

RANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN BIJIH URANIUM ASAL RIRANG : PERANCANGAN ALAT *QUENCHING*

Amir Effendi, Hafni Lisa Nuri
Pusat Pengembangan Bahan Galian Nuklir

ABSTRAK

RANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN BIJIH URANIUM ASAL RIRANG : PERANCANGAN ALAT *QUENCHING*. Telah dirancang alat *quenching* secara kontinu. Perancangan ini bertujuan untuk membuat model alat skala laboratorium yang digunakan sebagai tempat untuk pelarutan dan pendinginan secara tiba-tiba hasil digesti bijih uranium Rirang. Alat *quenching* dirancang berdasarkan data *quenching* secara batch, kapasitas umpan 325 g/menit, waktu tinggal pada tangki *quenching* dan tangki pegenap masing-masing 1 dan 2 jam. Hasil perhitungan didapat tangki *quenching* berbentuk silinder dengan diameter 30 cm, tinggi 30 cm, jumlah sekat 3 buah dengan lebar 2,5 cm; dan dilengkapi pengaduk dengan impeler berdaun. Tangki pegenap berbentuk silinder tegak dengan diameter 56 cm, dengan daerah-daerah klarifikasi, *feed*, kritis, dan kompresi masing-masing 5, 3, 3, 4 cm, dan *bottom pitch* 12,5 cm. Model alat *quenching* ini akan digunakan pada hasil digesti bijih Rirang untuk mengetahui unjuk kerjanya.

ABSTRACT

RIRANG URANIUM ORE PROCESSING SYSTEM DESIGN: DESIGNING A QUENCHER UNIT. A continuous quencher has been designed. The objective of the design is to make a laboratory scale quencher model that is used to facilitate the dissolution and sudden cooling of the digestion product of the Rirang ore. The designed quencher was based on the previous batch quenching data, feed capacity of 325 g/minute, and residence time of one and two hours for quenching tank and thickener, respectively. The cylindrical quenching tank has dimension of 30 cm diameter and 30 cm high. It has three 2,5 cm baffles and is equipped with a blade-impeller agitator. The bottom-pitched cylindrical thickener has the diameter of 56 cm. The thickener is divided into four zones including clarification, feed, critical, and compression with 5, 3, 3, and 4 cm zones height, respectively. In addition, the bottom pitch has 12,5 cm height. The quencher model is further used to conduct performance test against Rirang ore digestion product.

PENDAHULUAN

Unsur-unsur logam tanah jarang (LTJ) telah dikenal sebagai material yang banyak dipakai dalam industri-industri kaca (CeO), kondensator keramik (LaO), TV berwarna (Er, Y), bahan berwarna (Nd), pewarna keramik (Pr), dan lain-lain.

Bijih uranium Rirang mengandung mineral-mineral uraninit, monasit, molibdenit, quartz dan tourmaline sebagai mineral utamanya. Oleh karena itu kandungan unsur dalam bijih Rirang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi yakni dengan kandungan uranium sekitar 0,52 %, logam tanah jarang 63,04%, fosfat 24,25 %, torium 0,02 % dan Mo 0,24 %¹. Bijih Rirang merupakan bongkah/pasir alluvial dan coluvial, dengan berat jenis sekitar 2,53 s/d 4,93².

Proses pengolahan awal bijih Rirang secara kimiawi, dilakukan dengan cara digesti. Kondisi digesti bijih Rirang yang cukup baik dilakukan pada ukuran butir-65 mesh, temperatur 200 °C, selama waktu 4 jam dengan menggunakan larutan H₂SO₄ pada perbandingan kurang lebih 1:2. Hasil digesti berupa pasta panas kemudian dilakukan pelarutan dengan cara pendinginan secara tiba-

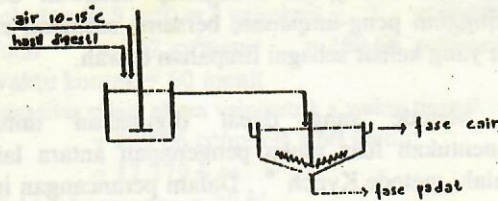
tiba dengan menggunakan air pada perbandingan 1:10 dan dilakukan pengadukan yang kuat³. Kelarutan LTJ cukup besar pada temperatur rendah sekitar 45°C. Pada keadaan tersebut bisa diperoleh *recovery* U = 95 %, Th = 97,40 %, RE = 95,82 %, PO₄ = 99,53 %⁴.

Tujuan perancangan ini adalah untuk mendapatkan model alat *quenching* kontinu skala laboratorium yang digunakan sebagai tempat untuk melakukan pelarutan, pendinginan secara tiba-tiba, dan pengadukan yang kuat dari pasta hasil proses digesti.

Perancangan alat *quenching* meliputi spesifikasi dan pembuatan tangki *quenching*, pengaduk, dan tangki pegenap. Perhitungan perancangan berdasarkan pada data-data percobaan secara batch.

TEORI

Untuk penelitian proses *quenching* secara kontinyu perlu dirancang tangki *quenching* yang dilengkapi dengan tangki pegenap yang digunakan untuk pemisahan padat-cair dari suspensi hasil *quenching*.



Gambar 1. Diagram alir proses quenching

1. Tangki Quenching

Tangki quenching berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses pelarutan dan pendinginan secara tiba-tiba dari pasta hasil proses digesti. Di dalam tangki tersebut pasta hasil proses digesti dikontakkan dengan media pelarut air (10 - 15 °C) dengan erbandingan 1:10. Pada kondisi ini logam-logam tersebut di atas bisa terlarut dengan baik.

a. Volume tangki

Untuk menghitung volume tangki dapat digunakan metode neraca massa/aliran volumetrik.

$$V = q \times t \quad \dots \dots \dots (1)$$

Kapasitas = laju aliran volumetrik x waktu tinggal
Volume tangki = kapasitas x faktor keamanan

Menurut Rushton dkk., rancangan tangki biasanya mempunyai pilihan yang luas mengenai jenis impeler yang akan dipakai dan penempatannya, demikian pula mengenai perbandingan ukuran-ukuran tangki, jumlah dan perbandingan sekat, dan sebagainya. Setiap keputusan mengenai perbandingan ukuran-ukuran akan berpengaruh langsung pada laju sirkulasi larutan, pola kecepatan, dan daya yang digunakan. Sebagai dasar rancangan pada tangki berpengaduk, perbandingan ukuran yang biasa digunakan adalah :

$$\begin{aligned} Da/Dt &= 1/3 & H/Dt &= 1 & J/Dt &= 1/12 \\ E/Da &= 1 & W/Da &= 1/5 \end{aligned}$$

dimana : Dt : diameter tangki
E : jarak poros impeler dengan dasar tangki
Da : diameter impeler
W : lebar impeler
J : lebar baffle/sekat

Sekat biasanya ada 3 atau 4 buah jumlah daun impeler antara 4 -16. Tetapi dalam kondisi tertentu mungkin diperlukan proporsi yang lain dari yang disebutkan di atas; umpamanya, bila ingin menempatkan pengaduk yang agak tinggi atau agak rendah di dalam tangki, atau bila menggunakan tangki yang agak dalam untuk mendapatkan hasil proses yang diinginkan. Namun ukuran-ukuran standar di atas banyak digunakan dan dijadikan dasar untuk membandingkan unjuk kerja pengaduk dalam berbagai publikasi.

b. Impeler

Impeler akan membangkitkan pola aliran di dalam sistem yang mengakibatkan larutan bersirkulasi.

Ada dua jenis impeler, bila ditinjau dari segi aliran yang dihasilkan :

1. Impeler aliran aksial, untuk membangkitkan arus sejajar dengan sumbu poros impeler
2. Impeler aliran radial, untuk membangkitkan arus pada arah tangensial atau radial.

Dari segi bentuknya, ada tiga jenis impeler yang biasa digunakan yaitu propeler (baling-baling), *padle* (dayung), dan turbin.

1. Propeler, merupakan impeler aliran aksial berkecepatan tinggi untuk larutan berviskositas rendah.
2. Dayung, berputar di tengah bejana dengan kecepatan rendah sampai sedang, dan mendorong zat cair secara radial dan tangensial, hampir tanpa adanya gerakan vertikal pada impeler.
3. Turbin, arus utamanya bersifat radial dan tangensial. Komponen tangensialnya menimbulkan vorteks dan arus putar. Turbin biasanya efektif untuk viskositas rendah maupun tinggi.

c. Pola aliran dalam tangki berpengaduk

Kecepatan fluida pada setiap titik dalam tangki mempunyai tiga komponen, dan pola aliran keseluruhan di dalam tangki bergantung pada variasi dari ketiga komponen dari lokasi ke lokasi lain. Komponen kecepatan yang pertama adalah komponen radial yang bekerja pada arah tegak lurus terhadap poros impeler. Komponen kedua adalah komponen longitudinal yang bekerja pada arah paralel dengan poros.

Komponen ketiga adalah komponen tangensial, atau rotasional yang bekerja pada arah

singgung terhadap lintasan lingkaran di sekeliling poros. Dalam keadaan biasa, dimana poros itu vertikal, komponen radial dan tangensial berada dalam satu bidang horizontal, dan komponen longitudinalnya vertikal. Komponen radial dan longitudinal sangat aktif dalam memberikan aliran yang diperlukan untuk melakukan pelarutan. Bila poros vertikal dan terletak tepat di pusat tangki, komponen tangensial biasanya kurang menguntungkan. Arus tangensial mengikuti suatu lintasan berbentuk lingkaran di sekeliling poros, dan menimbulkan vorteks pada permukaan larutan.

d. Kecepatan pengaduk

Zwietering⁵ mengukur kecepatan kritis pengaduk yang diperlukan untuk mendapatkan suspensi penuh, dengan persamaan :

$$nc = \frac{S \cdot V^{0.1} \cdot Dp^{0.2} \cdot (g \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho})^{0.45} \cdot B^{0.13}}{Da^{0.85}} \dots (2)$$

dimana :

- nc : kecepatan kritis pengaduk; Δρ : beda densitas, gr/cm³, Da : diameter impeler, cm; ρ : densitas fluida, gr/cm³, V : viskositas kinematik, cm²/detik; S : konstanta
 - Dp : ukuran partikel rata-rata, cm;
 - g : percepatan gravitasi, 980 cm/detik²
 - B : 100 x berat zat padat/berat zat cair
- e. Daya motor pengaduk

$$P = \frac{KT \cdot n^3 \cdot Da^5 \cdot \rho}{gc} \dots (3)$$

dimana :

- Da : diameter impeler, ft ; KT : konstanta
- n : kecepatan putaran, put/detik ; ρ : density fluida lb/cuft, gc : percepatan grafitasi, ft/detik²

2. Tangki Pengecap

Tangki pengecap terdiri dari sebuah tangki silinder dengan dasar berbentuk kerucut, yang dilengkapi dengan penggaruk yang berfungsi untuk mengarahkan partikel-partikel padatan (yang sudah mengendap), agar mudah dikeluarkan sebagai aliran *under flow* (limpahan bawah). Pada alat pengecap kontinyu, umpan dimasukkan pada garis pusat alat, pada kedalaman kira-kira 1 inci di bawah permukaan zat cair. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, di atas ketinggian pengumpulan itu terdapat zone klarifikasi yang hampir tidak mengandung zat padat sama

sekali. Pada zone ini kebanyakan zat cair yang sudah terpisahkan dengan zat padat mengalir ke atas sehingga dapat dikeluarkan ke selokan limpahan. Zat padat mengendap kebawah dari ketinggian pengumpulan, bersama sebagian zat cair yang keluar sebagai limpahan bawah.

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan luas muka pengecap antara lain adalah metode Kynch⁶. Dalam perancangan ini digunakan metode Kynch dan dilakukan percobaan secara *batch*.

$$A = t_u / (CoHo) \dots (4)$$

dengan t_u = waktu pengecap, Co = konsentrasi pulp umpan dan Ho = tinggi awal umpan.

Didalam praktek, luas sebenarnya perlu diberikan faktor keamanan (0,3 - 0,5)A. Sedangkan tinggi daerah kompresi yaitu 1/8 < H/R < 1/6, dengan H dan R masing-masing tinggi dan jari-jari tangki pengecap⁷.

PERANCANGAN ALAT QUENCHING

1. Perhitungan Tangki Quenching

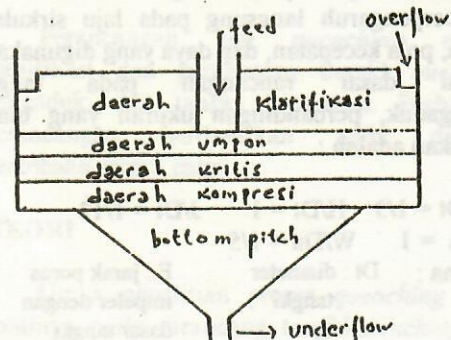
Data-data hasil penelitian secara *batch* pada Pelindian Bijih Uranium Asal Rirang (lanjutan) 1992/1993 menunjukkan bahwa kondisi pelindian (*digesti*) yang cukup baik adalah :

- ukuran bijih : - 65 mesh
- temperatur : 200°C
- perbandingan bijih/asam : 1/2

Sedangkan kondisi *quenching* sbb :

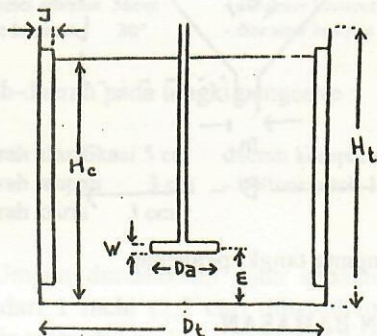
- perbandingan bijih/pelarut : 1/10 (air 10-15°C)
- temperatur akhir : 40 -45oC

Dari data-data tersebut dapat dirancang tangki *quenching* dengan ketentuan sbb :



Gambar 2. Daerah-daerah pada tangki pengecap

Laju aliran volumetrik :
 slurry/pasta = 75 gr/menit = 37,66 cc/menit
 air = 250 gr/menit = 250 cc/menit
 flokulan (0,5 gr/l) = 2 gr/menit = 2 cc/menit
 Total = 327 gr/menit = 289,66 cc/menit
 Waktu kontak = 60 menit
 Kapasitas = laju aliran volumetrik x waktu tinggal...(1)
 = 289,66 cc/menit x 60 menit
 = 17.379,6 cc
 Faktor keamanan = 20 %
 Volume tangki = 1,2 x 17.379,6 cc = 20.855 cc



Gambar 3. Penampang tangki quenching

Volume = $\pi / 4 \text{ Dt}^2 \text{ Ht}$
 diambil : $\text{Dt} = \text{Ht}$
 didapat $\text{Dt} = \text{Ht} = 30 \text{ cm}$
 Keterangan :
 Bentuk = silinder
 Diameter = 30 cm
 Tinggi = 30 cm

Menentukan perbandingan ukuran tangki dan bentuk pengaduk

Perbandingan ukuran tangki digunakan metode Rushton. Agitator ditentukan berbentuk turbin berdaun 4 miring 45° serta dilengkapi dengan sistem penghalang baffle sebanyak 3 buah, seperti yang terlihat pada gambar 3 adalah sbb :
 - diameter impeler = $\text{Da} = \text{Dt}/3 = 30/3 = 10 \text{ cm}$
 - lebar impeler = $\text{W} = \text{Da}/5 = 10/5 = 2 \text{ cm}$
 - jumlah baffle = 3
 - lebar baffle = $\text{J} = \text{Dt}/12 = 30/12 = 2,5 \text{ cm}$
 - jarak poros impeler dari dasar tangki = $\text{E} = \text{Da} = 10 \text{ cm}$

Perhitungan putaran pengaduk

Digunakan rumus Zwietering :

$$nc = \frac{S \cdot V^{0,1} \cdot Dp^{0,2} \cdot (\frac{\Delta\rho}{\rho})^{0,45} \cdot B^{0,13}}{Da^{0,85}} \dots (2)$$

dimana :
 nc = kecepatan kritis pengaduk
 Da = 10 cm B = 8,33
 Dp = 0,018 cm V = $5,67 \times 0,01/1,129$
 g = 980 cm/detik² = 0,0502 cm²/detik
 = 1,4 gr/cm³ S = kostanta = 5,4
 = 1,129 gr/cm³

$$nc = \frac{5,4(0,0502)^{0,1}(0,018)^{0,2}(980 \times 1,4/1,129)^{0,45}(8,33)^{0,13}}{(10)^{0,85}}$$

= 7,55 put/det
 = 453 rpm = 450 rpm

Daya motor pengaduk

$$P = \frac{KT \cdot n^3 \cdot Da^5}{gc} \dots (3)$$

dimana :
 KT = konstanta = 4,2 ; gc = 32,17 ft/det²
 n = 7,49 put/det ; Effisiensi motor 70%
 Da = 10 cm = 0,33 ft
 fluida = 1,129 gr/cm³ x 62,45 lb/cuft x cm³/gr
 = 70,5 lb/cuft
 (4,2)(7,49)³(0,33)⁵(70,5)
 P = ----- HP = 0,039 HP
 32,17 x 550 x 0,7

Tangki Pengenap

Penentuan luas muka pengenapan dengan metode Kynch, dilakukan percobaan pengenapan secara catu dengan menggunakan gelas silinder tegak 1 liter, tinggi larutan ditentukan 30 cm. Fase larutan atas relatif cukup jernih diperoleh pada penambahan flokulan 40 gram/ton bijih. Kecepatan pengenapan di dalam gelas silinder dicatat pada ketinggian yang berbeda-beda, secara periodik dengan interval waktu tertentu, serta pada masing-masing percobaan dilakukan penentuan rapat jenis cairan dan padatan. Dari hasil pengukurandidapatkan waktu pengenapan 3,3 menit dan konsentrasi padatan 0,0192 gr/lt.

Perhitungan :

Luas muka pengenapan : $A = tu/Co.Ho \dots (4)$
 tu = 3,3 menit = 0,055 jam
 Konsentrasi padatan 0,0189 gr/cc ; tinggi = 30 cm
 A = 0,055/(0,0189)(0,3)
 Faktor keamanan 0,3 A --> A = 1,3 x 9,7 = 12,61
 diambil A = 12,5 m².jam/ton

Kec. alir umpan : Lo = 289,66 cc/menit

Rapat jenis umpan : $\rho = 1,129 \text{ cc/gr}$ (hasil pengukuran)
Luas muka penganapan : $A = 12,5 \text{ m}^2 \text{ jam/ton}$
Tangki penganap berbentuk silinder tegak dengan dasar

berbentuk kerucut

Luas muka silinder :

$$A = (\pi/4) D^2$$

$$L_o = (289,66 \text{ cc/menit})(1,129 \text{ gr/cc})$$

$$= 327,03 \text{ gr/menit}$$

$$= 196,22 \cdot 10^{-4} \text{ ton/jam}$$

Pada $L_o = 196,22 \cdot 10^{-4} \text{ ton/jam}$, memerlukan luas muka

penganapan sbb :

$$A = (196,22 \cdot 10^{-4} \text{ ton/jam})(12,5 \text{ m}^2 \text{ jam/ton})$$

$$= 2453 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$(\pi/4)D^2 = 2453 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$D = 55,9 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 56 \text{ cm}$$

$$D = 56 \text{ cm}$$

Tutup bawah (konis)

Ditetapkan sudut kemiringan 30°

$$m = 1 \text{ in} = 2,5 \text{ cm}$$

$$b = 1/2 (d-m) \text{ tg } 30^\circ$$

$$= 1/2 (46-2,5)(0,577)$$

$$= 12,549 \text{ cm}$$

$$b = 12,5 \text{ cm (tinggi konis)}$$

$$\text{Volume konis (kerucut)} = A_1 \cdot 1/3 (b+x) - A_2 \cdot 1/3 (x)$$

$$A_1 = \pi/4 D^2 = \pi/4 (46)^2 = 1661,1 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \pi/4 d^2 = \pi/4 (2,5)^2 = 4,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volume konis} = 1661,1 \times 1/3 (12,5 + 0,72) -$$

$$4,6 \times 1/3 (0,72) = 7.318 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumetrik umpan} = 289,66 \text{ cc/min}$$

$$\text{Waktu tinggal} = 120 \text{ menit (diambil)}$$

$$\text{Kapasitas tangki penganap} = 289,66 \text{ cc/min} \times 120 \text{ min}$$

$$= 34.759 \text{ cc}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 20 \%$$

$$\text{Volume tangki penganap} = 1,2 \times 34.759 \text{ cc} = 41.710 \text{ cc}$$

$$\text{Volume silinder} = \text{volume (tangki penganap - konis)}$$

$$= 41.710 \text{ cc} - 7.318 \text{ cc} = 34.392 \text{ cc}$$

$$\text{Volume silinder} = \pi/4 (D)^2 H$$

$$34.392 \text{ cc} = \pi/4 (56)^2 H \rightarrow H = 13,97 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi silinder} = 15 \text{ cm (diambil)}$$

$$\text{Tinggi tangki penganap} = \text{tinggi (silinder + konis)}$$

$$= 15 + 12,5 \text{ cm} = 27,5 \text{ cm}$$

Daerah-daerah dalam tangki penganap terdiri dari :

$$\text{Daerah kompresi} : H = 1/8 \cdot R = 1/8 \cdot 56 = 3,5 \text{ cm}$$

diambil 4 cm

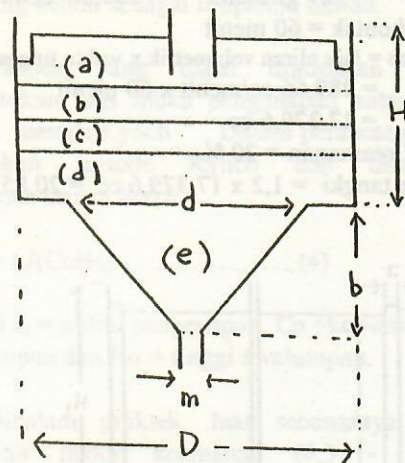
(a) daerah klarifikasi 5 cm

(b) daerah umpan 3 cm

(c) daerah kritis 3 cm

(d) daerah kompresi 4 cm

(e) bottom pitch 12,5 cm



Gb.4 Penampang tangki penganap

HASIL DAN BAHASAN

1. Tangki Quenching

Spesifikasi/dimensi tangki :

- bentuk : silinder tegak - lebar baffle : 2,5 cm
- tinggi : 30 cm - jumlah baffle : 3 buah
- diameter : 30 cm

Tangki *quenching* berbentuk silinder tegak dengan diameter 30 cm, tinggi 30 cm dan dapat digunakan untuk pelarutan dengan laju aliran volumetrik 289,66 cc/menit dan waktu tinggal 1 jam. Tinggi larutan (*overflow*) tidak mencapai 30 cm atau masih lebih rendah panjang diameter, hal ini dibuat untuk menjaga agar suspensi yang keluar dari tangki *quenching* benar-benar suspensi seragam, sehingga tidaknya cairan yang masuk ke tangki penganap, dan padatan tidak akan menumpuk di tangki *quenching*. Untuk mengurangi arus putar pada tangki *quenching* karena berputarnya pengaduk, dipasang sekat-sekat (*baffle*) yang berfungsi merintang aliran rotasi tanpa mengganggu aliran radial atau aliran longitudinal sehingga diperoleh pelarutan yang baik. Sekat yang sederhana namun efektif dapat dibuat dengan memasang bilah-bilah vertikal pada dinding tangki.

Spesifikasi/dimensi pengaduk :

- bentuk impeler : turbin berdaun empat miring 45°
- panjang impeler : 10 cm
- bahan impeler : SS 316
- lebar impeler : 2 cm
- kebutuhan daya : 0,039 hp
- kecepatan kritis : 450 ptr/menit

Pengaduk dengan bentuk impeler turbin berdaun miring 45° akan didapatkan arus aksial kuat dan arus radial yang diperlukan untuk membuat suspensi seragam (seluruh partikel berada dalam keadaan suspensi). Kondisi ini diperlukan supaya terjadi pelarutan yang sempurna.

2. Tangki Pengecap

Spesifikasi/dimensi tangki pengecap :

- tinggi silinder 15 cm
- diameter silinder 56 cm
- sudut kerucut 30°
- tinggi kerucut 12,5 cm
- diameter kerucut 46 cm
- diameter bukaan 2,5 cm

Daerah-daerah pada tangki pengecap :

- daerah klarifikasi 5 cm
- daerah umpan 3 cm
- daerah kritis 3 cm
- daerah kompresi 4 cm
- bottom pitch 12,5 cm

Umpan dimasukkan pada kedalaman yang lebih dari 1 inci (2,5 cm) dibawah permukaan zat cair yaitu dimasukkan pada kedalaman 5 cm. Hal ini dimaksudkan agar cairan jernih yang keluar dari tangki pengecap hanya mengandung sangat sedikit padatan. Tangki pengecap dengan ukuran di atas, pada laju aliran volumetrik umpan 287,66 cc/menit dengan kecepatan flokulan 2 cc/menit, dan waktu tinggal 120 menit, diharapkan dapat menghasilkan larutan yang jernih.

SIMPULAN

Telah dapat dibuat alat *quenching* skala laboratorium yang terdiri dari tangki *quenching* dan tangkipengecap, dengan spesifikasi/dimensi sbb :

1. a) Tangki *quenching* :

- bentuk : silinder tegak
- volume : 17.379,6 ml
- diameter : 30 cm
- lebar baffle : 2,5 cm
- jumlah baffle : 3 bh.
- tinggi : 30 cm

b) Agitator dengan impeler :

- bentuk : turbin berdaun empat miring
- kebutuhan daya: 0,039 hP
- lebar impeler : 2 cm
- bahan : SS 316
- panjang impeler : 10 cm
- kecepatan kritis : 450 rpm

2. Tangki pengecap :

- bentuk : silinder tegak
- dasar : kerucut
- volume : 41.710 ml
- diameter silinder : 56 cm
- tinggi silinder : 15 cm
- diameter kerucut : 46 cm
- tinggi kerucut : 12,5 cm
- diameter bukaan: 2,5 cm
- sudut kerucut : 30°

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya perancangan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Sdr.Sugeng Waluyo dan Sdr.Suwaris yang telah membantu dalam menginstalasi model alat skala laboratorium ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. BUSH, KLAUS, SOEPRAPTO, DJAWADI, "Investigation of the Uranium Mineralization in the Rirang Valey", West Kalimantan, Indonesia, (1986).
2. AFFANDI, K., "Penentuan Sifat-Sifat Bijih Rirang dan Pengolahan Pendahuluanannya", Laporan Hasil Penelitian, PPBGN-BATAN, (1991/1992).
3. Calow R.J, "The Industrial Chemistry of Lanthanum, Ytrium, and Uranium", Pergamon Press, (1966), hal 63.
4. SARJONO, ERNIRA, DAN ZAHARDI, "Pelindian Bijih Uranium Asal Rirang (lanjutan)", Laporan Hasil Penelitian PPBGN-BATAN, (1992/1993).
5. MC.CABE, SMITH, "Unit Operation of Chemical Engineering", Fourth Edition, Mc.Graw-Hill Book Inc., New York, (1985).
6. JAMIL, M., MIRZA, J., "Thickening Test On Issa Khail Ore", Ore Processing Division, Atomic Energy Minerals Centre, Lahore.
7. WASISTO, D., "Perancangan Alat Pemisahan Fase Padat Cair Secara Kontinyu", Laporan Hasil Penelitian, PPBGN BATAN, (1992/1993).

TANYA JAWAB

1. Manto Widodo :

- Bila rancangan sistem (alat *quenching*) secara laboratoris telah dapat digunakan dengan hasil optimal, maka bila pekerjaan penambangan (di Rirang) dilakukan, apakah peralatan dalam skala besar akan dibuat dengan memperbesar secara proporsional? Bila demikian apakah tidak mungkin terjadi penyimpangan ?

Amir :

- Untuk peralatan yang lebih besar harus dihitung kembali sesuai dengan rumus-rumus yang telah digunakan dan setelah dilakukan uji coba, karena pada waktu uji coba (*performance test*) kemungkinan akan terjadi perubahan/modifikasi dari alat tersebut. Apabila sudah optimal dan diterapkan pada skala besar kemungkinan juga masih terjadi penyimpangan, tapi hanya kecil penyimpangannya (apabila ada penyimpangan). Model alat tetap seperti yang dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

1. BUSH, KLAUS, SOEPARTO, DIAWADI, "Investigation of the Uranium Mineralization in the Rirang Valley, West Kalimantan, Indonesia" (1986)
2. ATANADIK, "Pencarian Sifat-Sifat Baku Rirang dan Penelitian Pembuatannya" Laporan Hasil Penelitian PEPON-BATAN (1991/92)
3. Calow R.I. "The Industrial Chemistry of Lanthanum, Yttrium, and Uranium", Pergamon Press (1966), hal 63
4. SARUNO, ERIRIA, DAN ZAHARDI, "Pembuatan Biji Uranium Asal Rirang" (lanjutan), Laporan Hasil Penelitian PEPON-BATAN (1992/93)
5. MC CABE SMITH, "Unit Operation of Chemical Engineering", Fourth Edition, Mc-Graw-Hill Book Inc, New York (1975)
6. JAMIL M. MIRZA, "Thickening Test On the Kpal Ore", Ore Processing Division, Atomic Energy Minerals Centre, Lahore
7. WASTOLD, "Pencarian Alat Pemecahan Partikel Cair Secara Kuantitatif", Laporan Hasil Penelitian PEPON BATAN (1992/93)