

PROSES PEMISAHAN LANJUT

Oleh

**Erna Yuliwati , Muhammad Faizal dan Sri
Martini**

**PASCASAJANA MAGISTER TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
PALEMBANG**

2022

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum wa Rahmatullah wa Barakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya atas selesainya pembuatan buku “Proses Pemisahan Lanjut”. Shalawat serta salam pada Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang selalu menjadi panutan umat hingga akhir zaman. Buku ini memberikan materi dasar teknologi membran yang diperlukan untuk mengelola air limbah dan menjadi salah satu literatur pada mata kuliah Teknologi Membran pada Jurusan/Program Studi teknik Kimia. Buku ini sebagai bacaan bagi para peneliti pemula yang ingin mengetahui tentang teori dasar mengenai teknologi membran, jenis dan klasifikasi membran, material dan struktur membran, karakterisasi dan proses pembuatan serat aplikasi membran. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang khusus disampaikan kepada Prof. Datuk Ahmad Fauzi Ismail, PhD., FASc.,Ceng., FICHEME sebagai guru dan inspirator untuk menulis

dan menyelesaikan buku ini, Dr Sri Rahayu, S.E., M>M selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Palembang, Dr. Ir Elfidiah , M.T. selaku Ketua Program Studi, demikian juga untuk kawan kawan dosen dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian buku ini. Semoga amalnya diterima Allah sebagai amal jariyah dan buku ini dapat bermanfaat. Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan buku ini, untuk itu kritik dan saran untuk penyempurnaannya sangat diharapkan.

Wassalamualaikum wa Rahmatullah wa Barakatuh

Palembang 12 Desember 20212

Penulis
Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D, IPM
Dr Ir Faizal, DEA
Sri Martini, S.T., M.T., Ph.D

BAB 1

DISTILASI

Kelayakan dan keandalan penyediaan kuantitas dan kualitas air yang memadai untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dibatasi oleh faktor geografis, hidrologi, ekonomi, dan sosial. Proyeksi pertumbuhan populasi global yang belum pernah terjadi sebelumnya, khususnya di daerah perkotaan, telah memicu kekhawatiran tentang ketersediaan air di lingkungan yang semakin kompleks lingkungan, ekonomi, dan sosial. Untuk mengatasi dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari pengembangan sumber daya air dan menghindari prospek kelangkaan air yang tidak menyenangkan, ada kebutuhan kritis untuk menguji kembali sistem sumber daya air. Masalah sumber daya air setempat dapat memberikan motivasi yang cukup untuk mendaur ulang sendiri. Kelangkaan air dapat dinilai hanya melalui rasio total abstraksi air tawar dari sumber daya total, dan dapat digunakan untuk menunjukkan ketersediaan air dan tekanan pada sumber daya air. Stres air terjadi ketika permintaan air melebihi jumlah ketersediaan ketika kualitas yang

buruk membatasi penggunaannya. Ini memberikan indikasi bagaimana total permintaan air memberi tekanan pada sumber daya air.

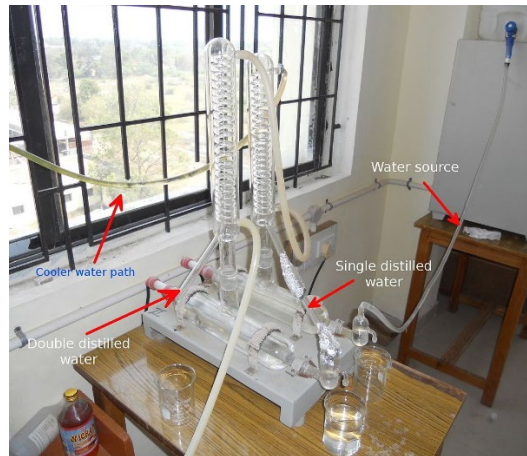
Selain itu, paradigma yang muncul dari pengelolaan sumber daya air berkelanjutan menekankan solusi sistem menyeluruh untuk dapat diandalkan dan secara adil memenuhi kebutuhan air generasi sekarang dan mendatang. Memahami konsep pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan sebagai dasar dari reklamasi air adalah sangat penting. Prinsip keberlanjutan didefinisikan sebagai 'Kemanusiaan memiliki kemampuan untuk membuat pembangunan berkelanjutan untuk memastikan bahwa ia memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri'[1]. Oleh karena itu, tujuan pengembangan dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan adalah untuk memenuhi kebutuhan air yang dapat diandalkan dan adil untuk generasi saat ini dan masa depan dengan merancang sistem yang terintegrasi dan dapat beradaptasi, mengoptimalkan efisiensi penggunaan air, dan melakukan upaya berkelanjutan terhadap pelestarian dan pemulihan

ekosistem alami. Transisi menuju masyarakat yang berkelanjutan menimbulkan sejumlah tantangan teknologi dan sosial. Inovasi teknologi dapat membantu meningkatkan pertimbangan untuk keberlanjutan yang harus mencakup penggunaan energi dan sumber daya serta pencemaran lingkungan [2]. Reklamasi air adalah proses dimana air limbah dari rumah dan bisnis dibersihkan menggunakan perawatan biologi dan kimia sehingga air dapat dikembalikan ke lingkungan dengan aman untuk menambah sistem alam. Faktor-faktor yang harus dimasukkan dalam keputusan pada proses reklamasi air limbah termasuk penghapusan kontaminan, kualitas sumber air, keandalan, kondisi yang ada, fleksibilitas proses, kemampuan utilitas, biaya, kompatibilitas lingkungan, kualitas air limbah sistem distribusi, dan masalah skala proses. Berdasarkan faktor-faktor ini, kemajuan perkembangan teknologi pada reklamasi air limbah dilihat oleh teknologi membran yang memiliki potensi luar biasa yang dihasilkan dari kemampuan universal dan biaya kompetitif.

1.1 Konsep Dasar Distilasi

Distilasi adalah suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan tingkat volalitas (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu. Destilasi merupakan proses fisika dan tidak terjadi adanya reaksi kimia selama proses berlangsung. Dasar utama pemisahan dengan cara destilasi adalah perbedaan titik didih cairan pada tekanan tertentu. Proses destilasi biasanya melibatkan suatu penguapan campuran dan diikuti dengan proses pendinginan dan pengembunan. Aplikasi destilasi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu skala laboratorium dan skala industri. Perbedaan utama destilasi skala laboratorium dan industri adalah sistem ketersinambungan. Pada skala laboratorium, destilasi dilakukan sekali jalan. Dalam artian pada destilasi skala laboratorium, komposisi campuran dipisahkan menjadi komponen fraksi yang diurutkan berdasarkan volatilitas, dimana zat yang paling volatil akan dipisahkan terlebih dahulu. Dengan demikian, zat yang paling tidak volatile akan tersisa pada bagian paling bawah (Gambar 1.1). Proses ini dapat diulangi ketika

campuran ditambahkan dan memulai proses distilasi dari awal.



Gambar 1.1 Sistem Distilasi skala Lab

Pada distilasi skala industri, senyawa asli (campuran), uap, dan destilat tetap dalam komposisi konstan. Fraksi yang diinginkan akan dipisahkan dari sistem secara hati-hati, dan ketika bahan awal habis maka akan ditambahkan lagi tanpa menghentikan proses destilasi. Distilasi mempunyai peranan yang sangat banyak dalam kehidupan manusia. Destilasi adalah kunci utama dalam pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi. Minyak bumi dipisahkan menjadi fraksi-fraksi tertentu didasarkan pada perbedaan titik didih. Alkohol yang

terbentuk dari proses fermentasi juga dimurnikan dengan cara destilasi. Minyak-minyak atsiri alami yang mudah menguap dapat dipisahkan melalui destilasi. Banyak sekali minyak atsiri alami yang dapat diperoleh dengan cara destilasi, yakni minyak serai, minyak jahe, minyak cengkeh. Minyak kayu putih juga didapatkan dengan cara destilasi [1]

Destilasi ada beberapa macam, yaitu:

1. Destilasi sederhana

Teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Peralatan distilasi skala laboratorium pada distilasi sederhana, dasar pemisahannya adalah perbedaan titik didih yang jauh atau dengan salah satu komponen bersifat volatile [2]. Jika campuran dipanaskan maka komponen yang titik didihnya lebih rendah akan menguap lebih dulu [3]. Selain perbedaan titik didih, juga perbedaan kevolatilan, yaitu kecenderungan sebuah substansi untuk menjadi gas [2,4] Distilasi ini dilakukan pada tekanan atmosfer [5] Aplikasi distilasi sederhana digunakan untuk memisahkan campuran air dan alkohol [1,4]

bahan organik dalam volume air tertentu selama periode inkubasi lima hari pada suhu 68oF (20oC). Oksigen terlarut (DO) biasanya dibagi menjadi biodegradable dan non biodegradable (organik menolak degradasi biologis).

- Anorganik

Kontaminan anorganik sering dihilangkan dengan metode pengendalian korosi atau dengan teknik penghilangan. Teknologi penghilangan digunakan untuk mengobati sumber air yang tercemar termasuk koagulasi / filtrasi, reverse osmosis (RO), dan pertukaran ion.

- Nutrisi

Nutrisi yang paling memprihatinkan dalam pasokan air adalah nitrogen dan fosfor. Nutrisi lainnya termasuk karbon, sulfur, kalsium, besi, kalium, mangan, kobalt, dan boron. Nitrogen memasuki air dari limpasan dari feedlots hewan, limpasan pupuk, pembuangan air limbah kota, dan dari bakteri tertentu dan ganggang biru-hijau yang langsung memperoleh nitrogen atmosfer.

7.pH

pH (konsentrasi ion hidrogen) menunjukkan intensitas keasaman atau alkalinitas dalam air, dan mempengaruhi reaksi biologi dan kimia. Keseimbangan kimia air (hubungan kesetimbangan) sangat dipengaruhi oleh pH.

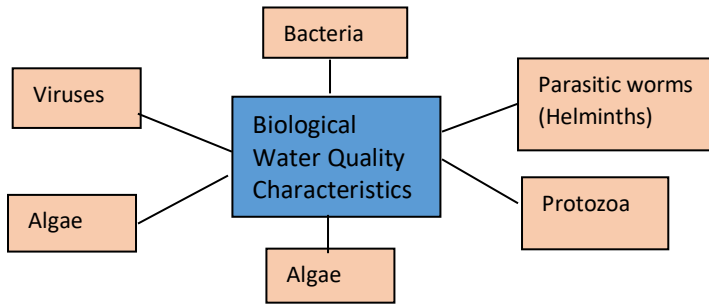
8. Klorida

Klorida (konstituen anorganik utama dalam air) umumnya tidak menimbulkan efek berbahaya bagi kesehatan masyarakat, meskipun konsentrasi yang cukup tinggi dapat menyebabkan rasa asin yang tidak menyenangkan. Klorida terjadi secara alami di air tanah, sungai, dan danau.

• Karakteristik Kualitas Air Limbah Biologis

Ada atau tidaknya organisme hidup di air adalah indikator yang sangat berguna untuk kualitas air. Ribuan spesies biologis menghabiskan sebagian, jika tidak semua, dari siklus mereka dalam air. Semua anggota komunitas biologis dapat memberikan

parameter kualitas air, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Karakteristik kualitas biologi air
Sebagian besar mikroba yang terbawa air bermanfaat, terutama sebagai pengurai rantai makanan. Hanya beberapa spesies mikroorganisme yang menyebabkan penyakit pada manusia atau kerusakan lingkungan: patogen adalah organisme yang mampu menginfeksi atau menularkan penyakit kepada manusia dan hewan. Adanya atau tidak adanya patogen dalam air adalah yang paling penting. Patogen termasuk spesies bakteri, virus, dan protozoa, meskipun tidak secara alami terjadi di lingkungan perairan, patogen dapat ditularkan oleh sistem air alami.

reverse osmosis dapat menyelesaikan masalah air umpan kompleks untuk air produk yang memiliki karakteristik ekstrim.

Industri Pulp and Paper		
	Pengolahan limbah cair	MF, UF
	Pemisahan serat dan bahan kimia	MF, UF
Industri CPO		
	Pengolahan limbah cair	MF, UF
Industri tekstil		
	Pengolahan limbah tekstil (dye)	MF, UF

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa proses membran dengan gaya dorong tekanan (MF, UF, NF, RO) mendominasi aplikasi industri membran dibandingkan dengan proses membran berbasis gaya dorong lainnya. Di Amerika Serikat dan Uni Eropa penggunaan teknologi membran sudah sangat terkenal dan biasa digunakan di industri, misalkan industri susu (dairy), keju dan juga di industri minuman. Aplikasi membran yang sangat banyak digunakan adalah untuk proses filtrasi air baik mkeperluan air minum maupun air untuk keperluan hidup bahkan air demineralisasi. Proses ini sudah dibuktikan bahwa teknologi membran

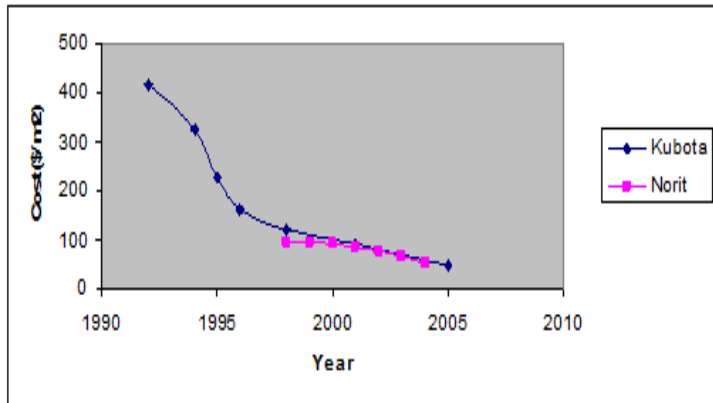
mampu menghasilkan efluen yang memiliki kualitas yang tinggi.

Aplikasi lainnya yaitu sistem elektrodeionisasi (EDI), dimana merupakan proses deionisasi yang kontinyu tanpa bahan kimia yang memiliki prinsip dasar sama seperti mixed-bed ion-exchange. Unit EDI yang komersial terdiri atas EDI untuk kebutuhan industri yang dipalिकासikan untuk menghasilkan air dengan kemurnian tinggi yang dibutuhkan industri farmasi, semikonduktor, pembangkit energi dan optik, serta pemrosesan pati dan bioteknologi.

10.3 Analisis biaya investasi

Pilihan peralatan, proses, dan keahlian dalam teknologi membran yang semakin handal dan lebih besar tersedia secara komersial untuk berbagai aplikasi, mengurangi biaya unit hingga 30 kali lipat sejak tahun 1990. Sebagai studi kasus, biaya Kubota dan Norit F-flow membranes, sebagai ditunjukkan pada Gambar 5.1 tampaknya telah menurun secara eksponensial selama 10-15 tahun terakhir [36]. Pengurangan biaya di masa depan diperkirakan akan timbul dari perbaikan teknis

yang berkelanjutan dan skala ekonomi yang berasal dari permintaan yang meningkat untuk produksi membran.



Gambar 10.1 Rincian biaya membran mikrofiltrasi (Kubota dan Norit X-Flow)

10.4 Rangkuman

Pada umumnya membran anorganik dihasilkan dengan cara slip coating dan sintering, membran ini dianggap sebagai struktur membran masa kini dan telah banyak digunakan untuk proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Perkembangan terkini yang menarik adalah pembuatan membran zeolit, titanium dioksida yang memiliki sifat kristal yang unik seperti molecular sieving, penukar ion, adsorpsi selektif, dan katalisis.

Membran jenis ini memiliki aplikasi yang luas seperti penggunaan untuk pemisahan gas dan uap, reaktor membran dan sensor kimia. Namun aplikasinya di industri masih cukup mahal sehingga terbatas karena bahan yang digunakan adalah logam. Beberapa penelitian terus berlanjut dengan menggunakan membran keramik nanoporous dengan struktur pori yang baik yang dibuat dengan templated-assisted, self-assembling method. Lebih lanjut sudah ada penelitian yang meningkat pada penghantar proton yang digunakan pada industri yang menggunakan temperatur tinggi seperti pada industri reaktor dan sel bahan bakar.

10.5 Soal

1. Bagaimana pendapat anda tentang analisis biaya membrane yang cenderung dianggap mahal?
2. Apakah yang menjadi variable utama dalam perhitungan biaya operasional teknologim membran

Referensi

- [1] J.G. Crespo, K.W. Böddeker, Membrane Preprocesses in Separation and Purification,

Springer Science & Business Media, 11 (2013)
242-244. 8

- [2] K.-V. Peinemann, S.P. Nunes, “Membrane Technology, Volume 4: Membranes for Water Treatment, John Wiley & Sons, (2020) 1-2, 15-16.
- [3] Michael E. Williams, Ph.D., P.E, A Brief Review of Reverse Osmosis Membrane Technology, Corporation and Williams Engineering Services Company, 2020.
- [4] www.lenntech.com. Membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi.
<http://www.lenntech.com/microfiltration-andultrafiltration.htm>, diakses 10-04-2018.
- [5] www.total-water.com. Membran mikrofiltrasi.
<http://www.total-water.com/technologies/waterfiltration/microfiltration/>, diakses 10-04-2019.
- [6] www.espwaterproducts.com. Membran Reverse Osmosis.
<https://www.espwaterproducts.com/aboutreverse-osmosis/>, diakses 10-04-2021.

