

PENGERINGAN GEL UO_3

Wardaya, Setyo Sulardi, Sugiyanto
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

PENGERINGAN GEL UO_3 . Telah dilakukan pengeringan gel UO_3 untuk menentukan kondisi operasi pengeringan yang baik. Butiran gel UO_3 , yang dibuat melalui proses hidrolisis, setelah dicuci dikeringkan dalam tungku pengeringan pada suhu yang bervariasi, 50; 60; 70; 80 dan 90 °C dan dikeluarkan untuk ditimbang secara periodik (tiap 35 menit) sampai diperoleh berat tetap. Pada penelitian ini diamati berat sampel versus waktu pengeringan dan bentuk visual butir, setelah pengeringan butir dikalsinasi pada suhu 300 selama 3 jam untuk mengevaluasi efek proses pengeringan yang baru tampak setelah proses kalsinasi. Dari data percobaan dibuat grafik berat sampel versus waktu, kadar air versus waktu, kecepatan pengeringan versus waktu dan kecepatan pengeringan versus kadar air. Dari penelitian ini diperoleh bahwa suhu yang baik untuk pengeringan adalah 80 °C, waktu yang diperlukan 420 menit, pengeringan sebaiknya dijaga dengan kecepatan pengeringan dX/dt tidak melebihi 0,001 /menit dan kadar air dalam gel kering tidak melebihi 0,01 g/g kering.

ABSTRACT

DRYING OF GELLED UO_3 . Drying of gelled UO_3 was done to find operating conditions that give good result. Spherical gelled UO_3 were made by hydrolysis process, washed and soaked with ammonia solution of 2,5 %. The gelled UO_3 were dried at various temperature, 50; 60; 70; 80 and 90 °C, at each temperature that were weighed periodically every 35 minutes up to have constant weight and looked at the particles form. The particles then calcined at 300 °C for 3 hours to look at the effect of drying that may be appear as they were calcined. From the data were made figure of wight versus time, moisture content versus time, drying rate versus time and drying rate versus moisture content. From the investigation can be concluded : (1) the best operating condition for the dryings is 80 °C for 420 minutes, (2) drying rate is recommended less than 0.001 / minute, (3) moisture content of gel dried is recommended less than 0.01 g/g free moisture.

PENDAHULUAN

Dalam rangkaian proses pembuatan bahan bakar kernel UO_2 pengeringan gel merupakan tahapan yang harus dilalui, setelah pengeringan gel dilanjutkan dengan proses kalsinasi dan reduksi. Penelitian ini dilakukan karena pustaka yang ada menyebutkan berbagai prosedur yang dipakai, namun dalam praktek yang dialami oleh penulis kondisi pengeringan dengan udara yang dipilih dari yang disebutkan dalam pustaka tersebut tidak selalu memberikan hasil yang memuaskan, terkadang butir retak/pecah saat dikeringkan atau saat dikalsinasi. Kejadian tersebut diduga merupakan efek/dampak dari operasi pengeringan.

Dalam industri kimia terdapat banyak prosedur dan alat yang dapat digunakan. Perancangan/pemilihan alat dipengaruhi oleh pertimbangan mekanis dan aliran zat padat maupun sifat permukaan zat padat (1).

Pada operasi pengeringan gel UO_3 , sifat butir merupakan unsur yang sangat penting

karena bahan tersebut harus memiliki bentuk bola semenjak dalam bentuk gel basah sampai setelah menjadi bahan bakar kernel UO_2 . Kondisi pengeringan yang pernah dilakukan antara lain : gel dikeringkan dengan udara pada suhu 70 °C (2), gel dikeringkan dengan udara pada suhu 220 °C (3). Disamping itu dapat dikeringkan menggunakan uap air, dehidrasi menggunakan alkohol, propanol atau butanol, distilasi azeotrop dengan $CHCl_3$, CCl_4 , toluen atau xilen. Pengeringan dengan udara pada suhu 20-70 °C tidak mengurangi kadar amoniak dalam gel sedangkan pengeringan pada suhu di atas 70 °C dapat mengurangi kandungan amoniak dalam gel (4).

Pengeringan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Ketika bahan mengering terjadi dua peristiwa bersamaan yaitu transfer massa dan transfer panas. Transfer massa terjadi dari dalam butir dalam bentuk cairan/uap ke permukaan dan dari permukaan

ke udara dalam bentuk uap, sedangkan transfer panas terjadi dari udara pengering ke dalam butir dan dari dalam butir keluar dibawa oleh massa yang ditransfer.

Kajian tentang kecepatan pengeringan dapat didasarkan atas dua prosedur yaitu mekanisme internal (aliran dalam butir) dan pada efek kondisi eksternal misalnya suhu, humiditas, aliran udara dan lain-lainnya. Prosedur pertama memerlukan kajian mendasar mengenai kondisi internal bahan, prosedur kedua meskipun kurang mendasar namun lebih banyak digunakan karena hasilnya lebih dapat digunakan untuk perancangan/pemilihan alat maupun untuk evaluasi.

Mekanisme internal aliran dalam butir dipengaruhi oleh struktur bahan, mekanisme yang terjadi untuk pengeringan gel adalah difusi dalam bahan padat homogen. (1)

Kondisi eksternal adalah variabel-variabel yang dapat dimunculkan dalam operasi pengeringan yaitu : suhu, humiditas, aliran udara, jumlah zat padat, pengadukan zat padat, penempatan zat padat, kontak antara permukaan panas dengan zat padat, variabel-variabel tersebut tidak harus muncul dalam sebuah problem/kasus.

BAHAN DAN TATA KERJA

Bahan

- Larutan uranyl nitrat, urea dan HMTA untuk membuat butir gel.
- Larutan NH_3 untuk mencuci gel UO_3 .

Peralatan

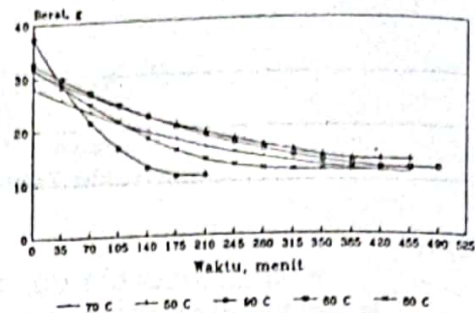
- Kolom gelas, untuk membuat gel UO_3 .
- Gelas beker, erlenmeyer dll. untuk mencuci gel UO_3 .
- Tungku pengeringan.

Tata Kerja

1. Membuat butiran gel UO_3 melalui proses hidrolisis.
2. Mencuci gel UO_3 .
3. Pengeringan : menhidupkan tungku pengering sampai dicapai suhu 50°C , memasukkan sampel gel UO_3 , menimbang sampel setiap 35 menit sampai diperoleh berat tetap.
4. Mengulangi pekerjaan no. 3 untuk suhu 60°C ; 70°C ; 80°C dan 90°C .

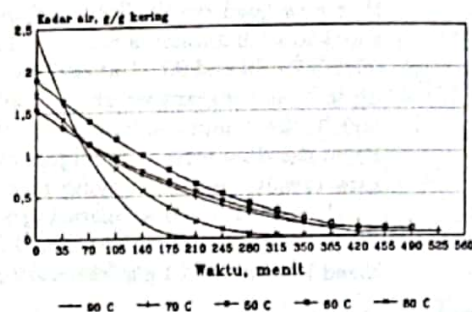
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik. Gambar 1 menggambarkan perubahan berat sampel selama proses pengeringan pada



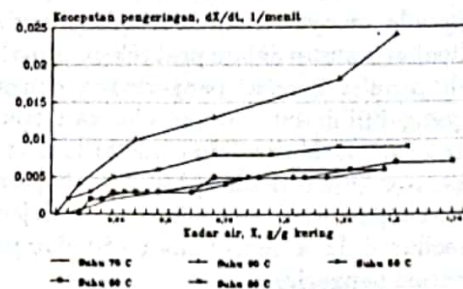
Gambar 1. Berat sampel vs waktu

suhu 50°C ; 60°C ; 70°C ; 80°C dan 90°C , berat tetap sampel dicapai setelah waktu pengeringan tertentu, yang untuk masing-masing suhu dapat dilihat pada gambar 1 setelah kurva horisontal. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kadar air dan waktu pengeringan. Kadar air menunjukkan berat air per berat gel kering (setelah dipanaskan 110°C selama 1 jam).



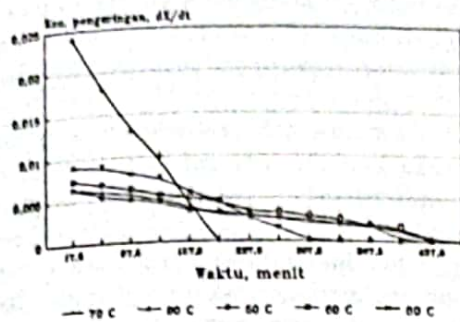
Gambar 2. Kadar air vs waktu

Gambar 3 menunjukkan pengeringan versus kadar air.



Gambar 3. Kecepatan pengeringan vs kadar air

Gambar 4 menunjukkan hubungan kecepatan pengeringan versus waktu, kecepatan pengeringan mencapai 0 setelah waktu tertentu.



Gambar 4. dX/dt versus waktu

Gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 dibuat dari olahan data pada Gambar 1.

Yang terpenting dalam penelitian proses pengeringan gel ini adalah untuk mendapatkan kondisi operasi pengeringan yang cepat namun tidak memberikan dampak terhadap kerusakan/pecahnya gel yang dikeringkan tersebut sampai tahap proses-proses selanjutnya yaitu proses kalsinasi, reduksi dan sinter. Pada penelitian ini diteliti pengaruh pengeringan dan dampaknya terhadap keutuhan gel setelah dikalsinasi.

Pelepasan bahan volatil dari gel pada saat pemanasan dapat berdampak terhadap butir gel, dampak tersebut dipengaruhi oleh kecepatan penguapan bahan volatil, perubahan bahan volatil dari fase cair menjadi fase gas dapat menimbulkan tekanan dalam butir yang dapat mengakibatkan pecah/retak pada butir. Semakin besar kecepatan penguapan menjadi semakin besar resiko terjadinya pecah/retak pada butir, karena itu maka perlu diketahui berapa kecepatan pengeringan yang aman untuk proses pengeringan tersebut.

Kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh beberapa faktor misalnya suhu pengeringan dan kecepatan udara pengering. Pada penelitian ini digunakan alat pengering yang sudah tertentu ukurannya yang dapat diubah suhu operasinya, sehubungan dengan itu maka diteliti pengaruh suhu operasinya sedangkan kecepatan udara pengering tertentu sesuai dengan kemampuan alat yang dipakai.

Pengaruh suhu terhadap kecepatan pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk kadar air yang sama semakin tinggi suhu semakin besar kecepatan pengeringannya. Pada Gambar 4 terlihat bahwa suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan. Untuk suhu tetap kecepatan

pengeringan menurun dengan bertambahnya waktu, hal ini disebabkan oleh semakin kecilnya kadar air dalam bahan yang dikeringkan dan kecepatan pengeringan menjadi nol setelah bahan kering atau sesudah terjadi keseimbangan antara kadar air dalam bahan yang dikeringkan dengan kadar air dalam udara pengering sehingga tidak terjadi transfer massa lagi. Pada bagian awal pengeringan (sampai 160 menit) tampak bahwa semakin tinggi suhu pengeringan semakin besar kecepatan pengeringan, kecepatan pengeringan pada suhu 50; 60; 70; dan 80°C tidak berbeda terlalu jauh (0,003 - 0,009) sedangkan pengeringan pada suhu 90 °C kecepataannya jauh berbeda (0,003 - 0,025). Perbedaan ini memberikan hasil yang berbeda yaitu butir gel yang dikeringkan pada suhu 90 °C sekitar 80% pecah, sedangkan yang dikeringkan pada suhu 50; 60; 70; dan 80 °C butir gel tidak ada yang pecah. Untuk melihat dampak proses pengeringan tersebut butir gel yang utuh dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 3 jam, dari pengamatan tampak bahwa setelah dikalsinasi butir gel yang sebelumnya dikeringkan pada suhu 50 dan 60 °C sekitar 50 % pecah, yang dikeringkan pada suhu 70 °C sekitar 20 % pecah sedangkan yang dikeringkan pada suhu 80 °C tetap utuh. Bila diamati pada gambar 2 kadar air dalam gel setelah dikeringkan 420 menit sekitar 0,01 pada pengeringan 80 °C dan sekitar 0,1-0,05 pada pengeringan 50; 60 dan 70 °C, Kandungan air yang masih relatif besar ini diduga sebagai penyebab pecahnya butir pada saat kalsinasi pada suhu 300 °C. Bila dilihat pada Gambar 4 terkesan bahwa pengeringan yang tidak mengakibatkan butir retak/pecah adalah pada suhu 50; 60; 70; dan 80 °C memiliki kecepatan pengeringan, dX/dt , kurang dari 0,01 g/g .menit.

Untuk pengeringan gel mekanisme aliran yang terjadi dalam butir adalah difusi (1) . Sehubungan dengan itu maka diduga penyebab terjadinya retak/pecah pada butir disebabkan oleh peristiwa difusi tersebut, terutama oleh jumlah bahan yang mendifusi tersebut persamaan waktu , sedangkan jumlah bahan yang mendifusi sebanding dengan kecepatan pengeringan. Berdasarkan kenyataan tersebut maka kecepatan pengeringan merupakan batasan yang penting untuk mendapatkan hasil pengeringan gel UO_3 yang baik. Identik dengan peristiwa tersebut pada saat kalsinasi kecepatan pelepasan bahan volatil juga menjadi batasan agar butir tidak pecah. Jika dilihat kandungan air setelah bahan di keringkan didapatkan per-

bedaan yaitu pengeringan pada suhu 50; 60; 70°C, X adalah sekitar 0,10; 0,09 dan 0,05 g/g kering sedangkan pada pengeringan suhu 80 °C X sekitar 0,001 g/g kering. Perbedaan ini menimbulkan perbedaan kecepatan pelepasan bahan volatil pada saat kalsinasi yang mengakibatkan hasilnya retak/pecah atau utuh.

Secara keseluruhan pengeringan pada suhu 90 ° langsung mengakibatkan butir gel rusak berat, sedangkan pengeringan pada 50; 60; 70 dan 80 °C tidak menyebabkan terjadinya kerusakan gel yang langsung tampak, namun mungkin ada dampak yang masih tersembunyi yang akan tampak setelah gel diproses lebih lanjut yaitu proses kalsinasi, adanya dampak tersebut terbukti setelah proses kalsinasi gel yang semula dikeringkan pada suhu 50 dan 60° mengalami rusak berat yang semula dikeringkan pada 70° rusak ringan sedangkan yang semula dikeringkan pada suhu 80 ° tidak mengalami kerusakan. Peristiwa yang terjadi dapat dipahami sebagai berikut, semakin tinggi suhu pengeringan kecepatan pengeringan semakin tinggi, kecepatan pengeringan tersebut berpengaruh/ berdampak terhadap stabilitas gel. Pada kecepatan pengeringan rendah (suhu

rendah) butir gel mengalami penyusutan pada bagian luar butir sehingga pori-pori butir tertutup, tertutupnya pori-pori butir ini menyebabkan resiko pecahnya butir pada saat proses kalsinasi pada suhu 300 °C, sedangkan pengeringan dengan kecepatan tinggi (suhu tinggi) gel mengalami resiko kerusakan besar karena pada suhu tinggi tekanan uap dalam butir gel besar sehingga gel mengalami kerusakan karena tidak mampu menahan tekanan yang ada. Dari penelitian ini diperoleh suhu pengeringan yang baik 80 °C.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi optimum untuk pengeringan gel UO_3 pada penelitian ini adalah pada suhu 80 °C selama 420 menit
2. Kecepatan pengeringan yang baik untuk pengeringan gel UO_3 adalah dX/dt tidak melebihi 0,01 g/g. menit.
3. Agar butir tidak pecah pada saat kalsinasi kadar air dalam butir hasil pengeringan sebaiknya sekitar 0,01 g/g kering atau lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Perry, R.H., Don Green, Perry's Chemical Engineers' Handbook, sixth ed., section 20, International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Company (1985).
2. Abdel Halim, A.S., Fabrication of UO_2 microspheres by the hydrolysis processes, Powder Metallurgy International, Vol. 15 No.5 (1987) 22-26.
3. Abdel Halim, A.S., Effect of Drying Condition on Thermal Decomposition Behavior of UO_3 Gel Microspheres, Metallurgy Dept., Assiut University, Egypt (1987).
4. Urbanek, V., Preparation of UO_2 Dense Spherical Particle by Sol-Gel Technique, Czechoslovakia (1977).
5. Nickel, H., Development of Coated Particle KFA Contributions within the Frame of the German High Temperature Reactore Fuels Development Programme, Kernforschungsanlage, Joelich, FRG (1977).
6. Wardaya, dkk., Pembuatan kernel melalui proses Sol-gel, Proceedings Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, PPNY BATAN Yogyakarta (1990).
7. Wardaya, dkk., Pengaruh ukuran nozzle dan tekanan larutan terhadap diameter butir kernel UO_2 , Proceedings Seminar Sains dan Teknologi Nuklir, PPTN - BATAN Bandung, 16-18 Februari 1993.