jarak tertentu dalam kenyataan berupa titik kontak antar partikel. Fenomena *cold welding* atau pengelasan dingin terjadi karena ketika serbuk dikompaksi dan mengalami pergeseran, maka akan menimbulkan

panas, pelunakan pada titik kontak dan menyebabkan bidang kontak menjadi luas.

Grafitisasi adalah suatu proses transformasi bahan belum stabil dari *non graphitic carbon* (elemen atau bahan padatan yang mengandung struktur karbon) menjadi grafit^[5]. Kegiatan ini dilakukan dengan pemanasan pada suhu antara 2.500°K sampai 3.000°K.



Gambar 2. Struktur grafit ideal.

Pada proses pemanasan (pemanggangan), bahan grafit akan mengalami pemurnian yang disebabkan proses difusi atomik. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan keseimbangan tekanan uap yang dapat menyebabkan terjadinya peristiwa penguapan-penguapan (aliran viskos). Selain itu, proses ini

terjadi akibat adanya kekosongan dipermukaan partikel yang dikenal dengan sebutan difusi permukaan. Penyebab lainnya adalah adanya cacat dalam materi termasuk titik intrinsik, hal disebut difusi volumik. Fenomena lainnya adalah terjadinya pergerakan kurva batas butir yang disebabkan oleh

perbedaan tekanan permukaan dari butir cembung ke permukaan cekung. Perbedaan tekanan ini disebabkan oleh adanya kekosongan yang cukup banyak di batas butir akibat difusi atom. Selain pergerakan batas butir, ada pula pergerakan atom-atom di sekitar batas butir yang besarnya sama tetapi arahnya berbeda. Pergerakan atom-atom melintasi batas butir akan mengeluarkan energi yang merupakan daya dorong dari perubahan butir, akibat yang timbul adalah pori-pori akan hilang atau berkurang secara keseluruhan.

Pada tahap pemanasan bahan grafit akan terjadi perubahan tahanan karena peristiwa *swelling* yang disebabkan suhu atau pengotor-pengotor yang memiliki sifat reaktif pada suhu tertentu. Mekanisme terjadinya proses *swelling* yakni dimulainya dari pengotor-pengotor yang terjebak pada pori-pori bergerak dan melepaskan diri dari bahan karena proses pemanasan, hal ini ditandai dengan penurunan tahanan jenis.

Pada penelitian, evaluasi hasil penelitian dilakukan secara grafik dan data-data yang diambil hasil rerata dari sampel individu sebagai wakil dari sejumlah pelet pada suhu tertentu, untuk memperoleh estimasi dari pelet.

TATA KERJA

Bahan yang digunakan

Serbuk *calcine cokes* sebagai bahan utama dalam pembuatan grafit *Tar pitch* sebagai bahan pengikat dalam pencetakan.

Alat yang digunakan

Timbangan analitis digunakan untuk menimbang bahan penelitian. Kompaktor digunakan untuk pengepresan dalam tekanan tertentu. Molding (alat cetak) digunakan untuk pencetakan bahan. Tungku (*furnace*) digunakan untuk proses pemanggangan. Jangka sorong digunakan untuk pengukuran dimensi. Multi tester digunakan untuk pengukuran resistensi. Eksikator digunakan untuk penyimpanan hasil proses.

Langkah kerja

Dibuat campuran antara bahan bahan baku dan bahan pengikat sesuai dengan ketentuan.

Apabila campuran sudah dianggap cukup baik dan homogen kemudian dimasukkan ke dalam alat cetak dan dipres pada tekanan tertentu hingga diperoleh 100 buah pelet.

Dimensi pelet diukur begitu juga resistensinya.

Pelet yang diperoleh dipanggang di dalam tungku pada suhu tertentu.

Apabila proses pemanggangan dianggap cukup dan diperkirakan sudah dingin, maka dilakukan pengukuran dimensi dan resistensi untuk setiap tahapan sebagai bahan evaluasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan pembuatan umpan dalam pembuatan grafit *nuclear grade* dengan bahan baku *calcine cokes* dan *tar pitch* sebagai bahan pengikat. Pengamatan densitas dilakukan secara acak, data pengamatan dibuat perhitungan rerata dengan

persamaan $\frac{\sum x}{n}$, disajikan pada tabel berikut.

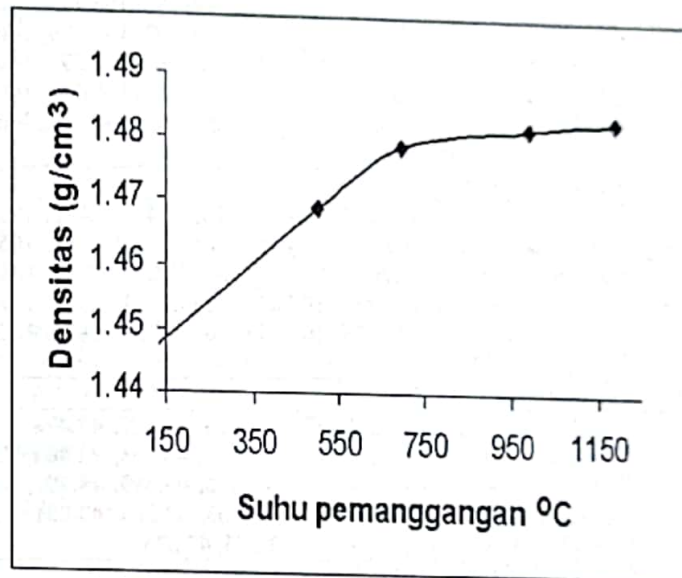
Tabel 1. Hasil pengamatan densitas

Suhu(°C)	Densitas(g/cm ³)
110	1.312, 1.321, 1.350, 1.331, 1.339, 1.335, 1.310, 1.319, 1.321, 1.300, 1.323, 1.347, 1.375, 1.309, 1.317, 1.311, 1.302, 1.317, 1.340, 1.332, 1.333, 1.320, 1.342, 1.309, 1.339, 1.307, 1.304, 1.301, 1.340, 1.326, 1.330, 1.319, 1.315, 1.324, 1.316, 1.315, 1.310, 1.314, 1.342, 1.303, 1.319, 1.312 Rerata : 1,337
500	1.475, 1.472, 1.470, 1.471, 1.472, 1.465, 1.467, 1.464, 1.467, 1.467, 1.463, 1.461, 1.463, 1.479, 1.470, 1.464, 1.473, 1.477, 1.470, 1.462, 1.463, 1.460, 1.473, 1.479, 1.477, 1.478, 1.476, 1.474, 1.469, 1.466, 1.475, 1.471, 1.364, 1.471, 1.470, 1.472, 1.473, 1.467, 1.482, 1.491, 1.474, 1.475 Rerata : 1,465
750	1.485, 1.487, 1.480, 1.487, 1.482, 1.481, 1.479, 1.474, 1.496, 1.484, 1.483, 1.481, 1.492, 1.480, 1.487, 1.489, 1.488, 1.493, 1.485, 1.486, 1.483, 1.497, 1.482, 1.478, 1.488, 1.483, 1.484, 1.470, 1.474, 1.474, 1.483, 1.471, 1.484, 1.481, 1.486, 1.479, 1.473, 1.474, 1.472, 1.479, 1.480, 1.481 Rerata : 1,483
1000	1.486, 1.487, 1.481, 1.483, 1.484, 1.482, 1.488, 1.486, 1.497, 1.496, 1.495, 1.492, 1.493, 1.491, 1.489, 1.488, 1.489, 1.494, 1.496, 1.487, 1.484, 1.498, 1.493, 1.489, 1.487, 1.486, 1.485, 1.483, 1.488, 1.483, 1.482, 1.484, 1.489, 1.482, 1.487, 1.488, 1.485, 1.486, 1.485, 1.487, 1.484, 1.492 Rerata : 1,486

Tabel 1. Lanjutan

Suhu(°C)	Densitas(g/cm ³)
1200	1.488, 1.489, 1.484, 1.481, 1.486, 1.487, 1.488, 1.489, 1.499, 1.498, 1.496, 1.498, 1.497, 1.493, 1.491, 1.498, 1.492, 1.498, 1.499, 1.497, 1.494, 1.498, 1.496, 1.499, 1.497, 1.488, 1.495, 1.493, 1.489, 1.488, 1.487, 1.483, 1.486, 1.485, 1.489, 1.498, 1.482, 1.481, 1.488, 1.484, 1.487, 1.495
	Rerata : 1,488

Data pada Tabel 1. dibuat grafik hubungan antara suhu dengan densitas disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh suhu terhadap densitas pelet.

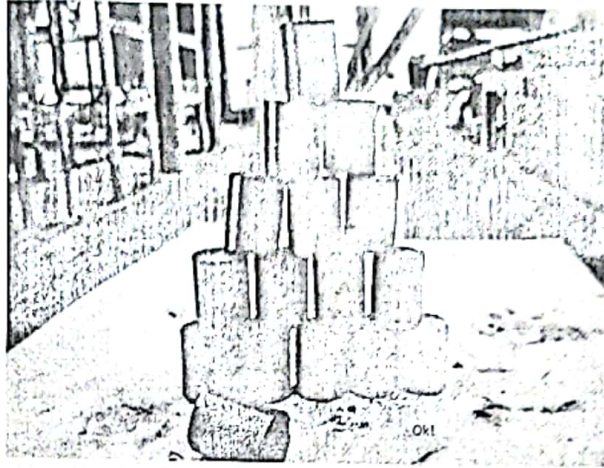
Pada Gambar 3, pengaruh suhu terhadap densitas pelet menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan akan menyebabkan naiknya densitas pelet. Hal ini terjadi karena terjadi proses densifikasi. Terjadinya densifikasi disebabkan partikel-partikel karbon saling bergabung dan pori-pori yang ada menjadi berkurang, sehingga terjadi perubahan struktur bahan karbon yang strukturnya relatif tak teratur berubah menjadi struktur yang mendekati teratur. Gambar 3. menunjukkan bahwa ketika dilakukan pemanasan pada suhu 110°C hingga 800°C terjadi kenaikan densitas secara

signifikan, hal ini menunjukkan bahwa air dan sebagian besar bahan yang mudah menguap (pengotor-pengotor) berkurang karena proses pemanasan tersebut. Hasil percobaan pada suhu pemanasan 1200°C diperoleh hasil densitas umpam sebesar 1,486 g/cm³.

Pengamatan tahanan jenis pelet dilakukan secara acak, data pengamatan dibuat perhitungan rerata dengan persamaan $\frac{\sum x}{n}$, disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil pengamatan tahanan jenis

Suhu(°C)	Tahanan jenis (Ω-μm)
110	271.445, 271.441, 271.435, 271.341, 271.439, 271.435, 271.451, 271.449, 271.442, 271.430, 271.463, 271.447, 271.475, 271.459, 271.447, 271.441, 271.432, 271.517, 271.540, 271.532, 271.453, 271.443, 271.442, 271.449, 271.439, 271.530, 271.430, 271.451, 271.448, 271.446, 271.434, 271.519, 271.531, 271.434, 271.436, 271.445, 271.440, 271.441, 271.532, 271.353, 271.453, 271.431
	Rerata : 271.445



Gambar 5. Pelet hasil proses pencetakan (kompaksi)

KESIMPULAN

Pada proses pemanasan, semakin tinggi suhu akan menyebabkan naiknya densitas bahan karena proses pemadatan, sebaliknya tahanan jenis mengalami penurunan karena proses pemurnian. Dari percobaan diperoleh bahan untuk umpam dalam pembuatan grafik pada tahap pemanggangan pada suhu 1200°C dengan komposisi densitas umpam sebesar $1,486 \text{ g/cm}^3$ tahanan jenis $43.227 \Omega \cdot \mu\text{m}$.

DAFTAR PUSTAKA

1. SUSALIT SETYO WIBOWO., Kajian Pengaruh Zat Aditif, Katalis Silika dan Impregnasi Pada Proses Grafitisasi Kokas Petroleum., Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan A, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 1995.
2. VOHLER O, STRUM F.V. WEGE E., Carbon and Graphite Materials., Ulmann's Encyclopedia of industry chemistry, vol 5, Verlagesell Shaft, Weinheim, 1972.
3. [Http://www.azomaterials.com/](http://www.azomaterials.com/). Grafitt-klasifikasi, Sifat dan Aplikasi, 11 Mei 2010.
4. SUTARSA., Pemanggangan Lapisan Grafit Dengan Alat Graphite Coating Furnace., P2TBDU, Serpong.
5. R.E SMALLMAN., Metalurgi Fisik Modern., Edisi keempat penerbit gramedia, Jakarta, 1991.
6. ROBERT C. REID, JOHN M PRAUSNIT Z, Thomas K Sherwood., Sifat Gas dan Zat Cair., Edisi III, Gramedia, Pustaka Utama, Jakarta, 1991.

DISKUSI

Nama Penanya : Suhono Handoko

Pertanyaan :

Umpam grafitisasi, alat/umpam untuk apa? Kenapa berbentuk pelet? Kenapa dengan 100 buah kalau kurang atau lebih apa yang terjadi?

Jawaban :

Penelitian ini untuk mencatat umpam dalam pembuatan grafit (suhu 1200°C) umpam proses pembuatan grafit dilakukan pada suhu $\pm 3000^{\circ}\text{C}$