

## OPTIMALISASI PROSES PEMEKATAN LARUTAN UNH PADA SEKSI 600 PILOT CONVERSION PLANT

**Iwan Setiawan, Noor Yudhi**

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir  
Badan Tenaga Nuklir Nasional, Serpong, Banten, Indonesia, 15313  
iwanst@batan.go.id, nooryudhi@gmail.com

**ABSTRAK** - Larutan yang dihasilkan selama proses pemurnian uranyl nitrat ditampung dalam tangki V-404 untuk dipekatkan dengan level tetap, proses pemekatan ini diperlukan karena larutan Uranyl Nitrat Heksahidrat (UNH) yang diperoleh terlalu encer sehingga larutan UNH perlu dipekatkan. Larutan UNH yang dihasilkan berasal dari proses ekstraksi yang dipekatkan dalam penguap. Pengamatan terhadap instrumen pengukuran selama proses harus baik untuk menjaga suhu penguap tetap terkendali. Hasil analisis dari proses pemekatan larutan UNH pada seksi 600 diperoleh hasil UNH pekat dengan konsentrasi uranium 131,895 g/l. Sedangkan UNH sebelum dipekatkan sebagai hasil ekstraksi yang tertampung pada V-404 B memiliki konsentrasi uranium 35,5608 g/l, dan hasil embunan untuk dilimahkan pada V-601 memiliki konsentrasi uranium 0,4832 g/l. Proses pemekatan belum optimal dari hasil pemekatan yang diperoleh untuk nilai batas keberterimaan 180 g/l – 220 g/l, sedangkan hasil embunan sudah memenuhi nilai batas keberterimaan yaitu konsentrasi < 1 g/l.

**Kata Kunci** - Penguapan, Pemekatan

**ABSTRACT** - Solution produced during the purification process of uranyl nitrate collected in the tank V-404 for concentrated with fixed level, the concentration process is necessary because the Uranyl Nitrate Heksahidrat (UNH) solution obtained too thin, so the UNH solution needs to be concentrated. UNH solution produced from the extraction process are concentrated in the vaporizer. Observation of the measuring instruments during the process should be good to keep the temperature of the vaporizer under control. Results of analysis of the concentration process of UNH solution in section 600 has UNH result of uranium concentrated 131.895 g/l. While UNH before concentrated as a result of extraction is accommodated in the V-404 B has a uranium concentration of 35.5608 g/l, and the results of condensed vapor to waste on V-601 has a uranium concentration of 0.4832 g/l. The process of concentration is not optimal, concentration of the results obtained for the acceptability limit value of 180 g/l - 220 g/l, while the results of condensed vapor already at the limits of acceptability value is the concentration of <1 g/l.

**Keywords** - Evaporation, Concentration

### I. PENDAHULUAN

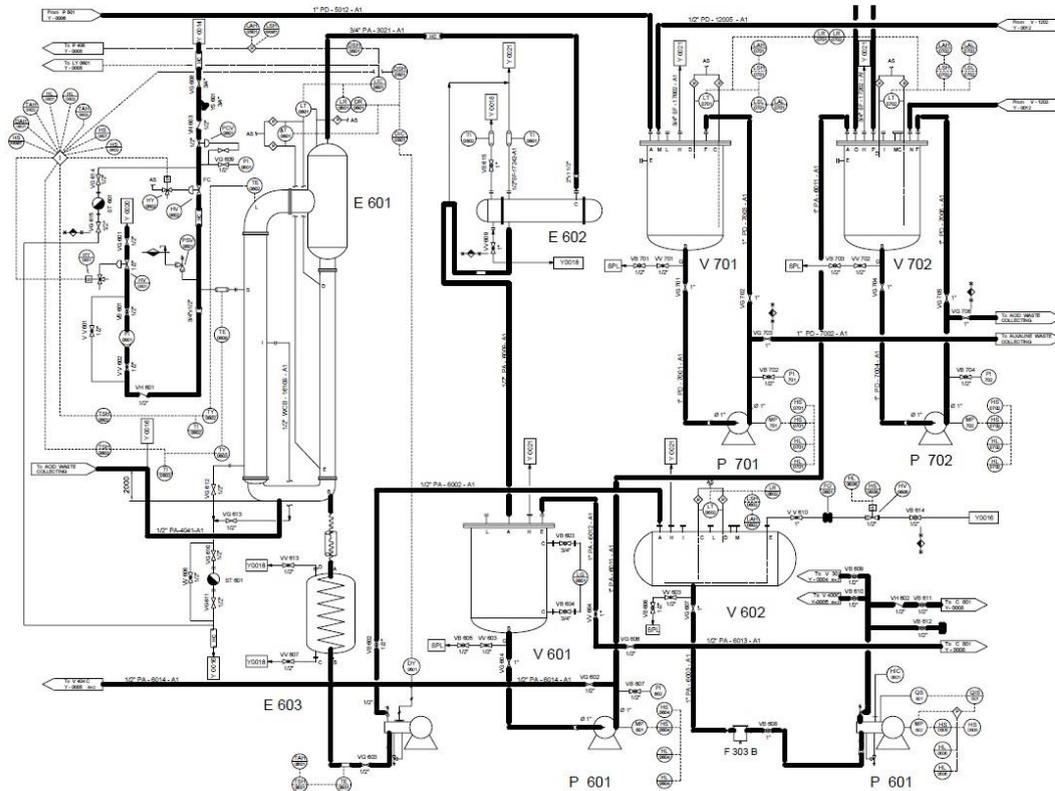
Proses pemekatan larutan Uranyl Nitrat Heksahidrat (UNH) yang dilakukan pada seksi 600 *Pilot Conversion Plant* (PCP) adalah salah satu proses pada Instalasi PCP yang mengolah konsentrat uranium alam (*yellow cake*) menjadi serbuk uranium oksida murni mampu sinter seperti pada Gambar 1 [1].



Gambar 1. Seksi 600 Pilot Conversion Plant

PCP dirancang untuk dapat memproduksi  $UO_2$  sebanyak 100 kg tiap hari. Proses ini diawali dari larutan yang dihasilkan selama proses pemurnian uranil nitrat yang ditampung dalam tangki hasil pemurnian untuk dipekatkan dengan level tetap. Penguap (*evaporator*) mula-mula diisi sampai dengan level kerjanya. Selama penguapan level penguap dijaga tetap dengan menambahkan larutan yang dipompakan memakai pompa dosis dimana kecepatannya diatur oleh pengendali level dan densitasnya diatur dengan menggunakan pengatur densitas pada 1,27 kg/l atau sama dengan kadar U sebesar 200 g/l. Uap yang timbul dalam penguap, diembunkan dalam penukar panas dan ditampung dalam tangki penampung hasil embunan. Setelah dicuplik dan dianalisa, embunan dikirim ke tangki penampung limbah asam atau ke kolom pengaturan tanki pengendapan memakai pompa sentrifugal. Selanjutnya pengeluaran larutan UNH pekat dikerjakan oleh pompa dosis dimana pengaturan alirannya dilakukan menggunakan pengendali densitas. UNH pekat ditampung dalam tangki hasil pemekatan kemudian larutan dipompa ke kolom pengatur tanki pengendapan menggunakan pompa sentrifugal untuk diproses lagi dalam seksi pengendapan, atau bila hasil analisa negatif (tidak terjadi pemekatan),

kembalikan ke tangki pelarutan atau tangki umpan hasil pemurnian seperti terlihat pada Gambar 2 [1].



Gambar 2. Proses Pemekatan Uranil Nitrat Heksahydrat

## II. TEORI

Proses pemekatan larutan Uranil Nitrat Heksahydrat (UNH) dilakukan pada seksi 600 *Pilot Conversion Plant* (PCP). Larutan yang akan diolah yang tertampung dalam tangki hasil pemurnian adalah larutan yang berasal dari proses ekstraksi mengandung sedikit organik. Sedikit organik tersebut terakumulasi dalam penguap, dan dapat menimbulkan bahaya karena penguraian karena panas terhadap nitrasi produk organik yang dapat menyebabkan suatu reaksi yang sangat keras (*violence*). Reaksi ini hanya dapat terjadi pada suhu yang tinggi, lebih tinggi dari 135 °C, sehingga pengamanan terhadap pengukuran harus cukup baik untuk menjaga suhu penguap tetap terkendali. Tekanan kerja uap panas (*steam*) pemanas diturunkan memakai katup pengontrol tekanan dan kemudian dijenuhkan dengan air bebas mineral yang berasal dari jaringan dengan melalui indikator aliran, dibawah kondisi tersebut suhu tak akan lebih dari 130 °C. Adanya suatu pengunci tidak akan membiarkan katup pemasukan *steam* terbuka, terkecuali telah dibuka terlebih dulu. *Steam* yang telah

diturunkan tekanannya beserta penguap mempunyai tombol *alarm* untuk suhu tinggi/kritis yang disetel (*set*) masing-masing pada 135 °C dan 130 °C berturut-turut. Bila salah satu dari harga-harga tersebut dicapai, pengunci secara otomatis menutup katup pemasukan steam [2].

### III. METODA

#### 1. Bahan

- a. Larutan Uranil Nitrat Heksahidrat (UNH)
- b. Air bebas Mineral (ABM)
- c. Udara tekan
- d. Air Pendingin
- e. Uap panas (*steam*)

#### 2. Peralatan

*Level Indicator Control*, alat ini digunakan sebagai pengendali kecepatan aliran ke dalam tanki, *Density Indicator Control*, alat ini digunakan sebagai pengendali densitas aliran larutan di dalam tanki, *Flow Indicator*, alat ini digunakan sebagai penunjuk aliran, *Vessel*, alat ini digunakan sebagai penampung larutan, *Pressure Control Vessel*, alat ini digunakan sebagai pengendali tekanan kerja, Pompa, alat ini digunakan untuk mengalirkan larutan, *Evaporator*, alat ini digunakan sebagai penguap hasil ekstraksi yang masih encer untuk dipekatkan.

#### 3. Cara Kerja

##### Proses pemekatan

- a. Memeriksa panel kontrol, bahwa semua mesin berhenti (OFF) dan semua katup ON-OFF dalam keadaan tertutup
- b. Mengatur pengendali kecepatan aliran sampai suatu level, bahwa semua pipa penguap tercelup, kemudian mengatur indikator pengatur densitas pada 1,27 kg/l atau sama dengan kadar U sebesar 200 g/l
- c. Menjalankan sistim katup gas buang dahulu sebelum proses dimulai.
- d. Membuka saluran udara masuk untuk mengalir *transmitter*, kemudian mengamati isi semua tangki-tangki
- e. Mengalirkan air pendingin ke penguap (*evaporator*)
- f. Membuka katup pemasukan *steam* dan mengatur aliran pada kecepatan 1 liter/jam.

- g. Mengamati tekanan penguap sampai tekanan *steam* berada dalam harga jenuhnya, bila perlu, mengatur kecepatan alirnya.
- h. Memindahkan *knop* pengatur densitas ke posisi otomatis dan menjalankan pompa dosis apabila densitas yang terbaca pada kontrol pembaca densitas telah mencapai harga sebagaimana diset/diatur (1,27 kg/l)

### **Penghentian Proses Pemekatan**

Bila larutan yang berasal dari tanki hasil pemurnian telah selesai diolah atau tanki hasil pemekatan telah penuh dan isinya belum dapat dikirim ke tanki pengendapan, lakukan :

- a. Menghentikan pompa dosis
- b. Mematikan/memutuskan aliran uap panas (*steam*)
- c. Menutup katup pemasukan uap panas (*steam*)
- d. Menunggu sampai suhu penguap turun hingga sekitar 40 °C
- e. Mematikan/memutuskan aliran air pendingin ke penguap

### **Pengeluaran Cairan / Larutan Dari Tanki hasil pemekatan**

- a. Membuka katup/*valve* pada *outlet* tanki hasil pemekatan atau *inlet* pompa sentrifugal ke posisi buka/*open*
- b. Menjalankan pompa sentrifugal dan mengeluarkan semua isi tanki hasil pemekatan

### **Kegagalan Proses**

Suhu larutan dalam penguap terlalu tinggi dapat menimbulkan reaksi organik yang berlebihan. Untuk menghindari bahaya ini, pada alarm suhu uap panas (*steam*) dan suhu larutan UNH terlalu tinggi dilengkapi dengan supply uap panas (*steam*) secara otomatis tertutup (mati). Untuk mengatasi kejadian ini tutup katup pemasukan uap panas (*steam*), biarkan penguap menjadi dingin sampai bersuhu 50 °C, kemudian buka katup pemasukan uap panas (*steam*), amati/*chek* kontrol tekanan penguap, bila perlu atur katup pengatur tekanan kerja uap dan amati. Apabila cairan dalam penguap terlalu banyak/tinggi akan terdeteksi oleh alarm, maka untuk mengatasi kejadian ini hentikan proses dan *chek*/amati pompa dosis umpan dari pemurnian. Apabila densitas cairan dalam penguap terlalu tinggi akan terdeteksi oleh alarm dan untuk mengatasi kejadian ini hentikan operasi, kemudian

chek/amati pompa dosis. Apabila terjadi kekurangan atau kekosongan air bebas mineral yang terdeteksi dengan mengamati indikator aliran, untuk mengatasi kejadian ini tutup katup pemasukan uap panas (*steam*) dan hentikan operasi. Apabila terjadi kekurangan atau kekosongan air pendingin untuk pengembun, ini terdeteksi oleh adanya kenaikan suhu pada indikator suhu (di vesselnya) untuk mengatasi kejadian ini tutup katup pemasukan uap panas (*steam*) dan hentikan operasi. Apabila terjadi kekurangan atau kekosongan air pendingin pada penguap yang terdeteksi oleh alarm, maka untuk mengatasi kejadian ini tutup katup pemasukan uap panas (*steam*) dan hentikan operasi. Apabila hasil analisa menunjukkan kadar U dalam embunan terlalu tinggi, maka kurangi kecepatan aliran uap panas (*steam*) yang ke penguap dengan mengatur katup pengontrol tekanan kerja, hal ini disebabkan oleh penguapan berlebihan yang membawa serta butiran cairan naik bersama uap. Dalam proses pemekatan ini apabila terjadi kesalahan/kecelakaan (*Mal-functioning*), penyebabnya harus diketahui dan diatasi sebelum menjalankan kembali.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan UN yang diperoleh dalam proses pemekatan pada seksi 600 yaitu berasal dari larutan UN dari Tanki V-404 B (tanki hasil pemurnian) sebagai umpan untuk dipekatkan yang konsentrasinya 35,5608 g/l. Larutan UN yang dihasilkan pada proses pemekatan yang tersimpan di V-602 (tanki hasil pemekatan) yang telah diumpankan ke tanki V-802 (tanki pengendapan) konsentrasinya 131,895 g/l sedangkan larutan UN dari tanki V-601 (tanki hasil embunan) untuk dilimbahkan konsentrasinya 0,4832 g/l seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Sampel.

Nama Sampel	Jenis Sampel	Kode Sampel	Pengujian	Hasil Uji g/l
Larutan UN dari Tanki V-404 B	Cair	UN-404-B02	Kadar Uranium	35,5608
Larutan UN dari Tanki V-802	Cair	UN-802-B02	Kadar Uranium	131,895
Larutan UN dari Tanki V-601	Cair	LV-601	Kandungan Uranium	0,4832

Dalam proses pemekatan seksi 600 harus diperhatikan secara berkala tinggi cairan dalam tangki hasil pemurnian sebagai umpan tanki penguap dengan mengamati *level recorder* pada panel kontrol di ruang kontrol instrumen panel untuk menentukan

volume larutan yang akan dipekatkan pada penguap. Untuk melakukan proses pemekatan ini hasil ekstraksi yang tertampung pada tanki hasil pemurnian setelah di analisis kadar uraniumnya konsentrasinya 35,5608 g/l. Volume larutan yang akan dipekatkan pada penguap yang bervolume 65 liter diatur sebanyak 1/5 (seperlima) volume dari tanki hasil pemurnian yang bervolume 1000 liter untuk dipekatkan pada penguap sebelum proses pemekatan dikerjakan secara kontinyu.

Tinggi larutan dalam penguap dapat diketahui dengan mengamati *level recorder* pada panel kontrol di ruang kontrol instrumen panel, densitas cairan dalam penguap diatur pada 1,27 kg/l atau sama dengan kadar U sebesar 200 g/l dan pastikan dengan mengamati *density recorder* pada panel kontrol di ruang kontrol instrumen panel. Proses pemekatan ini dilakukan secara kontinyu dalam rangkaian terintegrasi antara seksi 400 dengan seksi 600 yaitu larutan hasil ekstraksi yang tertampung pada tanki hasil pemurnian dialirkan dengan menggunakan pompa dosis untuk dipekatkan dalam penguap untuk kemudian hasil pemekatan dari penguap dialirkan oleh pompa dosis untuk ditampung pada tanki hasil pemekatan sebagai hasil akhir proses pemekatan. Hasil akhir yang didapatkan dari proses pemekatan yang dilakukan pada penguap konsentrasinya 131,895 g/l.

Pengamatan instrumentasi proses pemekatan untuk penurunan suhu dan tekanan uap panas serta tinggi cairan penguap dapat diketahui dari indikator suhu dan indikator tekanan pada panel kontrol. Bila tanki penampung embunan penuh, cuplik dan analisis, kemudian pindahkan embunan ke tanki limbah asam memakai pompa sentrifugal, dari hasil embunan yang tertampung pada tanki hasil embunan (V-601) untuk dilimbahkan konsentrasinya adalah 0,4832 g/l. Proses pemekatan larutan UNH pada seksi 600 PCP masih belum optimal terlihat dari konsentrasi hasil pemekatan yang lebih kecil dari nilai batas keberterimaan konsentrasi larutan UN yaitu 180 g/l – 220 g/l. Hal ini bisa terjadi karena waktu pemekatan yang terlalu cepat atau debit umpan larutan UN yang terlalu kecil, sedangkan produk uap jenuh atau hasil embunan untuk dilimbahkan sudah sesuai dengan nilai batas keberterimaan yaitu konsentrasi larutan UN < 1 g/l.

## V. KESIMPULAN

Hasil proses pemekatan larutan UNH pada seksi 600 PCP adalah UNH pekat dengan konsentrasi 131,895 g/l dari hasil ekstraksi yang tertampung pada V-404 B yang konsentrasinya 35,5608 g/l, sedangkan hasil embunan untuk dilimbahkan pada

V-601 konsentrasinya 0,4832 g/l. Dalam proses pemekatan ini konsentrasi UNH yang didapatkan belum optimal yaitu 131,895 g/l dari nilai batas keberterimaan konsentrasi larutan UNH 180 g/l – 220 g/l, sedangkan produk uap jenuh atau hasil embunan untuk dilimbankan sudah memenuhi nilai batas keberterimaan yaitu konsentrasi hasil embunan 0,4832 g/l dari batas keberterimaan konsentrasi larutan UNH < 1 g/l.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] IWAN SETIAWAN."Pengujian dan Perawatan Peralatan Individu dalam Proses Penguapan Seksi 600". Prosiding Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2011.
- [2] Proses Pelarutan Yellow Cake sampai ke Perlakuan Uranil Nitrat No Dok : EBN.41.MO.04.A.B.C.220.04.Z.0007.
- [3] Operating Manual – Part 4 Chemical Process From Y.C. dissolution to UNH concentrate Doc No : IND 22004Z0007.
- [4] Plant Maintenance Instruction Manual Doc No : IND 22004Z0008.
- [5] Pedoman Pengoperasian & Perawatan Instalasi PCP, PT.Hanang Gema Instrument, Jakarta.