

TINJAUAN PROSES PENGENDAPAN KONSENTRAT URANIUM SKALA PILOT

Kosim Affandi, Efdinal, Sudjarwanto, Dradjat Eko Priyono *)

ABSTRAK

TINJAUAN PROSES PENGENDAPAN KONSENTRAT URANIUM SKALA PILOT. Tinjauan mengenai proses pengendapan konsentrat uranium skala pilot di Lemajung, Kalimantan Barat ditujukan pada sistem yang digunakan, produk yang dihasilkan dan kandungan uraniumnya. Perbedaan hasil proses pengendapan skala pilot dan laboratorium digunakan sebagai parameter perbaikan sistem untuk menghasilkan produk yang mempunyai kandungan uranium tinggi dengan kadar pengotor minimal. Proses pengendapan, penyaringan dan pengeringan konsentrat ADU dilakukan secara " bed " dengan sistem pengendapan bertingkat menggunakan larutan Ca(OH)_2 4 % dan larutan amonia 25 % dengan rekovery pengendapan sebesar 92,69 % dan kadar U dalam konsentrat sebesar 60 %. Hasil tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian skala laboratorium menggunakan larutan Ca(OH)_2 1,5 % dan amonia 1,5 % dengan rekovery sebesar 99 % dan kadar U dalam konsentrat sebesar 70 %.

ABSTRACT

THE ASSESSMENT OF URANIUM CONCENTRATE'S PRECIPITATION ON PILOT SCALE. The assessment of precipitation process of uranium concentrate at Pilot scale which has been carried out at Lemajung, West Kalimantan was focused to the precipitation system, the product, and uranium content of the product. The differencies of the precipitation. process betwen pilot scale and the laboratory scale use as parameters to improve the system of the precipitation process to produce the concentrate of high U content and minimum of impurites. The process of precipitation, filtering and drying of ADU carried out by bed system at two stage, precipitation using 4 % of Ca(OH)_2 slurry and 25 % of amonia solution, the recovery was 92,69 % and concentrate of ADU contains 60 % of U. This result was lower than the laboratory scale which using 1,5 % of Ca(OH)_2 slurry and 1,5 % of amonia, the recovery was 99 % and contains 70 % of U.

*) Instalasi Teknik Pengolahan Bahan Galian Nuklir - PPBGN

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada awal pelaksanaan proses pengendapan larutan hasil pemurnian skala pilot di Lemajung dilakukan secara kontinyu dengan sistem pengendapan dua tingkat menggunakan larutan Ca(OH)_2 4 % dan pulp MgO 4 %, menghasilkan konsentrat uranium $\text{Mg U}_2\text{O}_7$ dengan mutu relatif rendah, baik dari penampilan fisik maupun kadar uranium dalam konsentrat (40 % U). Konsentrat $\text{Mg U}_2\text{O}_7$ ini sukar larut dalam HNO_3 dan padatan yang tidak larut sebesar 15 % dari berat konsentrat yang dilarutkan dan masih mengandung uranium, silikat serta kelebihan CaO atau MgO ^[1].

Pada pelaksanaan proses selanjutnya, dengan tujuan memperbaiki mutu produk, proses pengendapan dilakukan secara bed untuk meningkatkan pengontrolan pH pada pengendapan tingkat I (pH 3,5) dan pengendapan tingkat II (pH 7) dilakukan perubahan pereaksi pengendap dari pulp MgO menjadi larutan amonia. dengan mengubah tata letak peralatan yang sudah terpasang.

Tinjauan mengenai proses pengendapan konsentrat uranium ditujukan pada sistem yang digunakan, hasil konsentrat (penampilan fisik dan kandungan U) dan hasil penelitian pengendapan skala laboratorium, agar produk akhir dari proses pengolahan bijih uranium menghasilkan konsentrat uranium yang memenuhi persyaratan minimum ditinjau dari kandungan U dan unsur pengotor yang diperbolehkan untuk menjadi " nuclear grade".

Pengendapan Uranium

Larutan uranium hasil pemurnian dengan "fixed bed" resin skala pilot masih mengandung besi (III) sulfat, NaCl , H_2SO_4 bebas dan koloid silikat. Masalah utama dalam pengendapan uranium adalah mutu produk dengan kandungan uranium tinggi serta sedikit mungkin mengandung pengotor. Pengotor yang sukar dihilangkan adalah natrium yang ikut bereaksi dengan uranium dan kelebihan NaCl serta asam sulfat bebas, sedangkan klorida dan nitrat biasanya terserap dalam endapan dan dapat dihilangkan dengan cara pencucian.

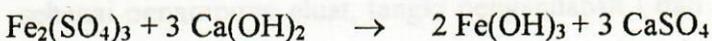
Metode pengendapan uranium dari larutan ada dua cara, yaitu:

1. Larutan hasil pemurnian dengan resin penukar ion, diendapkan dengan sistem pengendapan 2 tingkat menggunakan larutan bersifat basa seperti kapur, NaOH, MgO dan amonia
2. Larutan hasil pemurnian dengan ekstraksi pelarut langsung diendapkan dengan hidrogen peroksida atau amonium karbonat.

Pemilihan pereaksi didasarkan pada beberapa faktor seperti biaya, sifat fisik dari produk, kecepatan reaksi, cara pengontrolan dan kontaminasi yang disebabkan kation dari pereaksi. Pengendapan 2 tingkat, biasanya dipakai untuk mengendapkan uranium hasil pemurnian dengan resin penukar ion, apabila larutan uranium hasil pemurnian masih mengandung besi dan kandungan sulfat dan filtrat pengendapan akan digunakan kembali sebagai larutan eluen. (recycle).^[2]

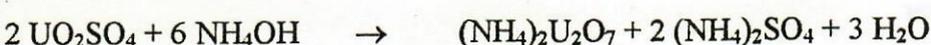
Pengendapan pertama :

Pengendapan pengotor dengan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada pH 3,5, untuk mengendapkan besi, Al, Ti, Th sebagai kompleks sulfat dan hidroksida dan kelebihan sulfat akan bereaksi membentuk CaSO_4 dan akan mengendap bersama koloidal silikat. Penggunaan kapur akan lebih berpengaruh apabila ada fosfat dan besi mengendap sebagai besi fosfat namun akan mengakibatkan ikut terendapnya uranium sebagai uranilfosfat. Pengendapan pertama terjadi pada pH antara 3,5 - 4,2, pada pH ini U ikut terendap dengan kompleks fosfat-besi dan gips. Reaksi yang terjadi pada pengendapan pertama antara lain adalah sebagai berikut :



Pengendapan kedua :

Pengendapan uranium dengan NH_4OH pada pH 4,5 - 7, pada tahap ini dimaksudkan untuk mengendapkan uranium yang berasal dari filtrat pengendapan I (pH 3,5). Reaksi yang terjadi :



Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengendapan amoniumdiuranat (ADU) adalah :^[3]

- a) Konsentrasi U dalam larutan akan mempengaruhi sifat ADU yang dihasilkan, semakin encer konsentrasi, partikel-partikel yang diperoleh semakin halus tetapi efisiensi pengendapan kecil. Konsentrasi yang baik sekitar 50-100 g U/liter
- b) Pengadukan, diperlukan untuk membantu jalannya reaksi, semakin cepat pengadukan, semakin halus partikel yang dihasilkan, tetapi kehalusan partikel akan menyebabkan terjadinya larutan koloid yang sukar diendapkan.
- c) Suhu berpengaruh pada kecepatan reaksi. Semakin tinggi suhu reaksi semakin baik, tetapi pada suhu tinggi amonia akan banyak hilang sehingga mengurangi efisiensi pengendapan
- d) Derajat keasaman (pH), sangat berpengaruh pada reaksi pengendapan ADU. Kondisi ini akan mempengaruhi sifat fisik ADU di samping mempengaruhi kecepatan pengendapan, penyaringan dan efisiensi pengendapan.
- e) Waktu reaksi berpengaruh pada reaksi pengendapan, semakin lama waktu kontak akan menambah jumlah endapan yang diperoleh, tetapi jika waktu yang diperlukan untuk mencapai konversi optimum telah dilampaui penambahan waktu tidak berpengaruh lagi. Pada umumnya waktu reaksi sekitar 45 menit sampai 1,5 jam.

Penyaringan Amonium Diuranat (ADU)

Filtrasi adalah operasi pemisahan campuran heterogen antara cairan dengan partikel zat padat yang menahan zat padat dan meneruskan zat cair dengan menggunakan medium yang "porous".

Medium "porous" tersebut disebut filter medium yang dikelompokkan ke dalam 2 macam :

1. Filter medium primer, terpasang pada filter berupa kain saring (katun, yute, anyaman logam halus), asbes, pasir, tepung karbon dan keramik. Fungsi dari filter medium primer ini untuk menahan zat padat dan meneruskan filtratnya.
2. Filter medium sekunder. Zat padat yang tertahan akan membentuk "cake yang porous", medium "porous" inilah yang kemudian disebut medium sekunder."Cake" yang terbentuk selama penyaringan mempunyai sifat "porous" dan melalui pori-pori ini filtrat akan keluar.

Untuk mengalirkan filtrat dari "cake yang porous" ini biasanya digunakan penyaring bertekanan dengan menggunakan vakum filter, karena adanya tekanan filtrat akan menembus filter medium dengan meninggalkan zat padat. Untuk mempercepat penyaringan dan meningkatkan efisiensi perlu suatu operasi penyaringan terpadu yang meliputi pencucian, dan penyaringan "cake".^[4]

Pengeringan ADU

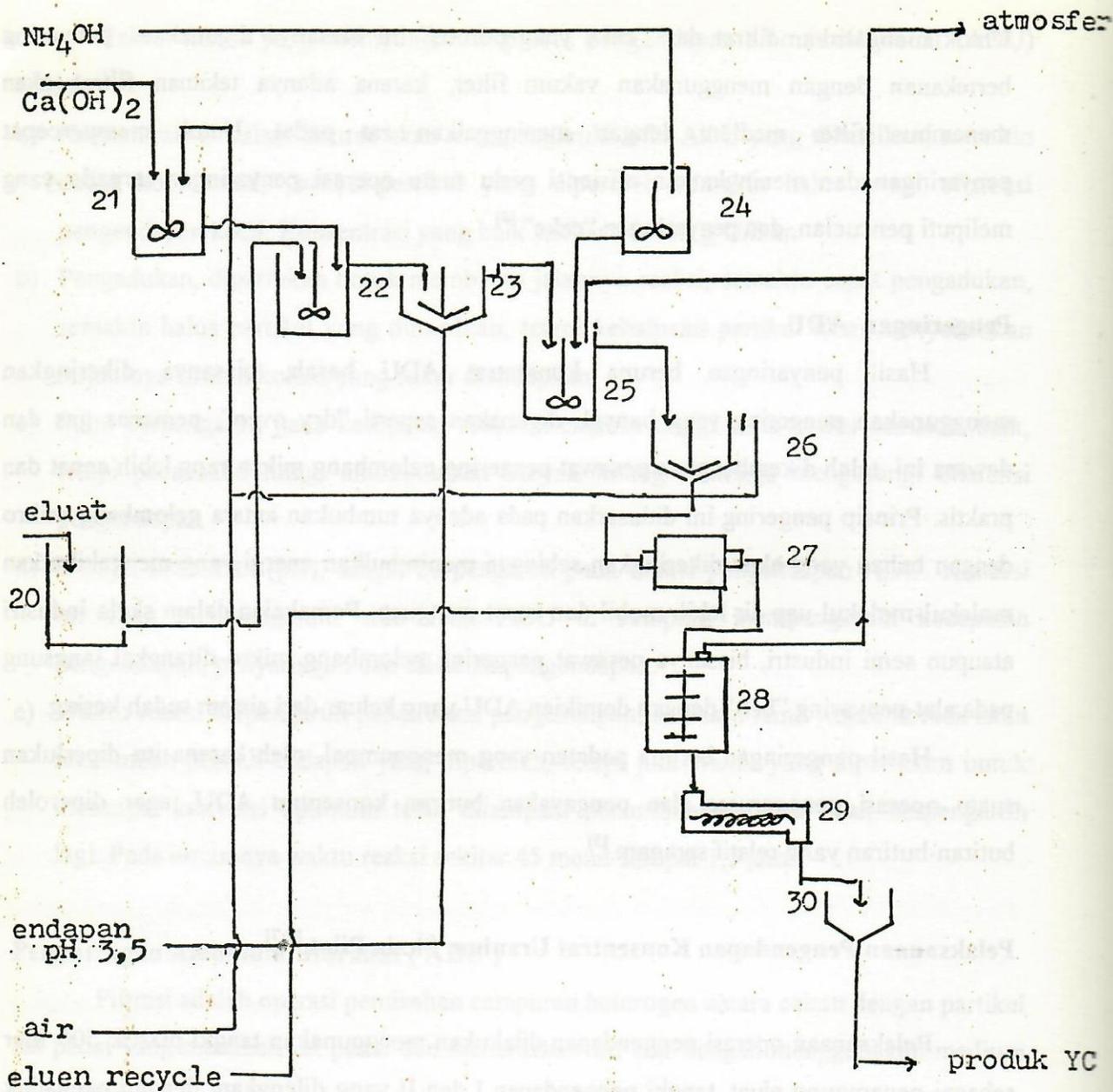
Hasil penyaringan berupa konsentrat ADU basah, biasanya dikeringkan menggunakan pengering yang banyak digunakan seperti "dry oven", pemanas gas dan dewasa ini telah dikembangkan pesawat pengering gelombang mikro yang lebih cepat dan praktis. Prinsip pengering ini didasarkan pada adanya tumbukan antara gelombang mikro dengan bahan yang akan dikeringkan sehingga menimbulkan energi yang mengakibatkan molekul-molekul uap air lebih mobil dan cepat menguap. Pemakaian dalam skala industri ataupun semi industri, biasanya pesawat pengering gelombang mikro dirangkai langsung pada alat penyaring "belt" dengan demikian ADU yang keluar dari sistem sudah kering.

Hasil pengeringan berupa padatan yang menggumpal, oleh karena itu diperlukan suatu operasi penggerusan dan pengayakan butiran konsentrat ADU, agar diperoleh butiran-butiran yang relatif seragam.^[5]

Pelaksanaan Pengendapan Konsentrat Uranium Skala Pilot.^[6;7]

Pelaksanaan operasi pengendapan dilakukan menggunakan tangki plastik 500 liter sebagai penampung eluat, tangki pengendapan I dan II yang dilengkapi dengan pengaduk berbentuk jangkar dengan kecepatan pengadukan 30 rpm. Diagram alir proses pengendapan ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengendapan dilakukan secara "bed", eluat yang telah diketahui volume dan kadar U nya dialirkan ke dalam tangki pengendapan I sambil dipanaskan antara 40- 50 ° C, kemudian dialirkan larutan Ca(OH)_2 4 % dengan kecepatan alir 0,5 l/menit sampai pH mencapai 3,5. Proses pengendapan I berlangsung antara 1 - 1,5 jam.



Gambar 1. Diagram alir proses pengendapan uranium skala pilot

Keterangan :

- 20. Tangki penampung eluat
- 21. Tangki umpan CaO
- 22. Tangki pengendap pH 3,5
- 23. Thickener
- 24. Tangki umpan NH_4OH
- 25. Tangki pengendap pH 7,0

- 26. Thickener
- 27. Drum filter/Centrifugal
- 28. Pengering
- 29. Screw conveyor
- 30. penampung produk

Larutan hasil pengendapan I dialirkan ke dalam tangki "setling", larutan jernih diukur volume dan dilakukan analisis kadar U nya, kemudian diendapkan dengan larutan amonia 25 % sampai pH 7, dialirkan ke dalam tangki "setling". Endapan ADU dipindahkan ke dalam tangki pencuci untuk menghilangkan sisa-sisa garam dan asam sulfat. Slurry konsentrat disaring menggunakan "drum filter" yang dilengkapi dengan pompa vakum dan pompa filtrat, "cake" basah, kemudian dikeringkan menggunakan pemanas sejenis "dry oven" rakitan sendiri^[6; 7]

PEMBAHASAN

Pengamatan yang dilakukan pada pengendapan pH 3,5 (Tabel 1) menggunakan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4 % dengan kadar uranium dalam eluat yang bervariasi antara 1482 - 3803 ppm, menunjukkan rekoverti yang bervariasi pula dengan rekoverti rata-rata sebesar 92,69 %..

Tabel 1. Pengamatan Rekoverti pengendapan pada pH 3,5

No.	Kadar U eluat (ppm)	Berat U (gram)	Kadar U larutan pH 3,5 (ppm)	Berat U (gram)	Rekoverti (%)
1	1897	33,19	1726	31,93	96,20
2	1818	31,82	1629	30,14	94,72
3	1879	32,88	1627	30,10	91,54
4	1482	25,94	1257	23,25	89,63
5	1679	29,38	1525	28,22	96,05
6	1659	29,03	1447	26,77	92,21
7	1763	30,85	1529	28,29	91,70
8	1797	31,45	1513	27,99	89,00
9	3803	66,55	3325	61,51	92,42
10	2265	39,64	2048	37,89	95,58
11	2203	38,55	1860	34,41	89,26
12	2341	40,96	2069	38,28	93,45
13	2131	37,29	1878	34,74	93,16
14	2190	38,33	1935	35,80	93,40
15	1880	32,90	1636	30,26	91,97

Rekoverti pengendapan yang bervariasi ini terjadi karena faktor pengontrolan pH 3,5 masih dilakukan menggunakan kertas pH yang ketelitiannya rendah, sehingga ada kemungkinan pH pengendapan > 3,5 sehingga uranium yang ikut mengendap lebih besar dan menyebabkan rekoverti pengendapannya juga rendah.

Pada pengendapan kedua menggunakan larutan amonia 25 % dilakukan sampai pH 7,0 untuk mengendapkan uranium yang berada pada filtrat pH 3,5. Dari hasil analisis filtrat pengendapan pH 7,0, filtrat tidak lagi mengandung uranium (tidak terdeteksi), sehingga rekoverti pengendapan uranium pada pH 7,0 dicapai sebesar 100 %.

Rekoverti total pengendapan konsentrat uranium adalah:

$$(\text{Rekoverti pH 3,5} \times \text{Rekoverti pH 7,0}) = (92,69 \times 100) \% = 92,69 \%$$

Pencucian konsentrat ADU dilakukan untuk menghilangkan kelebihan larutan NaCl dan H₂SO₄. Pencucian dilakukan menggunakan air yang dikondisi dengan amonia sampai pH 7. Jika pencucian menggunakan air tanpa dikondisi, ada kemungkinan konsentrat yang terendap akan terlarut sedikit karena air yang digunakan mempunyai pH sekitar 5,5.

Penyaringan ADU dilakukan menggunakan drum filter yang terdiri dari beberapa sekat, bekerja secara rotasi. Dengan bantuan pompa vakum, sekat-sekat pada drum filter berfungsi ganda, sebagai penghisap dan pendorong. Pada saat drum filter dioperasikan, semua sekat yang berada di dalam slurry ADU, bekerja sebagai penghisap, kecuali satu sekat yang berada di luar cairan slurry (bagian atas) yang bekerja sebagai pendorong. Pada saat sekat drum filter di bawah (tercelup slurry ADU), vakum filter menghisap slurry ADU dan menempel pada medium primer sedangkan filtrat dibuang melalui pompa filtrat. "Cake" yang menempel lama-lama akan berfungsi sebagai medium sekunder yang berputar dan akan terlepas pada saat posisinya berada di atas karena dorongan udara tekan melalui pompa vakum.

"Drum filter" yang dioperasikan di Lemajung, sudah tidak berfungsi secara optimal, karena sudah tua dan suku cadang untuk perbaikan tidak tersedia, oleh karena itu pada proses pengolahan tahun 1993/1994, penyaringan konsentrat menggunakan centrifugal filter, namun karena kain penyaring terlalu tipis dan pori-pori besar, ada bagian dari konsentrat terbawa pada filtrat penyaringan.

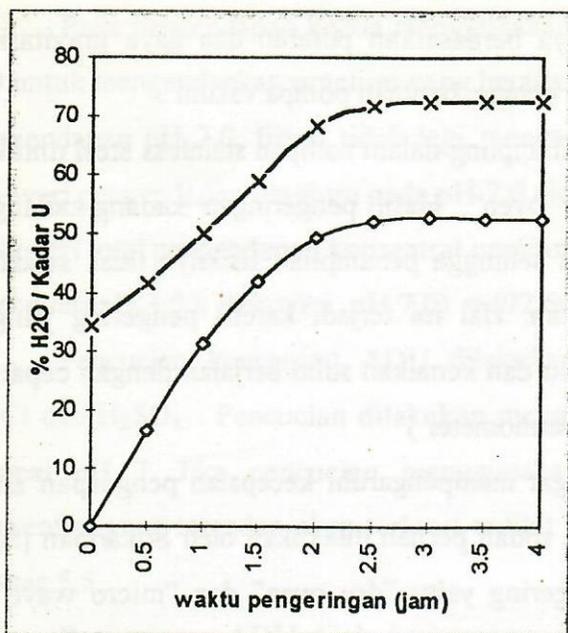
Proses penyaringan dengan centrifugal filter lebih cepat dibandingkan dengan drum filter pada kapasitas yang sama. Untuk menyaring 250 l slurry ADU dengan drum filter diperlukan waktu 8 jam sedangkan dengan centrifugal filter hanya 4 jam, namun faktor kehilangan konsentrat lebih besar dan konsentrat yang dihasilkan mengandung persen air

lebih tinggi, karena filtrat yang keluar hanya berdasarkan putaran dan gaya gravitasi, sedangkan pada drum filter filtrat dikeluarkan dengan bantuan pompa vakum .

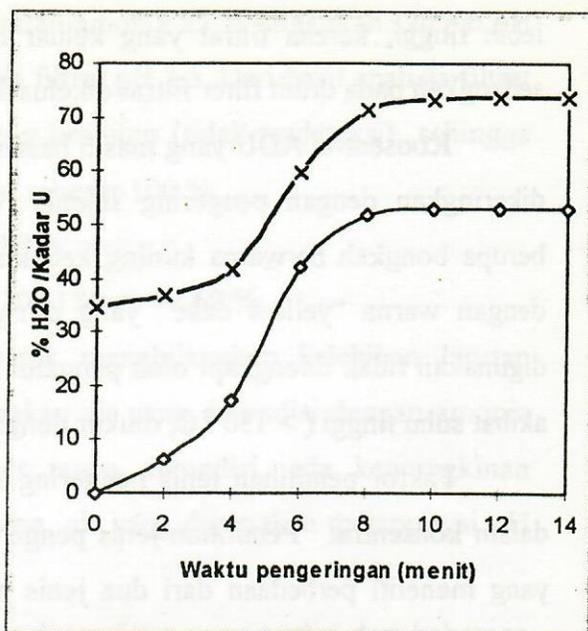
Konsentrat ADU yang masih basah, ditampung dalam nampan stainless steel untuk dikeringkan dengan pengering sejenis "dry oven". Hasil pengeringan kadang-kadang berupa bongkah berwarna kuning kecoklatan sehingga penampilan fisiknya tidak sesuai dengan warna "yellow cake" yang diinginkan. Hal ini terjadi karena pengering yang digunakan tidak dilengkapi oleh pengatur suhu dan kenaikan suhu berjalan dengan cepat, akibat suhu tinggi ($> 150^{\circ}\text{C}$, diukur dengan termometer)

Faktor pemilihan jenis pengering sangat mempengaruhi kecepatan penguapan air dalam konsentrat. Pemilihan jenis pengering sudah pernah dilakukan oleh Sukarman [5], yang meneliti perbedaan dari dua jenis pengering yaitu "dry oven" dan "micro wave" untuk mengeringkan ADU basah pada suhu 110°C . Percobaan dilakukan menggunakan ADU basah sekitar 100 gram dengan kadar U 34,5 % dan kadar air 53 %. Hasil percobaan menunjukkan (Gambar 2), bahwa pengeringan ADU menggunakan "dry oven", membutuhkan waktu cukup lama (4 jam) untuk menghilangkan kadar air sebesar 53 % dan menaikkan kadar U dari 34,5 % menjadi 74 %, hal ini sangat berbeda apabila menggunakan "micro wave" yang hanya membutuhkan waktu sekitar 14 menit untuk mendapatkan hasil serupa. (Gambar 3)

Dari hasil percobaan tersebut, pengeringan ADU menggunakan "micro wave" dengan total daya 1400 watt dan frekuensi 2450 M Hz, akan menghemat waktu dan lebih praktis, oleh karena itu untuk mendapatkan kondisi proses yang berpengaruh pada mutu, perlu dilakukan suatu studi mengenai pemilihan jenis pengering yang akan digunakan ditinjau dari segi efisiensi dan kemudahan pengoperasian untuk skala produksi.



Gambar 2. Grafik Pengeringan ADU dengan "dry oven"



Gambar 3. Grafik Pengeringan ADU dengan "micro wave"

Keterangan :-x- Kadar Uranium, -□- kadar air

Pengering yang digunakan di Lemajung tidak layak digunakan untuk mengeringkan konsentrat ADU, karena tidak dirancang untuk mengeringkan ADU dan tidak dilengkapi dengan pengaturan suhu. Mengingat harga "micro wave" yang relatif mahal, dan belum memungkinkan diaplikasikan di Lemajung, maka diperlukan modifikasi pengering menggunakan sirkulasi udara panas dengan pengontrolan suhu secara otomatis agar pengeringan konsentrat berjalan dengan lambat namun merata.

Pada awal proses pengolahan uranium di Lemajung (1982 - 1986), operasi pengendapan dilakukan secara kontinyu, namun karena kendala ketrampilan dan pengetahuan operator masih terbatas, maka rekoveri pengendapan masih rendah, oleh karena itu pada tahun 1990, operasi pengendapan diubah dari kontinyu ke "bed", dengan harapan pengontrolan pengendapan pH 3,5 bisa lebih teliti dan rekoveri pengendapannya meningkat.

Hasil analisis kandungan beberapa unsur dari konsentrat ADU hasil proses pengendapan, penyaringan dan pengeringan pada pengolahan bijih uranium di Lemajung ditunjukkan pada Tabel 2. sedangkan perbandingan kondisi, dan konsumsi pereaksi yang digunakan pada skala laboratorium maupun skala pilot.ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 2. Analisis beberapa unsur dari konsentrat ADU Lemajung

Produksi ADU tahun	Kandungan Unsur (%)				
	U	Si	P	Fe Total	Kadar Air
1990	60	0,43	0,05	0,12	2,52
1993	64	0,34	0,07	0,10	5,80
1994	66	0,35	0,09	0,85	10,10
1996	65	0,41	0,11	0,10	11,70
IAEA ^[2]	55	1,00	0,15	1,00	5,00

Tabel 3. Perbandingan kondisi dan konsentrasi pereaksi

Kondisi dan konsentrasi pereaksi	Skala Pilot	Skala laboratorium [8]
Larutan Ca(OH) ₂	4 %, konsumsi 170 cc/l	1,5 %, konsumsi 485 cc/l
Larutan NH ₄ OH	25 %, konsumsi 2 cc/l	1 %
Kadar U dlm eluat	2000 ppm	1000 ppm
Rekoveri total Pengendapan	92,69	99,0
Kadar U dlm konsentrat	60 %	70 %
Warna ADU	Kuning kecoklatan	Kuning

Pada Tabel 3, ada perbedaan konsumsi dan konsentrasi pereaksi pengendap antara skala laboratorium dengan skala pilot, hal inilah yang menyebabkan rekoveri pengendapan pada skala pilot lebih rendah. Perbedaan ini terjadi disebabkan oleh tingginya konsentrasi larutan pengendap yang digunakan terutama pada pengendapan I. Semakin besar konsentrasi Ca(OH)₂ maka akan semakin kecil persen besi hidroksida yang mengendap, sebaliknya persen uranium dalam endapan semakin besar, hal ini terjadi karena kelarutan CaO dalam air tidak sempurna. Butiran-butiran CaO ini akan mengkoagulasi uranium sehingga terjadi kopresipitasi membentuk hidroksida kalsium, fosfat, besi dan uranium, sehingga persen uranium dalam endapan pH 3,5 akan semakin besar.

Penggunaan larutan Ca(OH)_2 1,5 % dan larutan amonia 1 % pada skala laboratorium dan menghasilkan rekoverti pengendapan yang tinggi, merupakan salah satu perbaikan yang akan diaplikasikan pada skala pilot.

Proses pengendapan, penyaringan dan pengeringan konsentrat ADU skala pilot di Lemajung, meskipun belum beroperasi secara optimal namun produk yang dihasilkan sudah memenuhi standar minimal untuk "nuclear grade" (Tabel 2), tetapi apabila dibandingkan dengan hasil skala laboratorium, proses pengendapan konsentrat di Lemajung perlu perbaikan sistem dari "bed" ke kontinyu dengan modifikasi peralatan, penggunaan pH meter sebagai alat kontrol, dengan tujuan menaikkan rekoverti total pengendapan dan kadar U dalam konsentrat sejalan dengan meningkatnya ketrampilan dan pengetahuan operator dalam mengaplikasikan hasil penelitian laboratorium dalam perancangan alat pengendapan uranium secara kontinyu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Proses pengendapan, penyaringan dan pengeringan konsentrat ADU skala pilot di Lemajung, ditinjau dari pengoperasian peralatan, rekoverti dan produk yang dihasilkan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Peralatan untuk proses pengendapan, penyaringan dengan drum filter/ centrifugal dan pengeringan umumnya beroperasi dengan baik, namun belum optimal dioperasikan dan belum memenuhi standar peralatan dengan teknologi maju.
2. Rekoverti pengendapan total sebesar 92,96 %, masih lebih rendah jika dibandingkan dengan skala laboratorium yang mencapai 99,0 % begitu pula kadar U dalam konsentrat sebesar 60 % dibandingkan dengan skala laboratorium (70 %).
3. Pemakaian pereaksi pengendap pada skala pilot dengan konsumsi 170 ml Ca(OH)_2 4 % per liter umpan relatif sama dibandingkan dengan skala laboratorium (konsumsi 485 ml Ca(OH)_2 1,5 % per liter umpan), sedangkan konsumsi larutan NH_4OH 25 % adalah 2 ml/ liter umpan.
4. ADU yang dihasilkan kadang-kadang berwarna kuning kecoklatan

5. Sistem pengendapan bertingkat secara "bed", pengontrolan pH dengan kertas pH, penyaringan dengan "centrifugal filter" dan pengeringan dengan "dry oven" rakitan sendiri, menunjukkan hasil yang belum optimal.

SARAN

Untuk meningkatkan rekovery pengendapan dan mutu konsentrat ADU, diperlukan modifikasi dan perbaikan peralatan proses pengendapan dan perbaikan sistem pengendapan secara "bed" ke kontinyu serta kinerja operator dengan menerapkan kondisi optimum penelitian pengendapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat pada proses pengolahan bijih uranium di Lemajung, sehingga memungkinkan selesainya penulisan makalah ini..

DAFTAR PUSTAKA

1. **SUKARSONO**, " Pemungutan U dari Sisa Padatan Pelarutan Konsentrat Uranium", Prosiding Lokakarya Kimia dan Teknologi Pemurnian Bahan Nuklir, Yogyakarta, (1983)
2. **ANONIMOUS**, " Manual on Laboratory Testing for Uranium Ore Processing", Technical Report Series No. 313, IAEA, Viena (1990)
3. **GALUNG, B. S.**, " Proses Pengendapan ", Kursus Operasi Teknik Dan Proses Pengolahan Bahan Nuklir, Yogyakarta (1983)
4. **GALUNG, SUKARSONO**, " Operasi Filtrasi Dengan Rotary Drum Filter Pada Tekanan Tetap", Prosiding Lokakarya Kimia dan Teknologi Pemurnian Bahan Nuklir, Yogyakarta (1983)
5. **SUKARMAN, A.**, " Pengaruh Waktu Kontak Dan pH Pengendapan ADU Pada Waktu Pengeringan", Prosiding Lokakarya Kimia dan Teknologi Pemurnian Bahan Nuklir, Yogyakarta (1983).

6. **SOROT, DKK**, "Pengolahan Bijih Uranium Remaja-Kalan Skala Teknik", Laporan Hasil Penelitian, PPBGN/PUS/LAP/II/1991, Jakarta (1991).
7. **HUTABARAT, R, DKK**, "Proses Pengolahan Bijih Uranium Skala Teknik, Kalan-Remaja", Laporan Hasil Penelitian 1995/1996, PPBGN/PUS/LAP/VII/1997, Jakarta (1997).
8. **RIZA, FAIZAL DAN LISSA NURI, HAFNI**, " Perancangan Alat Pengendapan Uranium Secara Kontinyu", Laporan Hasil Penelitian 1992/1993, PPBGN/PUS/LAP/IV/1993, Jakarta (1993).

Diskusi

1. Hafni Lissa Nuri, Bidang TPBN-PPBGN

Pertanyaan :

1. Mengapa kondisi skala laboratorium berbeda dengan skala pilot ?
2. Mengapa ADU yang dihasilkan berwarna agak kecoklatan ?
3. Saran : Bahwa Ca(OH)_2 4 % berdasarkan pengalaman laboratorium berupa suspensi sehingga pada proses pengendapan pH 3,5 akan terjadi koagulasi yang menyebabkan uranium ikut mengendap dan mempengaruhi rekoveri menjadi lebih rendah.

Jawaban :

1. Seperti disebutkan pada latar belakang makalah tinjauan ini, proses pengolahan skala pilot pada awalnya (1982- 1990) ditujukan untuk menghasilkan konsentrat dengan kondisi proses sudah ditentukan (Konsentrasi Ca(OH)_2 4 % dan MgO 4 % / NH_4OH 25 %), kondisi optimum hasil penelitian skala laboratorium yang dilakukan pada 1991/1992, belum diaplikasikan pada proses pengolahan skala pilot, oleh karena itu kondisi skala laborototrium dan skala pilot berbeda.
2. ADU yang dihasilkan berwarna agak kecoklatan terjadi karena pengeringan dilakukan dengan " dry oven" rakitan yang suhunya tidak bisa diatur dan $> 150^\circ \text{C}$, disamping itu warna agak coklat terjadi pada permukaan bongkah konsentrat kering.
3. Saran yang dimaksud sudah tercantum pada pembahasan di halaman 10.

2. Budi Sarono, Bidang TPBN-PPBGN

Pertanyaan :

Faktor apa saja yang menyebabkan rekoveri yang rendah pada pengendapan pH 3,5 selain pengontrolan pH yang manual (kertas pH)

Jawaban :

Yang menyebabkan rekoveri yang rendah pada pengendapan pH 3,5 adalah konsentrasi pereaksi yang digunakan, contoh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4 % . CaO sukar larut dalam air dan membentuk suspensi makin besar konsentrasi CaO makin besar butir-butir CaO yang tidak larut dan butiran ini akan mengkoagulasi uranium sehingga terjadi kopresipitasi membentuk hidroksida kalsium, fosfat, besi dan uranium sehingga persen uranium dalam endapan pH 3,5 akan semakin besar akibatnya rekoveri pengendapannya rendah.

3. Djoko Soetarno, Bidang Eksplorasi -PPBGN

Pertanyaan :

1. Salah satu tujuan kegiatan dalam makalah ini adalah mengevaluasi sistem, tetapi dari kesimpulan/pembahasan belum terlihat hasil evaluasi sistem.

Jawaban.

Pada awal proses, sistem pengendapan dilakukan secara bertingkat dengan aliran kontinyu, namun karena terbatasnya ketrampilan dan pengetahuan operator, kemudian diubah menjadi sistem "bed" dengan pengontrolan pH yang teliti tetapi masih menggunakan kertas pH. Dari hasil evaluasi, sistem "bed" ini mempunyai kelemahan, terutama pada filtrat yang akan diendapkan pada pH 7 masih keruh (waktu setling kurang lama). Oleh karena itu berdasarkan tinjauan hasil penelitian skala laboratorium, sistem pengendapan skala pilot pada proses yang akan datang akan diubah menjadi sistem kontinyu dengan modifikasi, perbaikan dan penambahan tangki, penggunaan pH meter sebagai alat kontrol dan, mengaplikasikan data dan rancangan sistem pengendapan secara kontinyu serta melengkapi tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NH_4OH dengan "flow rate" meter

Saran agar hal tersebut dimasukkan dalam kesimpulan bisa diterima.

4. Budiningsih, Bidang ETP-PPBGN

Pertanyaan :

Faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan hasil kadar U dalam konsentrat pada skala laboratorium dan skala pilot.

Jawaban :

Telah diterangkan pada penanya terdahulu bahwa faktor pengontrolan pH dengan kertas pH dan konsentrasi larutan Ca(OH)_2 4 % pada skala pilot, menyebabkan banyaknya uranium dalam endapan pH 3,5, yang berarti rekovery pengendapannya rendah, sehingga uranium yang mengendap pada pH 7 (konsentrat ADU) juga akan berkurang, Pada skala laboratorium, hal ini tidak terjadi, karena pengontrolan dengan pH meter, larutan pereaksi yang digunakan lebih encer sehingga rekoverynya tinggi dan kadar U dalam konsentrat juga tinggi.