

**PEREKAYASAAN TANGKI UNTUK PROSES PELARUTAN PARASIAL
PADA PRELIMINARY DESIGN PILOT PLANT ThO_2 DARI PASIR MONASIT
KAPASITAS 100 KG/HARI**

**Abdul Jami, Prayitno
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir - BATAN**

ABSTRAK

PEREKAYASAAN TANGKI UNTUK PROSES PELARUTAN PARASIAL PADA PRELIMINARY DESIGN PILOT PLANT ThO_2 DARI PASIR MONASIT KAPASITAS 100 KG/HARI. Proses pada pilot plant ThO_2 dari pasir monasit kapasitas 100 kg/hari merupakan proses untuk mengambil ThO_2 dari pasir monasit yang terdiri dari 3 tahap proses, yaitu proses preparasi dan dekomposisi, proses pelarutan dan pengendapan, dan proses ekstraksi dan dekomposisi thermal. Salah satu alat proses yang diperlukan dalam proses pelarutan dan pengendapan adalah tangki untuk proses pelarutan parasial yang diperlukan untuk mengubah senyawa thorium hidroksida dan senyawa lainnya menjadi senyawa klorida sehingga thorium dapat dipisahkan dari senyawa lainnya dengan proses ekstraksi dalam proses ke tiga, yaitu proses ekstraksi dan dekomposisi thermal. Telah dilakukan perekayasaan tangki untuk proses pelarutan parasial melalui tahapan desain penentuan dimensi tangki, tekanan desain, tebal tangki, dimensi pengaduk, dan tenaga motor. Diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut : tangki selinder tegak dengan jenis head flange only, volume desain 0.2 m^3 , diameter tangki 0.6 m dan tinggi tangki total 0.81 m , tebal shell dan head 0.25 in , material konstruksi SS-316L, type pengaduk marine propeller square pitch 3 blade dengan daya motor standar 1 HP.

Kata kunci: perekayasaan tangki, ThO_2 , pasir monasit, proses pelarutan parasial

ABSTRACT

AN ENGINEERING DEVELOPMENT OF TANK FOR A PARTIAL DISSOLUTION PROCESS ON PRELIMINARY DESIGN PILOT PLANT ThO_2 FROM MONAZITE SAND WITH CAPACITY OF 100 KG/DAY. Pilot plant of ThO_2 from monazite sand with capacity of 100 kg/day is a process for recovering ThO_2 from monazite sand that consists of 3 process stages: preparation and decomposition process, dissolution and precipitation process, and extraction and thermal decomposition process. One of equipment required in the dissolution and precipitation process is partial dissolution tank that is used for changing thorium hydroxide and other compounds to chloride compounds so that the thorium can be separated from other compounds through extraction process in the third process stages, namely extraction and thermal decomposition process. The design of tank for partial dissolution has been conducted through determination of tank dimension, design pressure ,tank thickness, dimension of agitator and motor power. Results of the calculation are as follows: vertical cylinder tank having the type head flange only, tank volume 0.2 m^3 , diameter of tank 0.6 m total height 1 m , thickness of shell and head 0.25 inch , construction material SS-316L, and agitator having marine propeller square type with 3 blades pitch using 1 HP motor standard.

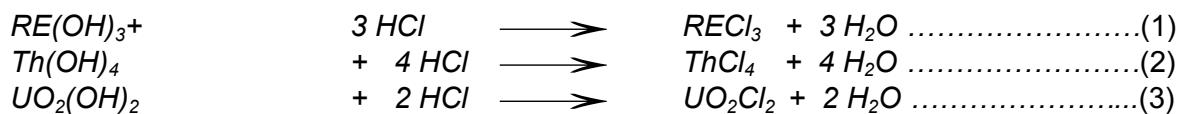
Key words: tank design engineering, ThO_2 , monazite sand, partial dissolution process

1. PENDAHULUAN

Proses pada Pilot Plant ThO_2 Dari Pasir Monasit Kapasitas 100 Kg/Hari merupakan proses untuk mengambil ThO_2 dari pasir monasit yang terdiri dari 3 tahap proses, yaitu pertama berupa proses preparasi dan dekomposisi, ke dua berupa proses pelarutan dan pengendapan, serta ke tiga berupa proses ekstraksi dan dekomposisi thermal.

Salah satu alat proses yang diperlukan dalam proses pelarutan dan pengendapan adalah tangki untuk proses pelarutan parsial yang diperlukan untuk mengubah senyawa torium hidroksida dan senyawa lainnya menjadi senyawa klorida, sehingga torium dapat dipisahkan dari senyawa lainnya dengan proses ekstraksi dalam proses ke tiga, yaitu proses ekstraksi dan dekomposisi thermal.

Proses pelarutan parsial *slurry rare earth* dalam bentuk senyawa *hydroxide* $RE(OH)_3$ menggunakan pelarut asam klorida HCl 37% volume. Proses reaksi pelarutan berlangsung dalam tangki pada suhu $79 - 80^{\circ}\text{C}$, disertai dengan pengadukan selama 2 jam pada pH 3,7. Produk utama reaksi adalah $RECl_3$, $ThCl_4$ dan UO_2Cl_2 ^{[1][2]} sesuai dengan persamaan reaksi berikut:

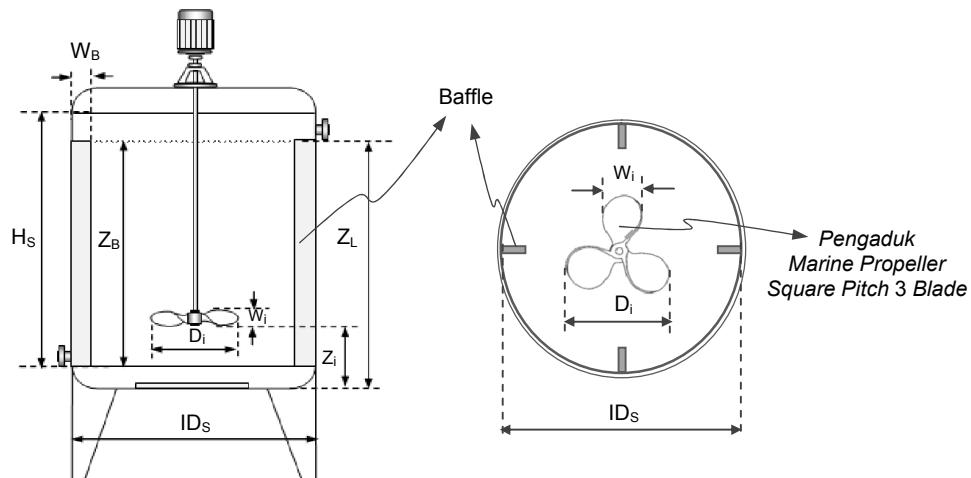


Pada kegiatan ini akan dilakukan perekayasaan tangki untuk proses pelarutan parsial guna mendapatkan spesifikasi teknis tangki yang dibutuhkan pada proses tersebut. Spesifikasi teknis tangki yang diperlukan antara lain dimensi tangki, bentuk *head*, tebal *shell* dan *head*, jenis pengaduk dan daya.

Perekayasaan tangki untuk proses pelarutan parsial merupakan bagian dari kegiatan "Preliminary Design Pilot Plant ThO_2 Dari Pasir Monasit Kapasitas 100 kg/Hari" di lingkungan PRFN-BATAN Serpong tahun 2014.

2. DASAR TEORI

Tangki yang digunakan untuk tempat proses pelarutan parsial berbentuk selinder tegak dan berfungsi sebagai reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk serta empat buah *baffle* disekitar dinding tangki seperti tampak pada gambar 1.



Gb. 1. Tangki Pelarutan Parsial

- H_s : Tinggi *Shell*
- ID_s : Diameter dalam *Shell*
- D_i : Diameter *Impeller*
- W_i : Lebar *Blade*
- Z_L : Tinggi Cairan Maximum
- Z_i : Tinggi *Impeller*
- Z_B : Tinggi *Baffle*
- W_B : Lebar *baffle*

Perencanaan tangki untuk proses pelarutan parsial ini menggunakan beberapa persamaan untuk perhitungan teknis. Adapun urutan perencanaan desain tangki sebagai berikut:

2.1 Menentukan Volume Desain Tangki (V_{Desain})

Volume desain tangki meliputi jumlah volume pelarut dan volume terlarut ditambah dengan faktor desain, perhitungannya menggunakan persamaan berikut:

$$V_{\text{Umpang}} = \sum V_{\text{Fluida Pelarut}} + \sum V_{\text{Fluida Terlarut}} \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$V_{\text{Desain}} = V_{\text{Umpang}} (1 + FD) \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

2.2 Menentukan Dimensi Tangki (ID_s & H_s)

Dimensi tangki meliputi diameter dalam shell (ID_s) dan tinggi shell (H_s) menggunakan persamaan berikut^[3]:

$$V_{\text{Shell}} = \frac{1}{4} \pi ID_s^2 H_s \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

Untuk jenis head *Torispherical Dished*

$$V_{\text{Head}} = 1.3875 10^{-6} ID_s^3 + \frac{\pi}{4} ID_s^2 Sf \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

Untuk jenis head *Elliptical Dished*

$$V_{\text{Head}} = 2.152 10^{-6} D_s^3 + \frac{\pi}{4} D_s^2 Sf \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

Untuk jenis head *Flange Only Head*

$$V_{\text{Head}} = \frac{1}{4} \pi^2 I_{cr}^2 (D_s - I_{cr}) + \pi I_{cr} (\frac{1}{2} D_s - I_{cr})^2 + \frac{\pi}{4} ID_s^2 Sf \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

Dengan

FD : Faktor Desain

Sf : *Straight flange*

I_{cr} : *Inside-corner radius*

H_s : Tinggi Shell

ID_s : Diameter Shell

2.3 Menentukan Tekanan Desain Tangki (P_{Desain})

Tekanan desain ditentukan dengan persamaan sebagai berikut^[4]:

Tekanan Hidrostatik $P_H = \rho g H_L$

Tekanan Sistem $P_{\text{Sistem}} = P_H + P_{\text{Operasi}}$

Safety Factor $SF = 20\%$

Tekanan Desain $P_{\text{Desain}} = 1,2 P_{\text{Sistem}}$

Dengan:

ρ : density campuran

g : gravitasi

H_L : tinggi cairan dalam tangki

2.4 Menentukan Tebal Shell Dan Tebal Head (t_{Shell} & t_{Head})

Tebal tangki meliputi tebal shell dan tebal head yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut^{[3] [7]}:

$$\text{Tebal Shell} \quad t_{\text{Shell}} = \frac{P_{\text{Desain}} r}{f E - 0,6 P_{\text{Desain}}} + c \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

$$\text{Tebal Head} \quad t_{\text{head}} = \frac{0,885 P_{\text{Desain}} r}{f E - 0,1 P_{\text{Desain}}} + c \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

$$c = 2 k t \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

Dengan:

f : *allowable stress*

E : efisiensi sambungan

r : jari-jari tangki

c : corrosion allowance
 k : corrosion rate
 t : life time

2.5 Menentukan Tinggi Head (H_{Head})

Untuk tekanan desain $P_{Desain} > 200 \text{ psig}$.

Type Head menggunakan jenis *elliptical dished*^[3] dengan *standard straight flange* (Sf) disesuaikan dengan tebal dan diameter tangki.

Persamaan Tinggi Head

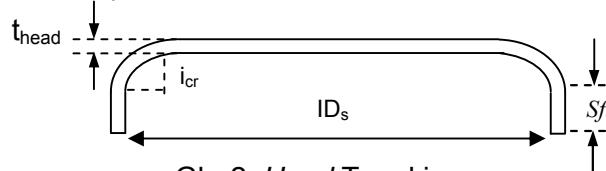
$$H_{Head} = t_{Head} + \frac{1}{4} ID_s + Sf \quad \dots \dots \dots (13)$$

Untuk tekanan desain $P_{Desain} < 200 \text{ psig}$

Type Head menggunakan jenis *Torispherical Dished* atau *Flange Only Heads*^[3] dengan *standard straight flange* (Sf) disesuaikan dengan tebal dan diameter tangki yang digunakan.

Persamaan Tinggi Head

$$H_{Head} = t_{Head} + l_{cr} + Sf \quad \dots \dots \dots (14)$$



Gb. 2. Head Tangki

2.6 Menentukan Dimensi Agitator

Pengaduk digunakan untuk memperbesar frekuensi tumbukan antar partikel sehingga mempercepat proses reaksi. Dimensi pengaduk ditentukan dengan menggunakan parameter-parameter^{[4],[5]} sebagai berikut:

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| Diameter <i>Impeller</i> | $D_i = \frac{1}{3} ID_s$ |
| Lebar <i>Blade</i> | $W_i = 0,1 D_i$ |
| Tinggi Cairan Maximum | $Z_L = 1,4 ID_s$ |
| Tinggi <i>Impeller</i> | $Z_i = 0,75 D_i - 1,3 D_i$ |
| Tinggi <i>Baffle</i> | $Z_B = H_s - H_{head}$ |
| Jumlah <i>Baffle</i> | = 4 |
| Lebar <i>baffle</i> | $W_B = \frac{1}{12} ID_s$ |

2.7 Menentukan Daya Motor

Daya motor dan pengaduk ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut^{[4],[5]} :

Reynolds Number

$$N_{Re} = \frac{\rho N D_i^2}{\mu} \quad \dots \dots \dots (15)$$

Daya Pengaduk

$$P = N_p N^3 D_i^5 \rho \quad \dots \dots \dots (16)$$

Daya Motor

$$P_M = \text{eff } P \quad \dots \dots \dots (17)$$

Dengan

- ρ : Massa jenis larutan (kg/m^3)
- N : Putaran pengaduk (rps)
- D_i : Diameter impeller (m)
- μ : Viskositas larutan (Ns/m^2)
- eff : efisiensi

3. PEREKAYASAAN

Tangki pelarutan parsial yang digunakan dalam proses pengambilan ThO₂ dari pasir monasit adalah tangki berbentuk selinder tegak. Proses pelarutan parsial terjadi dalam suasana asam yaitu menggunakan HCl sebagai pelarut dan untuk mempercepat proses pelarutan, maka tangki dilengkapi dengan *baffle* dan pengaduk. Perhitungan teknis untuk mendapatkan dimensi tangki pada proses pelarutan parsial meliputi: volume desain tangki, dimensi tangki, tekanan desain, tebal tangki, tinggi *head*, dimensi *agitator* dan daya.

3.1 Menentukan Volume Desain Tangki

Dalam proses perhitungan ini aliran massa dalam satuan kg dengan suhu standar 25 °C. Lama reaksi dan pengadukan adalah 2 jam.

Tabel 1. Massa Jenis Larutan

| Komponen | Jumlah m _i (kg) | ρ _i Kg/m ³ | Volume V _i (m ³) | Φ _i Fraksi | Φ _i .ρ _i |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| RE(OH) ₃ | 68,9223 | 6600 | 0,010443 | 0,06593 | 435,1243 |
| Th(OH) ₄ | 5,6894 | 5000 | 0,001138 | 0,00718 | 35,9217 |
| UO ₂ (OH) ₂ | 0,0413 | 6660 | 0,000006 | 0,00004 | 0,2607 |
| H ₂ O | 102,4396 | 1000 | 0,102440 | 0,64672 | 646,7161 |
| HCl | 43,0891 | 1190 | 0,036209 | 0,22859 | 272,0242 |
| Lain-2 | 8,1639 | 1000 | 0,008164 | 0,05154 | 51,5403 |
| Jumlah | 228,3456 | | 0,158400 | 1 | 1441,5874 |

Keterangan:

Volume komponen V_i menggunakan persamaan berikut:

$$V_i = \frac{m_i}{\rho_i}$$

Fraksi volume Φ_i menggunakan persamaan berikut:

$$\Phi_i = \frac{V_i}{\sum V_i}$$

Massa jenis campuran ρ_m menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \rho_m &= \sum \Phi_i \rho_i \\ &= 1441,5874 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dengan persamaan (4) didapat volume umpan sebagai berikut.

$$V_{\text{Ump}} = 0,1584 \text{ m}^3$$

Karena didalam tangki menggunakan baffle, pengaduk dan kemungkinan masih terjadinya vortex, maka untuk keselamatan digunakan faktor desain 20%.

Dengan persamaan (5) didapat volume desain tangki

$$\begin{aligned} V_{\text{Desain}} &= (1 + 0,2) 0,1584 \\ &= 0,190 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3.2 Menentukan Dimensi Tangki

Perhitungan teknis penentuan dimensi tangki meliputi diameter dalam *shell* (ID_s) dan tinggi *shell* (H_s) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Digunakan Tinggi } H_s &= ID_s \\ V_{\text{Desain}} &= V_{\text{shell}} + V_{\text{head}} \\ V_{\text{shell}} &= \frac{1}{4} \pi ID_s^2 H_s \\ &= \frac{1}{4} \pi ID_s^3 \end{aligned}$$

Karena tekanan operasi rendah dan diameter tangki kecil, maka digunakan *head* dengan tipe *Flange Only Heads*^[6] persamaan (9)

$$\begin{aligned} S_f &= 0,0508 \text{ m} \\ I_{cr} &= 0,0191 \text{ m} \end{aligned}$$

Dilakukan *trial* untuk beberapa nilai ID_s sampai didapatkan total volume *shell* dan volume *head* tangki mendekati atau sama dengan volume desain tangki. Hasil akhir *trial* sebagai berikut:

| | | | | |
|-------------|-------------|---|--------|--------------|
| Untuk nilai | ID_s | = | 0,6 | m |
| Didapat | V_{shell} | = | 0,1696 | m^3 |
| | V_{head} | = | 0,0196 | m^3 |

| | | | | |
|--------------|-----|---|--------|--------------|
| Volume total | V | = | 0,1892 | m^3 |
|--------------|-----|---|--------|--------------|

Volume total ini mendekati volume desain yaitu $0,19 \text{ m}^3$ sehingga hasil *trial* diameter dalam *shell* dan tinggi *shell* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ID_s &= 0,6 \quad \text{m} \\ H_s &= 0,6 \quad \text{m} \end{aligned}$$

3.3 Menentukan Tekanan Desain

Penentuan tekanan desain meliputi tekanan hidrostatik, tekanan operasi dan tekanan sistem dengan perhitungan sebagai berikut.

| | | | | |
|---------------------|---------------|---|---------------------|-------------------|
| <i>Density</i> | ρ | = | 1441,5898 | kg/m ³ |
| Tinggi cairan | H_L | = | 1 | m |
| Gravitasi | g | = | 9,8 | m/s^2 |
| Tekanan hidrostatik | P_H | = | $\rho g H_L$ | |
| | | = | 14128 | Pa |
| | | = | 2,077 | Psi |
| Tekanan Operasi | $P_{Operasi}$ | = | 1 | atm |
| | | = | 14,7 | Psi |
| Tekanan Sistem | P_{Sistem} | = | $P_H + P_{Operasi}$ | |
| | | = | 1,14128 | atm |
| | | = | 16,777 | psi |
| Tekanan Desain | P_{Desain} | = | $1,2 P_{Sistem}$ | |
| | | = | 20,1321 | psi |

3.4 Menentukan Tebal Tangki

Bahan konstruksi yang digunakan logam SS-316 L dan jenis sambungan *double butt joint* dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Allowable Stress } [3](f) &= 18750 \quad \text{Psi} \\ \text{Efisiensi Sambungan } [4](E) &= 1,0 \quad (\text{ASME VIII – Tabel UW12}) \end{aligned}$$

Karena tangki berisi cairan yang bersifat korosif terutama larutan HCl, maka digunakan *corrosion rate* 0,125 mm/tahun^[7] dengan *life time* tangki 20 tahun dan *safety factor* 2 . Dengan menggunakan persamaan (12) didapat :

$$\begin{aligned} \text{Corrosion Allowance (c)} &= 2 \cdot 0,125 \cdot 20 \\ &= 5 \quad \text{mm} \\ &= 0,2 \quad \text{in} \\ \text{Jari-jari tangki (r)} &= 0,3 \quad \text{m} \\ &= 11,811 \quad \text{in} \end{aligned}$$

Tebal *shell* minimum menggunakan persamaan (10)

$$\begin{aligned}
 t_{\text{Shell}} &= \frac{P_{\text{Desain}} r}{f E - 0,6 P_{\text{Desain}}} + c \\
 &= \frac{20,1321 \times 11,811}{18750 \times 1 - 0,6 \times 20,1321} + 0,2 \\
 &= 0,213 \quad \text{in} \\
 \text{Dipilih tebal standar} &= 0,25 \quad \text{in} \\
 &= 6,35 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Tebal *Head* minimum menggunakan persamaan (11)

$$\begin{aligned}
 t_{\text{Head}} &= \frac{0,885 P_{\text{Desain}} r}{f E - 0,1 P_{\text{Desain}}} + c \\
 &= \frac{0,885 \times 20,1321 \times 11,811}{18750 \times 0,8 - 0,1 \times 20,1321} + 0,2 \\
 &= 0,214 \quad \text{in} \\
 \text{Dipilih tebal standar} &= 0,25 \quad \text{in} \\
 &= 6,35 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

3.5 Menentukan Tinggi Head

Karena tekanan design tangki dibawah 200 psi, maka *type head* baik *top head* maupun *bottom head* yang direkomendasikan oleh *Loyd E. Brownell* adalah *type Flange Only Heads* dengan spesifikasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 ID_s &= 0,6 \quad \text{m} \\
 i_{cr} &= 0,75 \quad \text{in} \\
 &= 0,02 \quad \text{m} \\
 S_f &= 2 \quad \text{in} \\
 &= 0,051 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

Tinggi *Head* dengan menggunakan persamaan (14)

$$H_{\text{Head}} = 0,08 \quad \text{m}$$

3.6 Menentukan Dimensi Agitator

Pengaduk yang digunakan *type Marine Propeller Square Pitch 3 Blade* konfigurasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D_i &= \frac{1}{3} ID_s \\
 &= 0,2 \quad \text{m} \\
 Z_L &= 1 \quad ID_s \\
 &= 0,60 \quad \text{m} \\
 Z_i &= 1,2 \quad D_i \\
 &= 0,24 \quad \text{m} \\
 w_i &= 0,1 \quad D_i \\
 &= 0,02 \quad \text{m} \\
 w_B &= \frac{1}{12} D_T \\
 &= 0,05 \quad \text{m} \\
 Z_B &= 0,5 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

3.7 Menghitung Daya

Daya pengadukan ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan *Reynolds Number vs Power Number* dan jenis *propeller* yang digunakan. Dipilih pengaduk dengan *type Marine Propeller Square Pitch 3 bladed*.

Viskositas fluida atau larutan dalam tangki menggunakan persamaan estimasi Einstein sebagai berikut:

$$\mu = \frac{(1+0,5\varphi) \mu_0}{(1-\varphi)^4}$$

$$\begin{aligned}
 \mu_0 &= 0,001 \quad \text{Ns/m}^2 && (\text{viskositas air}) \\
 \varphi &= 0,07315 && (\text{fraksi volume slurry thorium}) \\
 \mu &= \frac{(1+0,5 \times 0,07315)}{(1-0,07315)^4} 0,001 \\
 &= 0,0014 \quad \text{N.s/m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk pengadukan yang disertai dengan proses reaksi, daya pengaduk yang diizinkan^{[4],[5]} adalah 1.5 Hp/1000 gallon atau 0.3 kW/m³.

$$\begin{aligned}
 P &= 0,3 V_{\text{Desain}} \\
 &= 0,057 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

Nilai bilangan *Reynolds* menggunakan persamaan (15) didapat

$$N_{\text{Re}} = 41052 \text{ N}$$

Dengan menggunakan persamaan (16) nilai power number didapat

$$N_p = 121,2856 \text{ N}^{-3}$$

Nilai putaran pengaduk *N* dicari secara *trial* dengan bantuan gambar 3 Curve 3 untuk tipe pengaduk *Marine Propeller Square Pitch 3 Blade*^[6] sampai didapat *N* terhitung mendekati atau sama dengan *N trial* seperti tampak pada tabel 2 hasil *trial*.

Tabel 2. Hasil Trial Putaran Pengaduk *N* (rps)

| <i>Trial N</i> (rps) | <i>N_{Re}</i> Persamaan 15 | <i>N_p</i> grafik | <i>N</i> (rps) Persamaan 16 |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 5 | 164208 | 0,35 | 7,024 |
| 7 | 287364 | 0,35 | 7,024 |

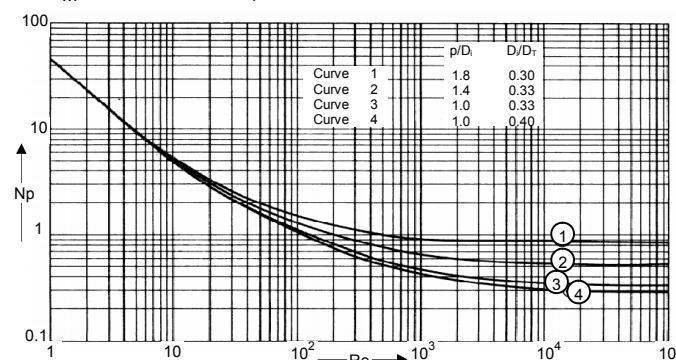
Dari hasil *trial* digunakan putaran pengaduk 7 rps atau 420 rpm.

Dengan menggunakan persamaan (17) didapat daya motor.

$$\begin{aligned}
 P &= 0,057 \quad \text{kW} \\
 &= 0,075 \quad \text{HP}
 \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi motor eff} = 0,75$$

$$\text{Daya Motor } P_M = 0,1 \quad \text{HP}$$



Gb. 3. Grafik Hubungan Bilangan Reynolds (N_{Re}) vs Power Number (N_p)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan teknis desain tangki pelarutan parsial yang telah dilakukan yaitu dari perhitungan teknis 3.1 sampai dengan perhitungan teknis 3.7 sebagai berikut :

Dimensi Tangki

$$\text{Volume desain } V_{\text{Desain}} = 0,190 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Diameter Shell } ID_s = 0,6 \quad \text{m}$$

$$\text{Tinggi Shell } H_s = 0,6 \quad \text{m}$$

$$\begin{array}{lll} \text{Tinggi Head} & H_{\text{Head}} & = 0,08 \quad \text{m} \\ \text{Tinggi Tangki} & H_T & = 0,81 \quad \text{m} \end{array}$$

Dari data perhitungan volume desain tangki $0,19 \text{ m}^3$ atau sekitar 50 galon, maka untuk kebutuhan proses digunakan volume tangki standar pabrikan 52 galon yang ada dipasaran atau *spesial order* bila diinginkan ukuran tangki sesuai dengan perhitungan.

Tekanan Desain

$$\begin{array}{lll} \text{Tekanan Sistem} & P_{\text{Sistem}} & = 16,785 \quad \text{Psi} \\ \text{Tekanan Desain} & P_{\text{Desain}} & = 20,1416 \quad \text{Psi} \end{array}$$

Perhitungan tekanan desain menggunakan faktor keselamatan 20% dan hasil perhitungan ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan tebal tangki. Untuk mengantisipasi terjadinya *over pressure*, maka pada tangki harus dilengkapi dengan *safety valve* sehingga tangki tetap aman.

Tebal Tangki

$$\begin{array}{lll} \text{Tebal shell} & t_{\text{Shell}} & = 0,225 \quad \text{in} \\ \text{Tebal Head} & t_{\text{Head}} & = 0,2 \quad \text{in} \end{array}$$

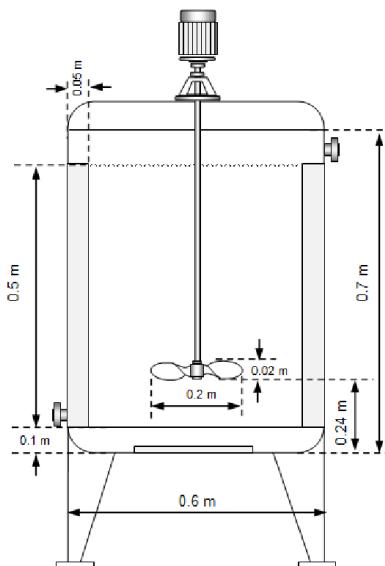
Dari data hasil perhitungan tebal tangki baik *shell* maupun *head*, maka digunakan tebal standar yaitu 0.25 in (6.35 mm)

Dimensi Pengaduk

Dimensi agitator meliputi:

| | | | | |
|--------------------------|-------|---|-------|-----|
| Diameter <i>Impeller</i> | D_i | = | 0,2 | m |
| Lebar <i>Blade</i> | W_i | = | 0,02 | m |
| Tinggi Cairan | Z_L | = | 0,74 | m |
| Tinggi <i>Impeller</i> | Z_i | = | 0,24 | m |
| Tinggi <i>Baffle</i> | Z_B | = | 0,5 | m |
| Jumlah <i>Baffle</i> | | = | 4 | |
| Lebar <i>Baffle</i> | W_B | = | 0,02 | m |
| Putaran Pengaduk | N | = | 420 | rpm |
| Daya Pengaduk | P | = | 0,075 | Hp |
| Daya Motor | P_M | = | 0,1 | Hp |

Hasil perhitungan diperoleh daya motor 0,1 Hp, dan pemilihan daya motor yang akan digunakan dalam proses pelarutan parsial harus menggunakan daya motor standar untuk pengaduk yaitu 1 Hp.



Gb. 4. Tangki Proses Pelarutan Parsial

5. KESIMPULAN.

Dari hasil pembahasan dan perhitungan didapat spesifikasi teknis tangki dan pengaduk untuk proses pelarutan parsial sebagai berikut.

Dimensi Tangki

| | | | | |
|--------------------|--------------|---|----------------------------------|----|
| Diameter Dalam | ID_{shell} | = | 0,6 | m |
| Diameter Luar | OD_{shell} | = | 0,6127 | m |
| Tinggi Tangki | H_{Tangki} | = | 0,81 | m |
| Tebal <i>Shell</i> | | = | 0,25 | in |
| Type Head | | = | <i>Flange Only Heads.</i> | |
| Tebal Head | | = | 0,25 | in |
| Tinggi Head | | = | 0,1 | m |
| Material | | = | <i>Stain Less Steel SS-316 L</i> | |

Dimensi Pengaduk

| | | | | |
|--------------------------|---------------|---|---|-----|
| Type Pengaduk | | = | <i>Marine Propeller Square Pitch 3 Bladed</i> | |
| Diameter <i>Impeller</i> | D_I | = | 0,2 | m |
| Lebar <i>Blade</i> | W_i | = | 0,02 | m |
| Tinggi Cairan | Z_L | = | 0,7 | m |
| Tinggi <i>Impeller</i> | Z_i | = | 0,24 | m |
| Tinggi <i>Baffle</i> | Z_B | = | 0,5 | m |
| Jumlah | <i>Baffle</i> | = | 4 | |
| Lebar <i>Baffle</i> | W_B | = | 0,02 | m |
| Putaran Pengaduk | N | = | 420 | rpm |
| Daya Pengaduk | P | = | 0,075 | hp |
| Daya Motor | P_M | = | 1 | hp |

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. CUTHBERT F.Z., Thorium Production Technology., Addison-Wesley Pub. Co. (1958)
- [2]. SUMARNI, dkk. , Penentuan Kondisi Pelarutan Residu Dari Hasil Pelarutan Parsial Monasit Bangka , PPGN-BATAN, Jakarta Selatan, (2012).
- [3]. LLOYD E. BROWNELL, " Process Equipment Design ", John Wiley & Sons, Inc., New York.(1959).
- [4]. DENNIS R. MOSS, " Pressure Vessel Design Manual ", Third Edition, Elsevier, Inc., New York. (2004).
- [5]. STANLEY M. WALAS, " Chemical Process Equipment ", Butterwort - Heinemann, a Division of Reed Publishing (USA) Inc. (1990).
- [6]. COULSON & RICHARDSON'S, " Chemical Engineering Design ", Volume 6, Fourth Edition, Linacre House, Jordan Hill, Oxford (2005)
- [7]. ALEC GROYSMAN, " Corrosion For Everybody ", Springer Dordrecht Heidelberg London New York (2010)