



PREPARASI LIMBAH RADIOAKTIF CAIR EFLUEN PROSES PENGOLAHAN KIMIA UNTUK UMPAN PROSES EVAPORASI

Endro Kismolo, Tri Suyatno, Nurimaniwathy
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta
Email : ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

PREPARASI LIMBAH RADIOAKTIF CAIR EFLUEN PROSES PENGOLAHAN KIMIA UNTUK UMPAN PROSES EVAPORASI. Preparasi umpan evaporator merupakan tahap awal yang penting pada proses evaporasi limbah radioaktif cair. Tujuan dari preparasi ini untuk mengurangi resiko terjadinya pengendapan pada proses evaporasi. Preparasi dilakukan dengan cara pengaturan pH, pengendapan dan penyaringan. Pengujian hasil preparasi dilakukan dengan memanaskan limbah cair fase air secara batch pada pH 5,0 sampai pH 9,0 dalam petridisk sampai kering, penentuan kadar zat padat dan densitas dilakukan secara gravimetri. Dari percobaan diperoleh data bahwa limbah pada pH 6,00, pengendapan selama 120 menit dan disaring memberikan kadar zat padat dalam limbah cair sudah memenuhi persyaratan untuk proses evaporasi yaitu dengan kadar zat padat antara 0,311 sampai dengan 0,411 g/L.

Kata kunci : Preparasi –Evaporator

ABSTRACT

PREPARATION OF EFFLUENT RADIOACTIVE LIQUID WASTE FROM CHEMICAL TREATMENT FOR THE FEEDING OF THE EVAPORATION PROCESS. Preparation is a important preliminary stage on the evaporation of liquid radioactive waste. The aim of characterization to reduced of sedimentation on the evaporation process. The preparation was carried out by adjustment of pH, settling and filtering. The tested preparation product was done by heating liquid radioactive waste on batch process on pH 5.0 to pH = 9.0 in the petridisc up to dry, and determination of solid contain in the liquid radioactive waste, and density using gravimetry methode. From the experiment can be obtain of data that on pH 6.0, was settled on 120 minutes, and filtering to given of solid contain in the liquid waste are condition for evaporation process with solid contain 0.311 to 0.411g/L.

Keyword : Preparation – Evaporator

PENDAHULUAN

Limbah radioaktif cair fase air efluen dari *overflow* proses pengolahan kimia tidak dapat langsung digunakan sebagai umpan proses evaporasi, karena setelah keluar dari proses penyaringan teknis efluen tersebut memiliki pH 8,0 sampai pH 10 dan kadar zat padat cukup tinggi (di atas 0,500 g/L). Kondisi limbah yang demikian tidak bisa langsung digunakan sebagai larutan umpan pada proses evaporasi, tetapi harus melalui tahap preparasi terlebih dulu agar memenuhi persyaratan sebagai larutan umpan pada proses evaporasi yaitu antara lain memiliki karakteristik pH antara 5.0 sampai 7,0 dan kadar zat padat dalam

limbah cair antara 0,050 g/L sampai 0,500 g/L^(1,2). Dalam hal ini proses preparasi ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya pengendapan pada proses evaporasi limbah radioaktif cair yang diukur dengan karakteristik kadar zat padat dalam limbah, sehingga diperoleh kepastian bahwa limbah tersebut layak sebagai umpan dalam proses evaporasi⁽²⁾.

Pada proses evaporasi limbah menggunakan perangkat evaporator gelas, kondisi limbah cair yang diuapkan harus sedemikian rupa sehingga dalam operasinya tidak menimbulkan kesulitan teknis misalnya terjadinya pengendapan pada proses pendidihan atau buih. Timbulnya



endapan dapat mengurangi efisiensi proses evaporasi karena terjadi reduksi panas oleh endapan yang terjadi. Selain itu endapan yang menempel pada labu evaporator dan pada unit pemanas dapat mengurangi hantaran panas dari pemanas. Pada proses pendidihan awal atau bahkan pada proses pendidihan lanjut, apabila endapan diakibatkan karena adanya senyawa organik akan menimbulkan buih. Sedangkan timbulnya buih dapat memacu timbulnya proses "carry over", yang akhirnya terjadi perpindahan massa radioaktif ke dalam destilat. Terjadinya endapan dan buih, keduanya dapat menurunkan pemisahan fraksi air dalam limbah sebagai destilat sehingga efisiensi evaporasi menjadi rendah^(3,4).

Dalam menyiapkan larutan umpan limbah cair untuk umpan proses evaporasi, langkah penting yang harus dilakukan adalah pengaturan pH limbah, selanjutnya proses pengendapan dan proses filtrasi. Pada umumnya perubahan pH limbah ke arah kondisi asam sampai netral biasanya sudah dapat mereduksi kadar zat padat dalam limbah. Tetapi apabila di dalam limbah tersebut masih mengandung senyawa hidroksi dari garam kalsium akan larut pada pengaturan pH ke arah asam. Apabila di dalam limbah mengandung sulfat, akan terbentuk garam-garam sulfat yang mengendap pada pemanasan yaitu terbentuk kalsium sulfat. Oleh karena itu untuk mendapatkan kondisi limbah yang sebenarnya perlu dilakukan preparasi agar dapat menentukan kondisi limbah umpan yang sesuai. Hal ini dilakukan sebagai kontrol terhadap kemungkinan adanya senyawa yang memiliki kelarutan balik pada proses pemanasan. Salah satu metode kontrol kualitas larutan umpan pada proses evaporasi adalah dengan cara menentukan kadar zat padat dalam limbah cair, yaitu dengan cara memanaskan limbah cair tersebut pada suhu pendidihannya⁽³⁾. Selain pengontrolan tingkat radioaktivitas, pengendalian kadar zat padat dalam limbah cair umpan proses evaporasi bertujuan agar efisiensi proses evaporasi yang diperoleh cukup tinggi. Selain itu dengan dilakukannya kegiatan ini diharapkan dapat diperoleh pengoperasian perangkat evaporator yang aman dan stabil pada berbagai kondisi operasi dan tidak terjadi kegagalan proses akibat *cracking* dari endapan pada pemanas^(5,6).

TATA KERJA

Alat yang digunakan :

Gelas beaker 2000 ml digunakan untuk proses pengendapan, perangkat penyaring dan kertas saring teknis digunakan untuk memisahkan fraksi padat dalam limbah cair setelah pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dan tawas, serta

pada pasca preparasi Petridisk gelas volume 50 ml dan lampu pemanas digunakan untuk memanaskan sampel limbah. Neraca analitis digunakan untuk penentuan kadar zat padat dalam limbah secara gravimetri.

Bahan yang digunakan :

Limbah radioaktif cair fase air hasil pengolahan kimia pH = 9,0, hasil pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dan tawas yang memiliki kadar total zat padat terlarut dari dan 7,465 sampai 8,642 g/L. Asam sulfat encer (0,5 N) digunakan sebagai bahan pengatur pH limbah.

Cara kerja

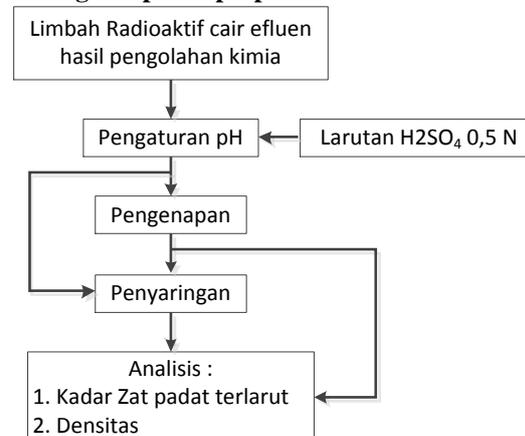
a. Preparasi limbah cair :

Diambil 1000 ml limbah radioaktif cair fase air (pH = 9,0) dari penampung pengendap, dimasukkan ke dalam gelas beaker 2000 ml melalui penyaringan dengan kertas saring teknis. Sambil diaduk perlahan kedalamnya ditambahkan larutan asam sulfat encer hingga mencapai pH = 5,0 dan setelah proses pengendapan selama 120 menit dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring teknis. Pekerjaan ini juga dilakukan sehingga diperoleh limbah dengan pH = 5,0 sampai dengan 9,0, demikian juga untuk larutan yang tanpa pengendapan.

b. Pengujian hasil preparasi.

Diambil 20,0 mL limbah radioaktif uranium cair fase air hasil preparasi dimasukkan ke dalam gelas petridisk volume 50 mL yang sudah diketahui beratnya. Selanjutnya dipanaskan di bawah lampu pemanas hingga kering udara. Setelah dingin dilakukan penimbangan menggunakan neraca analitis. Pekerjaan ini dilakukan terhadap semua limbah pasca pengaturan pH yang tidak dilakukan pengendapan dan yang melalui proses pengendapan 120 menit.

c. Diagram prosespreparasi.





HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaringan, limbah tanpa penganapan pasca pengaturan pH.

Karakteristik limbah cair dengan proses penyaringan, tanpa proses penganapan pasca pengaturan pH dapat dilihat pada Tabel 1 dan atau Gambar 1. Dari Tabel 1 dan atau Gambar 1 dapat diperoleh informasi bahwa total kadar zat padat terlarut dalam limbah semakin rendah dengan penurunan pH limbah. Hal ini membuktikan penurunan pH limbah secara langsung mampu menurunkan kadar zat padat dalam limbah. Hal ini diduga terjadi proses pelarutan endapan oleh asam yang ditambahkan ke dalam limbah, sehingga kadar zat padat dalam limbah menjadi semakin menurun.

Dari percobaan tersebut diperoleh data bahwa kadar zat padat dalam limbah pada pH = 6,0 sebelum proses penyaringan dapat direduksi sampai 74,93 % untuk limbah hasil pengolahan kimia

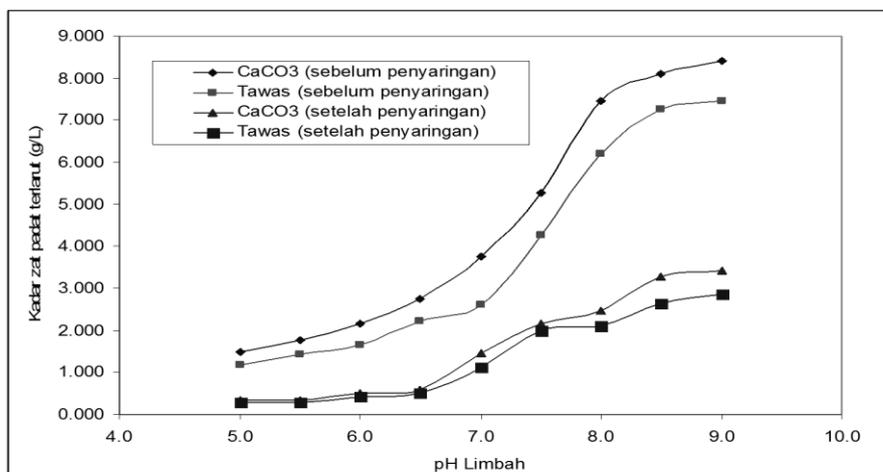
menggunakan kalsium karbonat dengan kadar zat padat dalam limbah sebesar 2,166 g/L, dan 71,82 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan tawas dengan kadar zat padat sebesar 2,104 g/L. Sedangkan kadar zat padat dalam limbah pada pH = 6,0 setelah proses penyaringan dapat direduksi sampai 94,31 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dengan kadar zat padat dalam limbah sebesar 0,492 g/L, dan 94,48 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan tawas dengan kadar zat padat sebesar 0,412 g/L.

Preparasi limbah dengan proses penganapan dan penyaringan pasca preparasi dengan pengaturan pH.

Data preparasi limbah cair dengan proses penganapan dan penyaringan pasca preparasi dengan pengaturan pH dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Karakteristik kadar zat padat dalam limbah dengan proses penyaringan, tanpa proses penganapan pasca preparasi dengan pengaturan pH limbah, pada kondisi pH awal = 9,00 dan kadar zat padat terlarut awal = 8,642 g/L dan 7,465 g/L.

No.	pH	Kadar total zat padat terlarut dalam filtrat, (g/L)			
		Sebelum penyaringan		Setelah Penyaringan	
		Presipitan Kalsium karbonat	Presipitan Tawas	Presipitan Kalsium karbonat	Presipitan Tawas
1.	9,0	8,642	7,465	3,424	2,869
2.	8,5	8,114	7,262	3,274	2,626
3.	8,0	7,458	7,183	2,475	2,115
4.	7,5	5,284	4,272	2,163	2,004
5.	7,0	3,764	2,616	1,454	1,122
6.	6,5	2,757	2,225	0,602	0,512
7.	6,0	2,166	2,104	0,492	0,412
8.	5,5	1,769	1,434	0,338	0,287
9.	5,0	1,474	1,164	0,327	0,287



Gambar 1. Hubungan antara pH dan karakteristik kadar zat padat dalam limbah pasca preparasi dengan pengaturan pH limbah (dengan proses penyaringan, tanpa proses penganapan)



dan atau Gambar 2. Sama halnya dengan percobaan pertama, untuk limbah dengan proses pengenapan 120 menit pasca pengaturan pH, maka dari Tabel 2 dan atau Gambar 2 dapat diperoleh data bahwa nilai kadar zat padat dalam limbah juga semakin turun dengan penurunan pH limbah. Apabila dibandingkan dengan dengan karakteristik limbah tanpa proses pengenapan, maka nilai reduksi kadar zat padat pada percobaan ini relatif lebih besar. Hal ini terjadi diduga karena proses pengenapan dapat mendorong terjadinya proses pengendapan lanjut, sehingga kadar zat padat dalam limbah menjadi lebih rendah. Mengacu dengan persyaratan umpan untuk proses evaporasi yaitu memiliki kadar zat padat terlarut antara : 0,050 g/L sampai 0,500 g/L, dari percobaan tersebut diperoleh data bahwa kadar zat padat dalam limbah pada pH = 6,0 sudah memenuhi sebagai larutan umpan. Pada pH = 6,0 sebelum proses penyaringan dapat direduksi sampai 74,27 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dengan kadar zat padat dalam limbah sebesar 2,430 g/L, dan 77,84 %

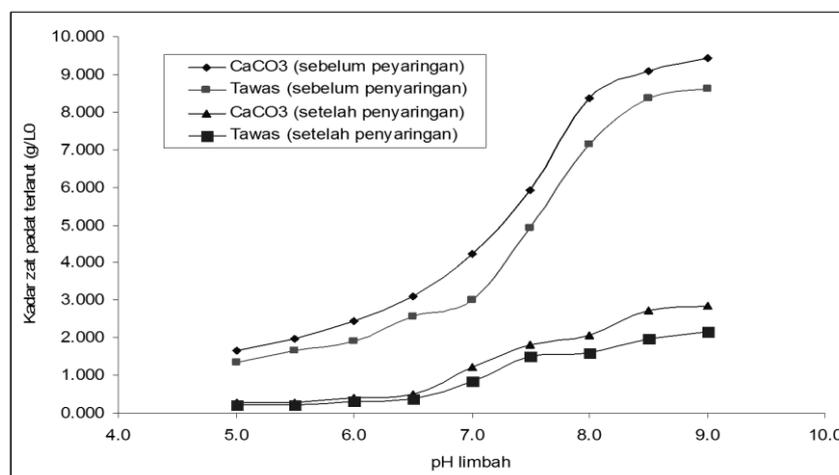
untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan tawas dengan kadar zat padat sebesar 1,909 g/L.

Sedangkan kadar zat padat dalam limbah pada pH = 6,0 setelah proses penyaringan dapat direduksi sampai 95,65 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dengan kadar zat padat dalam limbah sebesar 0,411 g/L, dan 96,39 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan tawas dengan kadar zat padat sebesar 0,311 g/L.

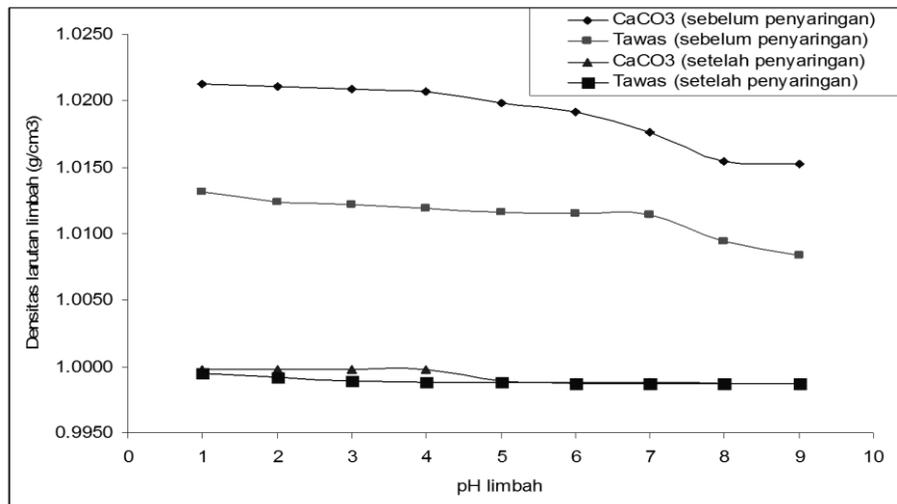
Dari kedua percobaan, dapat dijelaskan bahwa perubahan pH memberikan pengaruh secara signifikan pada reduksi kadar zat padat dalam limbah. Selanjutnya proses pengenapan selama 120 menit pengaruhnya cukup signifikan terhadap reduksi kadar zat padat dalam limbah. Hal ini dimungkinkan karena limbah yang digunakan telah mengalami penyaringan setelah keluar dari *overflow* unit pengolahan kimia, sehingga kadar garam-garam pembentuk endapan telah terpisahkan pada proses penyaringan awal.

Tabel 2. Karakteristik kadar zat padat dalam limbah dengan proses pengenapan 120 menit dan proses penyaringan pasca preparasi dengan pengaturan pH limbah, pada kondisi pH awal = 9,00 dan kadar zat padat terlarut awal = 7,730 g/L dan 6,524 g/L.

No.	pH	Kadar total zat padat terlarut (presipitan) dalam filtrat, (g/L)			
		Sebelum penyaringan		Setelah Penyaringan	
		Kalsium karbonat	Tawas	Kalsium karbonat	Tawas
1.	9,0	9.447	8.615	2.859	2.163
2.	8,5	9.104	8.380	2.734	1.980
3.	8,0	8.368	7.135	2.067	1.595
4.	7,5	5.929	4.930	1.806	1.511
5.	7,0	4.223	3.019	1.214	0.846
6.	6,5	3.093	2.568	0.503	0.386
7.	6,0	2.430	1.909	0.411	0.311
8.	5,5	1.985	1.655	0.282	0.216
9.	5,0	1.654	1.343	0.273	0.216



Gambar 2. Hubungan antara pH dan karakteristik kadar zat padat dalam limbah pasca preparasi dengan pengaturan pH limbah (dengan proses pengenapan 120 menit dan penyaringan)



Gambar 3. Hubungan antara pH dan karakteristik densitas larutan limbah pasca preparasi dengan pengaturan pH limbah (dengan proses penganapan 120 menit dan penyaringan)

Karakteristik densitas larutan limbah hasil preparasi dengan proses penganapan dan penyaringan pasca preparasi dengan proses pengaturan pH.

Data karakteristik densitas larutan limbah hasil preparasi dengan proses penganapan dan penyaringan pasca preparasi dengan proses pengaturan pH dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat diperoleh data bahwa proses penganapan secara signifikan berpengaruh terhadap kualitas larutan umpan ditinjau dari karakteristik densitasnya. Kondisi tersebut berlaku untuk efluen hasil pengolahan kimia menggunakan koagulaan kalsium karbonat maupun tawas.

Meskipun perubahan densitas yang terjadi tidak terlalu besar, tetapi dapat menjadi indikator bahwa langkah preparasi baik dengan pengaturan pH, penganapan dan penyaringan terhadap efluen hasil pengolahan kimia perlu dilakukan. Dari data ketiga percobaan di atas dapat dijadikan sebuah rekomendasi teknis terhadap perlakuan terhadap larutan limbah umpan proses evaporasi. Dari data yang ada dapat direkomendasikan bahwa pH limbah antara 5,0 sampai 6,0 cocok untuk proses preparasi limbah umpan proses evaporasi karena telah memberikan nilai kadar zat padat dalam limbah antara 0,05 g/L sampai 0,50 g/L yang dipersyaratkan untuk umpan proses evaporasi. Berdasarkan percobaan, pada pH sekitar 6,0 tidak terjadi buih pada pengujian sampel dengan pemanasan dimana karena dalam aplikasinya buih dapat menimbulkan *carry over*, terutama untuk evaporasi tekanan rendah, sehingga untuk preparasi dapat dipilih pada pH antara 5,0 sampai pH = 6,0. Selain itu pada preparasi umpan proses evaporasi, proses penganapan dan filtrasi juga harus dilakukan.

KESIMPULAN

Dari analisis preparasi dan data yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa karakteristik kadar zat padat dalam limbah sesuai persyaratan umpan proses evaporasi setelah dilakukan preparasi adalah pada pH = 5,0 sampai pH = 6,0, yaitu dengan nilai reduksi kadar zat padat sampai 95,65 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan kalsium karbonat dengan kadar zat padat dalam limbah sebesar 0,411 g/L dan 96,39 % untuk limbah hasil pengolahan kimia menggunakan tawas dengan kadar zat padat sebesar 0,311 g/L, dan memiliki densitas sekitar 0,9987 g/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

1. SUROTO RONODIRDJO, 1983, "Diktat Pengolahan Sampah Radioaktif", Fakultas Teknik Nuklir, Universitas Gadjahmada.
2. BUCHI, 1992, "Operating Instruction For Rotavapor", Laboratoriums Tecknik, CH-9230 Flawil/ Schewiz, Germany.
3. BLACKADDER, DKK, 1981, "A Hand Book Of Unit Operation", Academic Press, London And New York.
4. ENDRO K, DKK, 1997, "Pengaruh Penambahan EDTA Pada Reduksi Volume Limbah Uranium Cair Fase Air Menggunakan Rotavapor" Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, PPNY - Batan, Yogyakarta.
5. ENDRO K, DKK, 1999, "Preparasi Limbah Untuk Umpan Rotavapor", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Pranata Nuklir, P3TM - Batan, Yogyakarta,.
6. ENDRO K, DKK, 2011, "Karakterisasi Limbah Radioaktif Cair Umpan Proses Evaporasi",



Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah
Pranata Nuklir, PTAPB - Batan, Yogyakarta.

saat pemanasan, karena dapat mengurangi efisiensi proses evaporasi

TANYA JAWAB

Siswanti

- Mengapa pada proses evaporasi umpan limbah harus dikondisikan terlebih dahulu?

Endro Kismolo

- ✧ *Proses pengkondisian ini dimaksudkan untuk mereduksi terjadinya proses sedimentasi dan buih saat pendidihan serta terjadinya kerak*

Sajima

- Faktor-faktor apa saja yang dapat menghambat proses evaporasi, bagaimana caranya agar tidak terjadi kerak selama proses evaporasi?

Endro Kismolo

- ✧ *Faktor yang menghambat antara lain : kadar zat padat terlarut yang terlalu tinggi, adanya senyawa yang dapat mengakibatkan buih saat pemanasan dan adanya proses sedimentasi saat pemanasan sehingga dapat terjadi kerak yang dapat menghambat proses perpindahan panas*