

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Filtrasi (Penyaringan)

Filtrasi (penyaringan) adalah proses pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida tersebut melalui suatu medium penyaring atau septum (*septum*), dimana zat padat itu tertahan. Istilah medium penyaring dapat dikatakan juga sebagai medium berpori (*filter cloth*). Dalam operasi filtrasi, partikel-partikel padatan tersuspensi dalam cairan atau gas dihilangkan secara fisika atau mekanis dengan cara melewatkannya melalui medium penyaringan tersebut. Di dalam campuran zat cair, partikel-partikel padat tersuspensi dapat berupa partikel yang sangat halus (beberapa μm), partikel tegar (*rigid*) atau plastis, berbentuk bulat atau beragam dan partikel agregat atau individual (*diskrit*).

Filter medium (medium penyaring) adalah bahan padat berpori yang berfungsi menahan partikel-partikel padatan berukuran lebih besar dan meloloskan partikel padat berukuran lebih kecil dari diameter porinya bersama-sama dengan cairan. Beberapa filter medium yang sering digunakan antara lain seperti nilon, *dacron cloth*, kawat baja (*steel mesh*) gulungan baja tahan karat berbentuk koil, kain kasa dan lain-lain.

Dalam industri, filtrasi ini meliputi beragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit. Fluidanya mungkin berupa zat cair atau gas, arus yang berharga mungkin fluidanya, tetapi bisa pula zat padatnya, atau bahkan kedua-duanya. Terkadang tidak ada diantara keduanya yang berharga, seperti limbah padat yang harus dipisahkan dari limbah cair sebelum dibuang. Dalam filtrasi industri, kandungan zat padat dapat mencapai jumlah yang sangat tinggi. Kadang-kadang umpan itu dimodifikasi dengan sesuatu cara perlakuan pendahuluan untuk meningkatkan laju filtrasi, misalnya dengan pemanasan, rekristalisasi, atau dengan menambahkan bahan penolong filtrasi (*filter aid*), seperti selulosa, kapur giling, atau tanah diatomea. Selain dapat membantu melancarkan proses penyaringan atau meningkatkan laju filtrasi, *filter aid* juga dapat dapat mempertinggi umur (*life time*) medium filter dan menghilangkan zat warna dan bau yang terdapat dalam cairan.

Fluida mengalir melalui medium filter oleh karena adanya perbedaan tekanan yang melintas pada medium itu. Oleh karena itu, ada filter yang beroperasi pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer di sebelah hulu medium filter, dan ada yang beroperasi dengan tekanan atmosfer di sebelah hulu dan vakum di sebelah hilir. Tekanan di atas tekanan atmosfer dapat disebabkan oleh gaya gravitasi yang bekerja pada suatu kolom zat cair, oleh pompa atau blower, atau oleh gaya sentrifugal.

Kebanyakan filter industri adalah filter tekanan atau filter vakum. Alat itu ada yang kontiniu dan ada pula yang tidak kontiniu, bergantung pada cara mengeluarkan zat padatnya, stedi atau terputus-putus. Pada filter tak kontiniu, aliran zat cair yang melalui piranti itu adalah kontiniu pada sebagian besar siklusnya, tetapi aliran itu harus diputus-putuskan secara periodic guna memungkinkan zat padat yang terkumpul itu dikeluarkan. Dalam filter kontiniu, pengeluaran zat padat maupun zat cair berlangsung secara kontiniu tanpa terputus selama alat itu beroperasi.

2.2. Jenis-Jenis Filter

Filter dapat dikelompokkan menjadi dua golongan : yang pertama adalah filter klarifikasi (*clarifying filter*) dan filter ampas (*cake filter*).¹

1. Filter klarifikasi

Filter ini dikenal juga sebagai filter hamparan tebal (*deep bed filter*), karena partikel-partikel zat padat diperangkap di dalam medium filter dan biasanya tidak ada lapisan zat padat yang terlihat dari permukaan medium. Filter ini biasanya digunakan untuk memisahkan zat padat yang kuantitasnya kecil dan menghasilkan gas yang bersih atau zat cair yang bening, seperti minuman. Klarifikasi berbeda dengan penapisan karena pori medium filter ini jauh lebih besar dari diameter partikel harus dipisahkan. partikel-partikel itu ditangkap oleh gaya-gaya permukaan dan dibuat tidak bisa bergerak di dalam saluran aliran, (seperti yang terlihat pada Gambar 2.1a) dan walaupun mengakibatkan diameter efektif saluran itu menjadi lebih kecil, namun biasanya tidak sampai menyebabkan saluran itu buntu.

¹ McCabe W.L., Smith J.C., and Harriot P, “*Operasi Teknik Kimia*”, Edisi keempat, Jilid II, Erlangga, Jakarta, 1990, Hal : 394

2. Filter Ampas (*Cake Filter*)

Filter ampas digunakan untuk memisahkan zat padat yang kuantitasnya besar dalam bentuk ampas atau kristal ataupun Lumpur. Biasanya filter ini diperlengkapi untuk pencucian zat padat dan untuk mengeluarkan sebanyak-banyaknya sisa zat cair dari zat padat itu sebelum zat padat itu dikeluarkan dari filter. Medium filter pada filter ini relatif lebih tipis dibandingkan dengan yang digunakan dalam medium filter klarifikasi (seperti terlihat pada Gambar 2.1b). Pada awal filtrasi sebagian partikel padat masuk ke dalam pori medium dan tidak dapat bergerak lagi, tetapi segera setelah itu bahan itu terkumpul pada permukaan septum. Setelah periode pendahuluan yang berlangsung beberapa saat itu, zat padat itulah yang melakukan filtrasi, bukan septum lagi. Ampas itu terlihat mengumpul sampai ketebalan tertentu pada permukaan itu dan harus sewaktu-waktu dikeluarkan.

Gambar 2.1. (a) Filter Klarifikasi ; (b) Filter Kempa

Filter Kempa ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok, yaitu filter tekanan dan filter vakum. Filter tekanan dapat memberikan perbedaan tekanan yang cukup besar melintas septum sehingga menghasilkan filtrasi yang cukup cepat dengan zat cair viskos atau zat padat halus. Filter tekanan yang lazim adalah :

a. Filter Kempa (*filter press*)

Filter ini terdiri dari seperangkat lempengan (*plate*) yang dirancang untuk memberikan sederetan ruang atau kompartemen dimana zat padat itu akan mengumpul. Lempengan itu ditutup dengan medium filter, seperti kanvas. Bubur umpan masuk ke dalam masing-masing komponen itu dengan tekanan. Cairannya lewat melalui kanvas dan keluar melalui pipa pengeluar, dan meninggalkan ampas (zat padat) basah di dalam ruang itu. Lempengan tersebut ada yang berbentuk bujur sangkar atau lingkaran, dan ada yang vertikal atau horizontal.

b. Filter selongsong-dan-daun (*sheel and leaf filter*)

Untuk penyaringan pada tekanan yang lebih tinggi daripada filter di dalam filter plat-dan-bingkai, serta untuk menghemat tenaga manusia, atau bila pencucian ampas itu harus lebih efektif, kita dapat menggunakan filter selongsong-dan-daun (*sheel and leaf filter*). Dalam model tangki horizontal (seperti pada Gambar 2.2), seperangkat daun disusun pada suatu rak yang dapat ditarik keluar. Pada waktu operasi, daun-daun itu terletak di dalam selongsong yang tertutup. Umpan masuk melalui sisi tangkai, sedangkan filtrat lewat melalui daun dan keluar melalui sistem pipa pembuangan.

Gambar 2.2. Filter Selongsong-dan-Daun (*Sheel-and-Leaf Filter*)

c. Filter plat-dan-bingkai (*plate-and-frame filter*)²

Filter ini terdiri dari plat dan bingkai yang terpasang dengan suatu medium filter di atas sisi masing-masing plat itu. Plat tersebut mempunyai saluran yang memotong plat tersebut sehingga filtrate cairan yang bersih dapat mengalir ke bawah pada masing-masing plat tersebut. Slurry dipompakan ke dalam penekan dan mengalir melalui saluran pipa ke dalam bingkai yang terbuka sehingga slurry tersebut mengisi bingkai itu. Aliran filtrate mengalir melalui medium filter dan partikel padat membentuk sebagai cake di bagian atas sisi bingkai kain itu. Filtrat mengalir antara medium filter dan muka plat melalui saluran keluar. Proses filtrasi berlangsung sampai bingkai tersebut diisi sepenuhnya dengan

² Geankoplis, C.J., “**Transport Process and Unit Operations**”, Second Edition, Allyn and Bacon Inc., 1987, Hal : 746.

partikel padat. Ketika bingkai itu telah diisi sampai penuh, maka bingkai dan plat tersebut terpisah dan cake tersebut dibuang. Kemudian filter atau saringan itu dipasang kembali dan proses filtrasi diulangi lagi.

Gambar 2.3 Filter plat-dan-bingkai (*plate-and-frame filter*)

Ada beberapa jenis-jenis yang lain dari filtrasi, yang antara lain adalah :³

1. Filter putar-kontiniu (*Continuous rotary filter*)

Kerugian pada filter plat-dan-bingkai umumnya pada semua proses batch dan tidak bisa digunakan untuk proses yang berkapasitas besar. Ada beberapa bentuk filter kontiniu ada tersedia, antara lain :

a. Continuous rotary vacuum-drum filter

Filter ini ditunjukkan pada Gambar 2.4. Penyaringan, pencucian, dan melepaskan cake merupakan suatu proses yang kontiniu. Sebuah drum ditutupi dengan suatu medium filter yang cocok. Drum tersebut berputar dan sebuah katup otomatis yang terdapat di tengah-tengah drum itu beroperasi untuk mengaktifkan proses penyaringan, pengeringan, pencucian, dan melepaskan cake yang ada di dalam siklus itu. Filtrat meninggalkan melalui poros sumbu filter (saringan) itu.

Katup yang otomatis itu menyediakan saluran terpisah untuk filtrat dan mencuci cairan. Perbedaan tekanan maksimum untuk vakum filter hanya 1 atm. Jika drum tersebut terisi dalam sebuah sel, maka tekanan 1 atm tersebut dapat dipakai. Pada saat ini, proses dengan kapasitas yang besar menggunakan filter kontiniu (*continuous filter*).

³ Geankoplis, C.J., “**Transport Process and Unit Operations**”, Second Edition, Allyn and Bacon Inc., 1987, Hal : 746.

Keuntungan yang penting adalah saringannya kontiniu dan otomatis dan biaya tenaga kerja secara relatif rendah. Walaupun, memerlukan biaya modal yang relatif tinggi.

b. *Continuous rotary disk filter*

Filter ini terdiri dari cakram sepusat vertikal yang menjulang pada batang pemutar horizontal. Prinsip operasi dari filter ini sama dengan prinsip operasi *rotary vacuum-drum filter*. Tiap-tiap cakram berongga dan dilapisi dengan kain penyaring (medium filter) dan masuk ke dalam lumpur (*slurry*). Cake yang terbentuk dicuci, dikeringkan, ketika cakram tersebut lebih tinggi separuh dari putarannya. Proses pencucian lebih sedikit efisiensinya dibandingkan dengan tipe drum berputar (*rotating drum type*).

c. *Continuous rotary horizontal filter*

Filter ini merupakan sebuah filter vakum dengan permukaan filter gelang yang berputar yang terbagi kepada beberapa sektor. Sebagai filter horizontal yang berputar, filter ini secara berturut-turut menerima lumpur (*slurry*), dicuci, dikeringkan. Efisiensi pencucian lebih bagus dibandingkan dengan filter cakram berputar (*rotary disk filter*). Filter secara luas digunakan dalam ekstraksi biji-bijian, pencucian pulp, dan proses yang berkapasitas besar lainnya.

Gambar 2.4 Filter putar-kontiniu (*Continuous rotary filter*)

2.3. Medium Filter

Suatu medium filter (septum) pada setiap filter harus memenuhi syarat-syarat, yaitu sebagai berikut :

1. Harus dapat menahan zagt padat yang akan disaring, dan menghasilkan filtrat yang cukup jernih.

2. Tidak mudah tersumbat.
3. Harus tahan secara kimia dan kuat secara fisik dalam kondisi proses.
4. harus memungkinkan penumpukan ampas, dan pengeluaran ampas secara total dan bersih.
5. tidak boleh terlalu mahal.

Dalam filtrasi industri medium filter yang banyak digunakan ialah kain kanvas, baik yang dengan anyaman kepar atau yang lain. Dalam hal ini terdapat kanvas dengan berbagai bobot dan anyaman, masing-masing untuk penggunaan tertentu. Untuk zat cair yang bersifat korosif digunakan medium filter yang lain, seperti kain wol, tenunan logam monel atau baja tahan karat, tenunan gelas atau, kertas. Kain sintetis seperti nilon, polipropilena, Saran dan Dacron juga sangat tahan secara kimia.

2.4. Bahan Penolong Filtrasi

Zat padat yang berlanyau (*slimy*) atau yang sangat halus, dapat membentuk ampas yang rapat dan impermeabel (tak-tembus fluida), yang dapat menyumbat medium filtrasi. Untuk itu dilakukan penambahan bahan penolong filtrasi (*filter aid*), seperti tanah diatom, silica, perlit, selulosa kayu yang dimurnikan, atau bahan-bahan padat yang lain yang tidak bereaksi. Penambahan itu dilakukan terhadap bubur umpan sebelum difiltrasi. Penambahan bahan pebolong filtrasi ini (*filter aid*) dapat membantu memperlancar proses filtrasi serta mempertinggi umur dari medium filter dan dapat menghilangkan zaat warna dan bau yang terdapat dalam cairan.

Cara lain dalam penggunaan bahan penolong filtrasi adalah dengan cara membuat lapisan pendahuluan, yaitu mengendapkan suatu lapisan bahanpenolong filtrasi itu terlebih dahulu di atas medium filter sebelum melakukan filtrasi. Penggunaan lapisan pendahuluan ini biasanya dapat mencegah pembuntuan medium filter dan menghasilkan filtrat yang jernih.