

SENTRIFUGASI UNTUK PEMISAHAN PADATAN - LARUTAN



Tedi Hudaya, ST, MEngSc.

660.04
HUD
S

BS233 R/PEK.
8.10.02.

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Juni 2000

PEMISAHAN PADATAN-LARUTAN DENGAN ALAT SENTRIFUGA BASKET-VERTIKAL

Alat sentrifuga basket-*vertikal* banyak dipakai untuk memisahkan padatan- dalam industri proses kimia (Gambar 1). Dengan melakukan penanganan : pada waktu memilih dan pada saat menjalankan alat sentrifuga pertama kali *p*), beberapa masalah yang sering timbul dalam pengoperasiannya dapat i.

Penanganan tersebut tidak hanya mengurangi masalah dalam operasi, tetapi apat mencegah kerusakan alat sentrifuga yang terlalu dini, kehilangan produk, pemeliharaan yang mahal, serta menjaga keselamatan kerja.



Gambar 1. Alat sentrifuga basket-vertikal



Berikut ini adalah beberapa spesifikasi yang perlu diperhatikan waktu i alat sentrifuga basket-*vertikal*. Juga diberikan penjelasan tentang cara-cara dan pengoperasian yang baik.

SPESIFIKASI

Jika kita tidak memberikan spesifikasi alat sentrifuga yang kita inginkan, kemungkinan besar kita tidak akan mendapatkan alat sentrifuga yang cocok.

Sentrifuga Yang Tepat

Banyak alat sentrifuga basket-*vertikal* yang menggunakan daya hidrolis bagian atas terbuka penuh. Penggunaan alat sentrifuga jenis ini memudahkan penggantian medium filter alat sentrifuga, pemindahan basket, dan pencucian in alat sentrifuga.

Biasanya alat sentrifuga dicuci melalui suatu lubang yang terdapat pada atas. Tetapi ada unit pembersihan di tempat (*cleaning in place*) yang berupa osel yang dapat dipasang pada bagian housing. Alat tersebut sangat berguna menyebabkan semprotan bahan pencuci dapat menjangkau daerah-daerah sulit, dan juga menghemat waktu pencucian.

Jika alat sentrifuga sudah dioperasikan, maka porosnya harus selalu digeser. ini dapat sangat memboroskan waktu, apalagi jika posisi alat sentrifuga ung agak tinggi. Untuk mencegah kesukaran tersebut, alat sentrifuga harus n dengan baik sehingga setelah basket dikeluarkan dari bagian atas, poros juga dikeluarkan.

Mempasukkan *Slurry*

Ada dua cara untuk mengumpangkan *slurry* ke dalam basket alat sentrifuga, dari bagian samping dan dari bagian atas. Jika pemasukan umpan dilakukan

ian samping, diperlukan pipa berbentuk huruf J yang masuk dari bagian atas sentrifuga. Dari pipa *slurry* disemprotkan dengan arah tangensial terhadap basket. Lokasi pipa dari bagian samping lebih menguntungkan karena arah pipa umpan dapat diubah.

Agar operasi berjalan baik, pemasukan umpan harus merata di sepanjang basket. Distribusi umpan dipengaruhi oleh desain pipa umpan dan *slurry* itu sendiri, oleh karena itu desain pipa harus disesuaikan dengan *slurry*-nya. Pada basket berukuran besar biasanya pipa umpan perlu dimodifikasi. Pada awalnya dipakai pipa sederhana dahulu, modifikasi baru dilakukan jika distribusi *slurry* pada saat *startup* tidak diketahui. Penempatan pipa umpan juga harus dijaga agar tidak memungkinkan kontak antara *slurry* dengan pipa pencuci.

n Operasi

Kebanyakan alat sentrifuga basket-*vertikal* hanya dapat beroperasi sampai 100-150 psi. Keterbatasan tersebut menyebabkan alat sentrifuga tidak dapat digunakan secara kontinu, terutama jika *slurry* yang dimasukkan mudah terbakar dan memerlukan penambahan gas Nitrogen.

Dengan penggunaan alat sentrifuga tenaga listrik (*variable-frequency electric* / VFDs), tekanan dapat ditingkatkan sampai tekanan di atas 5 psig. Dibandingkan dengan alat sentrifuga tenaga hidrolik, VFDs lebih bersih, gampang dirawat, dan pemeliharaan, serta tidak berisik.

Desain Pipa Keluaran

Cake yang dihasilkan dari alat sentrifuga cenderung untuk menggumpal. Oleh karena itu bagian keluaran harus mempunyai diameter yang besar. Pipa keluaran harus dibuat dengan sudut yang curam, yaitu sekitar 70°. Jika keluaran masih sangat lengket dan didaur ulang lagi, perlu dipasang pipa pembilas untuk membilas cake tersebut.

ika pipa yang dipakai berstandar ANSI 150-lb, maka semua yang ngan dengan pipa (pipa umpan, pipa *vent*, pipa pembilas, lubang bagian atas, bungan *ceaning in place*) tersebut harus mempunyai standar dan ukuran yang

egi, Material, dan Pengelasan

ika suatu *slurry* memerlukan wadah yang terbuat dari logam tahan karat, stainless steel atau campuran nikel, harus diperhitungkan pilihan konstruksi in bahan yang digunakan untuk melindunginya. Perlindungan yang tidak ia dapat menyebabkan korosi sehingga *slurry* menembus wadah dan ulkan kerusakan.

Bila kekasaran logam memerlukan perhatian (misalnya untuk mencegah nasi silang), perlu diperhitungkan penyelesaian alat sentrifuga yang an. Kekasaran logam harus diukur dalam mikro inci, karena ukuran ini yang engukur secara kuantitas.

Kain filter juga harus dirinci. Parameter kritik dalam pemilihan kain yang dalah pemilihan mesh, bahan, dan tenunannya. Dalam uji di laboratorium, menggunakan berbagai kain, corong Buchner dan sumber udara vakum dapat kkan kain mana yang dapat menghasilkan filtrat tercepat.

Di samping perincian bahan konstruksi dan kain filter, harus diperhatikan segel, dan cincin-O. Bagian-bagian tersebut harus disesuaikan dengan jenis dan pelarut yang digunakan. Dan jika pemberian pelumas pada bagian-bagian menjadi persoalan (misalnya dalam industri farmasi), maka harus ditetapkan ertentu untuk paking, segel, dan cincin-O.

Alat sentrifuga seringkali mempunyai bagian yang terbuat dari gelas sehingga dalam sentrifuga dapat dilihat dari luar. Bahan gelas dan desigannya harus an yang sesuai dengan tekanan operasi.

Jntuk memberikan pengelasan yang memuaskan, harus mengikuti syarat dari in Soc. of Mechanical Engineers (ASME). Salah satunya wadah dalam ga. Karena wadah dalam sentrifuga akan banyak menerima gaya dan tekanan, ngelasan wadah harus dix-ray 100% sesuai *ASME Boiler and Pressure Code*, Sec. VIII, Div. I, UW-51. Perputaran wadah juga harus sesuai denga 0/1986 tingkat 6,3 pada standar VDI dari Soc. of German Engineers.

Sebelum digunakan harus diadakan pengujian akhir, yang meliputi antara lain, nan dan vakum, uji operasional, uji vibrasi, suara, dan temperatur. Harus ikan juga batas maksimum tekanan, vibrasi vertikal dan horisontal, dan ebisingan.

IV PROSES

Walaupun alat sentrifuga sudah dibuat sebaik mungkin, akan sia-sia juga rosesnya tidak baik. Terutama dalam mendesain aliran umpan dan produk.

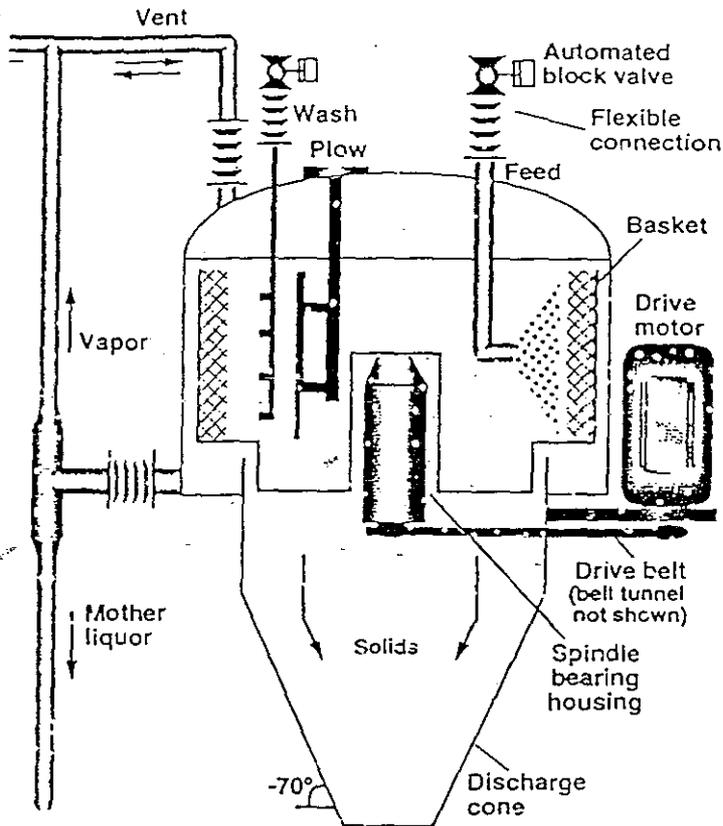
Ukuran dan Atomisasi Umpan dan Penetesan

Alat sentrifuga dapat dilihat sebagai *fan* yang besar. Ini menyebabkan si yang besar dengan akibat *slurry* dapat teratomisasi saat meninggalkan pipa Untuk mengurangi turbulensi, harus didesign supaya terjadi pengembalian

Disain yang mudah dan efektif adalah dengan penggunaan sambungan T memisahkan larutan induk dengan uap yang menuju ventilasi (Gambar 2). induk keluar dari bawah sedangkan uap menuju ke atas. Bila larutan induk ur dengan uap dan terbawa ke atas, maka larutan induk akan kembali ke lat sentrifuga dan ini harus dicegah.

Saat katup umpan sentrifuga ditutup, akan kehilangan driving force sehingga *slurry* yang masih ada dalam pipa umpan setelah katup akan menetes langsung

ng keluaran. Untuk meminimisasi efek ini, letak katup harus sedekat mungkin
alat sentrifuga. Dengan membuat aliran keluar secepatnya dengan
anakan udara atau nitrogen setelah katup ditutup juga dapat mereduksi
h tetesan. Semua aliran masuk maupun keluar alat sentrifuga harus meliputi
gan yang fleksibel. Hubungan yang fleksibel ini mengisolasi vibrasi alat
ga.



ambar 2. Disain alat sentrifuga



ahan Masalah Pengeluaran Produk

Pada sub bab ini, akan ditekankan tentang pentingnya laju akumulasi larutan (*mother liquor*), atau biasa disebut juga laju pembentukan larutan kembali (*oring rate*). Untuk mengukur laju ini dibutuhkan suatu tangki penyimpanan induk. Ukuran tangki 8 - 10 ft dan ukuran pipa 20 inci yang membutuhkan *ducer* pada setiap ujungnya. Pada tangki ini juga dipasang transmitter level mengubah level tinggi (*High Level Switch*). Dalam mengatur alat ini dibutuhkan operator pabrik, untuk mengetahui laju pembentukan larutan kembali (*oring rate*) dengan menandai kenaikan ketinggian terhadap waktu yang lainnya.

Sebuah alat sentrifuga sering mengeluarkan produknya pada *vacuum dryer* tangki untuk pembentukan *slurry* kembali atau pelarutan. Untuk menolong palaran, secara skala besar digunakan pagar pisau atau katup kupu-kupu (*fly valve*) dengan dudukan yang dapat naik turun. Alat ini banyak dipakai harganya yang relatif murah dan digunakan dengan ukuran besar. Pengeluaran *vacuum dryer* membutuhkan katup antara sentrifuga dan pengering, untuk mengunci alat sentrifuga dari perbedaan tekanan antara pengering dan alat pengering.

Pengeluaran pada tangki tidak membutuhkan pemakaian katup karena tangki mempunyai tekanan yang sama dengan sentrifuga. Pada beberapa kasus diperlukan pengeluaran jika *slurry* masuk dalam tangki kerucut pengeluaran produk. Tangki tersebut harus dapat dipisahkan pada tangki lain melalui pipa aliran yang dipasang di atas katup pengeluaran.

Dalam pengoperasian sentrifuga ini dibutuhkan suatu pipa penghubung yang kecil untuk mengeluarkan produk padatan, jika hubungan ini menggunakan pipa gunakanlah pipa *stainless steel*, hal ini dimaksudkan untuk menghindari korosi atau pengembangan ukuran pipa dan gunakanlah diameter yang besar. Untuk mencegah produk mengendap pada belokan, dapat digunakan *top-flanged*.

afluoroedhylene (PTFE) nozzle liner. Alternatif lain yang lebih mahal adalah *bore flexible hose line with PTFE* atau FEP (Fluorinated Ethylene-Propylene)

Alat apapun yang digunakan faktor yang terpenting ialah alat tersebut berjalan baik dan kapasitasnya memadai.

mentasi dan Sarana Penunjang

Alat-alat dibawah ini sangat dianjurkan dalam instrumentasi:

pendeteksi adanya *cake (cake detector)*

indah dengan tenaga getar (*vibration transmitter*) baik yang horisontal
oun vertikal

atur tekanan pada jalur *vent*

ikator dengan posisi yang dapat turun-naik (*digital indicator*)

ikasi dari kecepatan alat sentrifuga, dan

analisa oksigen, jika uap yang dihasilkan mudah terbakar

Perlu diperhatikan juga penyiapan sistem alarm dan peralatan otomatis,
tik keamanan pada saat pengisian produk. Hal-hal yang perlu diperhatikan
pengisian produk ialah:

k membiarkan keranjang alat sentrifuga bergerak jika pintu bawah atau atas
ika

k membiarkan pintu atas atau bawah terbuka jika keranjang sentrifuga sedang
tar atau mengandung tekanan didalamnya. Untuk menghindari hal ini
nakan penguncian otomatis

k membiarkan gerakan naik-turun jika alat sentrifuga dalam kecepatan tinggi
ubahan otomatis pada kecepatan rendah yang aman jika getarannya berubah
jadi besar atau diluar kontrol

Salah satu hal yang terpenting juga adalah pemasangan tombol penghentian
at gawat darurat (*emergency stop*). Penggunaan tombol ini sangat penting jika



mendeteksi keadaan diluar kontrol. Lantai tempat alat sentrifuga
juga merupakan hal yang penting. Lantai harus merupakan permukaan
datar, tidak boleh bergelombang-gelombang. Lantai penting untuk menjaga
keamanan sentrifuga. Lantai ini juga harus kuat menerima beban dan getaran
sentrifuga untuk mencegah segala kemungkinan yang terjadi.

- Operasi Awal

Operasi awal dalam menggunakan alat sentrifuga ini terbagi dalam tiga tahap:

1. pra *startup* (tahap sebelum operasi awal)

2. pengaliran air atau pelarut lain

3. pengumpanan produk

Inspeksi dan pemeriksaan alat dilakukan pada tahap pra *startup*. Sentrifuga harus dalam
keadaan yang terkendali. Untuk memeriksa kecepatan dan untuk memastikan
keamanan-tahanan dan bagian-bagian yang berhubungan tidak rusak digunakan
kontrol. Pastikan bahwa tenaga getarnya minimal, juga periksa semua tombol
dan bagian pengisian, bagian pemrograman, dan sistem alarm. Pastikan bahwa
alat-alat tersebut masih baik dan di kalibrasi dengan baik.

Periksa juga alat pengeruk. Pastikan sudah terpasang pada keranjang
putar dan tidak terbentur dengan bagian dinding alat sentrifuga. Juga pastikan
alat pengeruk terikat kuat, sehingga tidak mudah jatuh dan terkena bagian-bagian
dalam sentrifuga sedang diputar. Adanya mur dalam alat sentrifuga misalnya
mur pengikat baling-pengeruk harus diperiksa ulang untuk mencegah mur tersebut
lepas dan jatuh dalam produk. Untuk mencegah hal ini digunakan sistem *double*
penggunaan mur kedua yang membuat mur pertama tidak lepas.

Tempat dan pipa pencuci harus diperhatikan juga. Khususnya penempatan
tempat dan pipa pengeluaran harus diatur sekitar 60° dari jari-jari keranjang
putar dan berakhir diatas keranjang bawah penampung produk.

encuci harus tegak lurus dengan keranjang sentrifuga agar dicapai suatu tahanan yang tepat dimana air pencuci dapat mencuci *cake*.

Pengaliran air atau pelarut lain bertujuan untuk memastikan agar semua bagian alat bekerja bersama-sama, tangki umpan *slurry*, sentrifuga, tangki air, tangki pengumpul larutan induk, tangki penerima produk *cake*, dan pompa di tiap tangki. Pengeluaran air ini juga menolong membersihkan penguapan dan perpipaan.

Setelah semua dibersihkan pasanglah kain penyaring. Selama tahap ini atur kecepatan pengeruk pada saat berhenti untuk memastikan tidak beradu dengan kain penyaring.

Penyelesaian

Ternyata beberapa masalah dapat dengan mudah diumpangkan pada awal proses yang dapat mengurangi masalah yang timbul. Pada dasarnya variabel-variabel kontrol alat sentrifuga hampir pasti memerlukan beberapa alat pengatur.

Masalah yang paling sering pada *startup* adalah tingginya vibrasi dan ketidakseimbangan kondisi. Kedua istilah tersebut hampir sama meskipun tingginya sangat berhubungan dengan amplitudo yang rendah, frekuensi yang tinggi, ketidakseimbangan dengan lawannya, di dalam beberapa permasalahan tersebut merusak sistem suspensi alat sentrifugal dan bantalan poros dan juga dapat mengakibatkan longgarnya mur dan baut. Permasalahan vibrasi dan ketidakseimbangan ini menyebabkan lembahnya distribusi produk pada lintasan basket. Distribusi ini disebabkan oleh laju umpan *slurry*, laju pencairan, posisi pipa pengumpan, posisi produk, dan perbedaan desitas antara padatan dan cairan. Untuk perbedaan desitas biasanya sudah diatur secara langsung oleh proses. Sedangkan parameter lain dapat dibahas lebih lanjut sebagai berikut :

busi umpan

Lemahnya distribusi umpan pada basket dapat terjadi apabila rancangan pipa umpan tidak sesuai dengan karakteristik dari *slurry*. Ketidaksesuaian ini sering terdapat pada alat - alat sentrifuga yang berukuran besar. Alat tersebut memiliki diameter sekitar 40 inci, basket yang lebih tinggi, dan daerah yang lebih besar. *Slurry* dapat tersebar / terdistribusi dengan sendirinya, dan oleh karena itu diperlukan perubahan yang lebih besar untuk distribusi yang lebih lemah.

Dalam beberapa *startup*, pipa standar J dengan satu lubang tidak mencukupi untuk distribusi, oleh karena itu dibutuhkan suatu modifikasi. Seperti contohnya penambahan satu atau beberapa *spray nozzle*



umpan *slurry*

Seharusnya laju umpan hanya sedikit lebih tinggi dari laju pencairan. Jika laju lebih tinggi maka ketinggian cairan akan mulai bertambah dan membentuk *wall* ketika laju umpan dihentikan maka dinding akan menerima karakter yang ombak dan hasil yang tidak merata dalam massa dari *slurry* dapat bahkan membuat alat sentrifuga menyimpang jauh dari keadaan setimbang. Untuk mengurangi efek dari *water-wall*, pertama - tama mencoba mengurangi laju umpan. Kedua adalah meningkatkan laju pencairan atau mencari jalan untuk memperoleh distribusi yang baik pada laju alir umpan yang rendah.

Permasalahan lain yang ada dalam laju alir pengumpanan adalah *back flow* yang dipengaruhi oleh kemurnian dari padatan produk, kombinasi nya pencairan dengan terlalu tingginya laju umpan, dan terlalu curamnya pengumpanan.

pencairan kembali (*deliquoring*)

Terlalu lambatnya laju pencairan kembali biasanya menyebabkan dua hal :
1. adalah kehalusan dari partikel padatan produk, terutama jika pengadangan menggunakan kain filter. Kedua adalah kekasaran dari *hell* (lapisan sisa dari padatan yang tertinggal berbatasan dengan basket setelah *plow* memindahkan *bulk* padatan).

Jika kekasaran partikel menjadi permasalahan maka ada tiga solusi yang dapat diambil. Pertama menyelidiki apakah endapan proses dapat diubah untuk menghasilkan partikel yang lebih besar. Kedua mengganti kain penyaring dengan kain yang memiliki rongga yang lebih besar. Ketiga adalah meningkatkan laju umpan.

DAFTAR PUSTAKA

emical Engineering, June, 1997.