

EVALUASI SISTEM PURIFIKASI AIR KOLAM DAN KANAL DI FASILITAS HUBUNG – INSTALASI PENYIMPANAN SEMENTARA BAHAN BAKAR BEKAS (KH-IPSB3)

Arifin, Titik Sundari

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)

Kawasan PUSPIPTEK Serpong Gedung No.50.

arifin@batan.go.id

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM PURIFIKASI AIR KOLAM DAN KANAL DI FASILITASKANAL HUBUNG INSTALSI PENYIMPANAN SEMENTARA BAHAN BAKAR BEKAS (KH-IPSB3) Fasilitas kanal hubung instalasi penyimpanan sementara bahan bakar bekas (KH-IPSB3) digunakan untuk menyimpan sementara bahan bakar nuklir bekas di dalam suatu kolam yang berisi air pendingin. Dalam mempertahankan kualitas air pendingin sesuai dengan batas kondisi operasi normal, dilakukan pengoperasian sistem purifikasi air pendingin. Sistem purifikasi air pendingin di fasilitas KH-IPSB3 berfungsi untuk membersihkan kotoran dan ion-ion kontaminasi seperti Cesium didalam air pendingin, serta untuk menurunkan konduktivitas air pendingin. Pengoperasian sistem purifikasi air pendingin dapat dilakukan secara otomatis melalui *human machine* interface. Prinsip kerja sistem ini yaitu zat terlarut dalam air pendingin di filter dengan *pre-filter* dan *Cartridge filter*. Ion-ion ditangkap dengan cara pertukaran ion dalam kolom *cesium filter* dan *mixed bed filter* bahan baku *resin* sehingga akan menurunkan konduktivitas dan aktivitas air pendingin. Selama kegiatan operasi purifikasi pada tahun 2017 Hasil dari kegiatan didapatkan data: konduktivitas air kolam yang masuk sistem purifikasi paling tinggi $1,34\mu\text{S}/\text{cm}$ dan keluar sistem purifikasi $1,22\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan untuk konduktivitas kanal yang masuk $2,26\mu\text{S}/\text{cm}$ dan yang keluar $1,24\mu\text{S}/\text{cm}$. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa resin masih bisa berfungsi/ bekerja dengan baik untuk memurnikan air kolam dan air kolam masih memenuhi persyaratan ($\leq 8\mu\text{S}/\text{cm}$).

Kata Kunci : Sistem Purifikasi air pendingin, Operasi kanal hubung penyimpanan bahan bakar bekas.

ABSTRACT

EVALUATION PURIFICATION SYSTEM COOLING WATER CHANNEL CIRCUITED THE SPENT FUEL INSTALLATION STORAGE (KH-IPSB3) Transfer channel-Interim storage for spent fuel (TC-ISSF) is used to temporarily store spent nuclear fuel in a pool of cooling water. In maintaining the quality of cooling water in accordance with the limits of normal operating conditions, carried out the operation of the cooling water purification system. Purification system in TC-ISSF facility serves to clean the dirt and ions such as cesium contamination in water pond to lower the conductivity. Operation of pond water purification system can be completed automatically via the human machine interface. The working principle of this system is a substance dissolved in the cooling water in the filter with *pre-filter* and *filter Cartridge*. Ions captured by means of cesium ion exchange column filter and mixed bed resin raw material thereby decreasing the conductivity and water activities purification operations in 2017. The results of the activities of showed that water conductivity enter the purification system is $1,34\mu\text{S}/\text{cm}$ and output from purification system is $1,22\mu\text{S}/\text{cm}$, water conductivity from the channel into the purification system is $2,26\mu\text{S}/\text{cm}$ and the output is $1,24\mu\text{S}/\text{cm}$. The result indicated that the resin is still useful / work properly to purificate the pond water and the pond water meet the requirement ($\leq 8\mu\text{S}/\text{cm}$).

Keywords: Cooling water purification system, Operation of fuel storage channel

PENDAHULUAN

Pembangunan Fasilitas instalasi Penyimpanan sementara bahan Bakar Bekas (IPSB3) merupakan bagian dari strategi jangka panjang dalam perkembangan pemanfaatan reaktor serbaguna RSG-GA untuk 25 tahun. Untuk mendukung Operasi reaktor tersebut tersedia kolam penyimpanan bahan bakar bekas berisi kira-kira 1500 m^3 air bebas mineral dan di dalam air kolam dilengkapi dengan beberapa buah rak penyimpan bahan bakar bekas serta peralatan penanganan bahan bakar. Fungsi air dalam penyimpanan bahan bakar bekas adalah:

- Sebagai tranfer panas.
- Sebagai Perisai Paparan Radiasi
- Menjaga integritas/Keutuhan *Cladding* bahan bakar
- Memfasilitasi inspeksi visual bahan bakar bekas.

Untuk mencapai tujuan diatas maka kualitas air harus dioptimalkan baik untuk bahan bakar bekas sendiri maupun sistem penyimpanan. Bila kualitas air dijaga, maka performance bahan bakar bekas tidak akan mengalami masalah [1]. Sistem purifikasi air pendingin kolam dan kanal yang berada di dalam fasilitas gedung KH-IPSB3 merupakan sistem purifikasi terpadu, yang berfungsi untuk membersihkan kotoran dalam air pendingin, untuk memindahkan panas air pendingin yang diakibatkan dari pelepasan panas peluruhan bahan bakar bekas yang tersimpan di dalam kolam. Dalam proses sistem purifikasi ini, pengotor air yang telah teraktivasi maupun yang tidak teraktivasi terlebih dahulu akan disaring dan ditangkap dengan cara pertukaran ion sehingga akan menurunkan konduktivitas dan aktivitas air pendingin bahan bakar [2]. Komponen unit purifikasi meliputi :

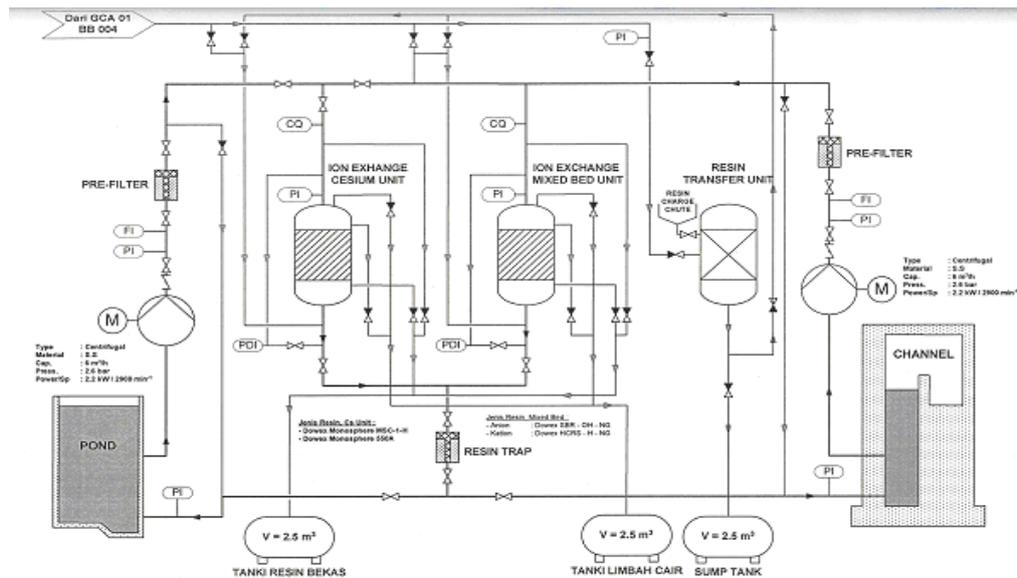
- 2 Pompa untuk sirkulasi air.
- *Pre-treatment (Cartridge filter)*
- Cesium Filter
- *Mixed-Bed Filter*
- *Resin trap (Disposable Cartridge)*

Pre-treatment dimaksudkan untuk melakukan penyaringan awal air kolam atau kanal hubung sebelum melewati Cesium filter dan *Mixed-bed* filter. Filter yang digunakan berupa *disposable cartridge*, yang berfungsi untuk menangkap atau menyaring kotoran yang berbentuk partikel-partikel padatan tidak terlarut di dalam air kolam atau kanal. Padatan terlarutnya akan lolos dari *disposable cartridge* dan disaring dengan menggunakan filter Cesium ataupun filter *mixed-bed*. Fungsi utama dari filter Cesium adalah menangkap ion-ion radioaktif cesium dan ion-ion positif dari mineral lainnya, sedangkan *mixed-bed* filter digunakan untuk menyaring ion radioaktif dari yang masih belum tertangkap oleh filter Cesium maupun filter *Cartridge*. *Resin trap* merupakan filter terakhir dari sistem purifikasi yang berfungsi untuk menangkap kotoran yang tidak larut atau resin yang lolos dari filter resin sehingga air pendingin yang dihasilkan menjadi benar-benar bersih [3].

Dalam pelaksanaan kegiatan pengoperasian unit purifikasi di KH-IPSB3 diperlukan adanya pengawasan dan penyeliaan agar pekerjaan dapat berjalan sesuai dengan langkah pengoperasian pada Instruksi Kerja Pengoperasian Unit Purifikasi di KH-IPSB3, sehingga kesalahan dapat dihindari dan pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik dan benar memenuhi standart keselamatan kerja alat dan personil [4].

TUJUAN DAN BATASAN/LINGKUP :

Adapun tujuan dari system purifikasi ini adalah Untuk menjaga kualitas air kolam dan kanal hubung penyimpanan bahan bakar bekas tetap pada kondisi yang aman untuk menyimpan bahan bakar bekas di dalam kolam antara lain parameter-parameter Konduktivitiy, suhu, dan level air kolam.



Gambar 1. Sistem proses purifikasi kolam bahan bakar bekas

Pada gambar 1 merupakan gambaran aliran sirkulasi air kolam dank anal yang merupakan proses dari system purifikasi di mana ada 5 mode yang secara rinci di jelaskan pada langkah kerja pengoperasian sebagai berikut :

METODE

1. Menyiapkan bahan dan alat

1. Multi tester
2. pH meter
3. Conductivity meter

TATA KERJA :

2. Pengoperasian

Pengoperasian unit purifikasi inidilakukan dalam 5 modul, yaitu : Sistem purifikasi dioperasikan secara kontinu dengan melakukan pergantian jalur sirkulasi kolam dengan jalur sirkulasi kanal [5].

1. Sirkulasi dari kolam kembali ke kolam melalui Mixed-bed filter
 - A. Untuk menghidupkan pompa purifikasi :
 - a) Pastikan pompa P3 - P4 dalam keadaan mati dan katub C1 – C7 tertutup dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* (kebawah) hingga lampukuning menyala.
 - b) Buka katub C1, C2, dan C5 dengan menekan saklar katub pada posisi *OPEN* (ke atas), lampu hijau akan menyala.
 - c) Hidupkan pompa P3 dengan menekan tombol *ON*, lampu hijau akan menyala.
 - d) Periksa penunjukkan *flow meter* dan *conductivity meter*.
 - B. Untuk mematikan pompa:
 - a) Matikan pompa P3 dengan menekan tombol *OFF*
 - b) Tutup katub C1, C2 dan C5 dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* hingga lampu kuning menyala
 - c) kembalikan saklar katub pada posisi *OFF* (di tengah)
2. Sirkulasi dari kolam kembali ke kolam melalui *Cesium Filter* dan *Mixed Filter*
 - A. Untuk menghidupkan pompa :
 - a) Pastikan pompa P3 – P4 dalam keadaan mati dan katub C1 – C7 tertutup dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* (ke bawah) hingga lampu kuning menyala
 - b) Buka katub C2, C3, C4 dan C5 dengan menekan saklar katub pada posisi *OPEN* (ke atas), lampu hijau akan menyala
 - c) Hidupkan pompa P3 dengan menekan tombol *ON*, lampu hijau akan menyala
 - d) Periksa penunjukkan *flow meter* dan *conductivity meter*
 - B. Untuk mematikan pompa :
 - a) Matikan pompa P3 dengan menekan tombol *OFF*
 - b) Tutup katub C2, C3, C4 dan C5 dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* hingga lamopu kuning menyala
 - c) Kembalikan saklar katub pada posisi *OFF* (di tengah)
3. Resirkulasi dari kanal penghubung kembali ke kanal hubung
 - A. Untuk menghidupkan pompa :
 - a) Pastikan pompa P3 – P4 dalam keadaan mati dan katub C1 – C7 tertutup dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* (ke bawah) hingga lampu kuning menyala
 - b) Buka katub C7 dengan menekan saklar katub pada posisi *OPEN* (ke atas), lampu hijau akan menyala
 - c) Hidupkan pompa P4 dengan menekan tombol *ON*, lampu hijau akan menyala
 - d) Periksa penunjukkan *flow meter* dan *conductivity meter*
 - B. Untuk mematikan pompa :
 - a) Matikan pompa P4 dengan menekan tombol *OFF*
 - b) Tutup katub C7 dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* hingga lampu kuning menyala
 - c) Kembalikan saklar katub pada posisi *OFF* (di tengah)

4. Sirkulasi dari kanal penghubung kembali ke kanal penghubung melalui *Mixed bed Filter*
 - A. Untuk menghidupkan pompa purifikasi :
 - a) Pastikan pompa P3 – P4 dalam keadaan mati dan katub C1 – C7 tertutup dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* (ke bawah) hingga lampu kuning menyala
 - b) Buka katub C1, C2 dan C6 dengan menekan saklar katub pada posisi *OPEN* (ke atas), lampu hijau akan menyala
 - c) Hidupkan pompa P4 dengan menekan tombol *ON*, lampu hijau akan menyala
 - d) Periksa penunjukkan *flow meter* dan *conductivity meter*
 - B. Untuk mematikan pompa :
 - a) Matikan pompa P4 dengan menekan tombol *OFF*
 - b) Tutup katub C1, C2 dan C6 dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* hingga lampu kuning menyala
 - c) Kembalikan saklar katub pada posisi *OFF* (di tengah)
5. Sirkulasi dari kanal penghubung kembali ke kanal penghubung melalui *Cesium filter* dan *Mixed bed filter*
 - A. Untuk menghidupkan pompa purifikasi :
 - a) Pastikan pompa P3 – P4 dalam keadaan mati dan katub C1 – C7 tertutup dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* (ke bawah) hingga lampu kuning menyala
 - b) Buka katub C2, C3, C4 dan C6 dengan menekan saklar katub pada posisi *OPEN* (ke atas), lampu hijau akan menyala
 - c) Hidupkan pompa P4 dengan menekan tombol *ON*, lampu hijau akan menyala
 - d) Periksa penunjukkan *flow meter* dan *conductivity meter*
 - B. Untuk mematikan pompa :
 - a) Matikan pompa P4 dengan menekan tombol *OFF*
 - b) Tutup katub C2, C3, C4 dan C6 dengan menekan saklar katub pada posisi *CLOSED* hingga lampu kuning menyala
 - c) Kembalikan saklar katub pada posisi *OFF* (di tengah)

Tabel 1. Data Operasi Sistem Purifikasi Berdasarkan Hasil Rata-Rata.

No	Uraian			
I	Modul Operasi			
	I			
	II		v	
	V			v
II	Kondisi Operasi		Start	Stop
	Arus :	003	004	004
	Volt :	397	390	394
	FI 13 T	1,243	1,292	1,321
	FI 14 T	0,200	0,381	0,199
	FI 32 T	40,812	40,812	40,311
	FI 11 T	1,500	1,213	1,32
	FI 4 T	0,320	0,277	0,391
	FI 3 T	0,630	0,930	0,870
	FI 15 T	0,000	0,000	0,000
	Demin water tank (LIC) Sn			

Dari **Tabel 1** di atas dapat diketahui bahwa pada kondisi operasi terlihat angka besaran Arus dan tegangan serta besaran *Flow Indikator* (FI) dari pompa sirkulasi system purifikasi. modul operasi yang dioperasikan pada operasi sistem purifikasi adalah modul 2,. Pada Operasi modul 2 yaitu air kolam disirkulasi melalui kolom Cesium dan kolom Mixed Bed, dan kembali ke kolam. Sedangkan Operasi modul 5 yaitu air kanal disirkulasi melalui kolom Cesium dan kolom Mixed Bed, dan kembali ke kanal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

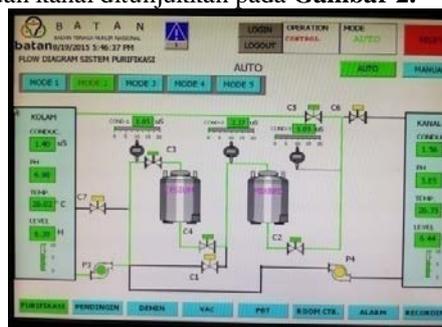
Pengoperasian sistem purifikasi air kolam dan kanal dapat dilakukan secara otomatis melalui human machine interface baik yang tersedia di Ruang Kendali Utama (RKU) maupun secara online dari ruang kerja di Gedung 53.

Tabel 2. Data Parameter Operasi Sistem Purifikasi Air Kolam dan Kanal

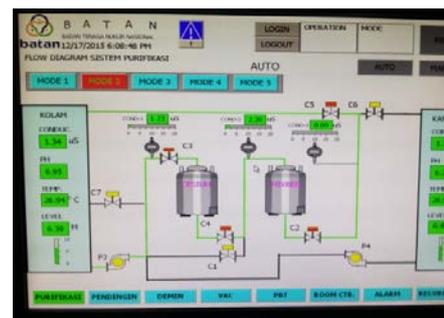
o.		Mode 2 / Air	Mode 5 / Air
		Kolam	Kanal
1.	Konduktivitas Input ($\mu\text{S/cm}$)	1,34	1,22
2.	Konduktivitas Output ($\mu\text{S/cm}$)	2,26	1,24
3.	ΔP Kolom Cesium (Bar)	1,2	1,5
4.	ΔP Kolom Mixed Bed (Bar)	0,2	0,7

Catatan: berdasarkan hasil rata-rata

Tabel 2 di atas menunjukkan data parameter operasi sistem purifikasi. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa pada mode 2 untuk pemurnian air kolam, konduktivitas input sistem purifikasi adalah $1,34 \mu\text{S/cm}$ sedangkan *output* dari sistem adalah $1,22 \mu\text{S/cm}$. Pada mode 5 untuk pemurnian air kanal, konduktivitas input sistem purifikasi adalah $2,26 \mu\text{S/cm}$ sedangkan *output* dari sistem adalah $1,24 \mu\text{S/cm}$. Dari data dapat dilihat adanya penurunan konduktivitas air kolam maupun air kanal yang melewati sistem purifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan resin untuk menyerap pengotor unsur terlarut dalam air kolam sudah sangat baik. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa konduktivitas kolam dan Kanal ada perbedaan yang sangat tinggi yaitu $0,920 \mu\text{S/cm}$ hal ini menunjukkan adanya perbedaan kualitas air kolam dan kanal. Dimungkinkan karena adanya kegiatan *Transfer Target* di kanal hubung yang tidak efisien dalam menyerap pengotor unsur terlarut dalam air kanal sedangkan di kolam tidak ada kegiatan yang menimbulkan potensi adanya pengotor unsur terlarut. Perbedaan tekanan (ΔP) kolom cesium sudah mencapai 1,5 bar. Sedangkan perbedaan tekanan (ΔP) kolom mixed bed adalah 0,4 bar. Hal ini disebabkan karena pada kolom mixed bed menggunakan resin yang relatif baru sehingga belum jenuh. Diagram alir operasi sistem purifikasi air kolam dan kanal ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Konduktivitas Kolam



Gambar 2. Konduktivitas Kanal

KESIMPULAN

Modul sistem purifikasi air pendingin dalam kolam penyimpanan bahan bakar nuklir bekas di KH-IPSB3 yang dioperasikan pada tahun 2017 adalah modul 2 dan 5. Penurunan konduktivitas air kolam dan kanal pada saat operasi sistem purifikasi, sangat ditentukan oleh *pre-filter* dan resin yang masih optimal. Dari perbandingan hasil operasi selama 1 tahun konduktivitas kolam dan kanal yang tinggi masih dalam batas toleransi yaitu $\leq 8 \mu\text{S/cm}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *AEA Engineering UK, Preliminary Design TC-ISFSE*, 1992.
- [2] Laporan Analisis Keselamatan KH-IPSB3 Rev. 5, Bab V PTLR, 2009.
- [3] Diktat Pelatihan Operator dan Supervisor Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas (KH-IPSB3), Pusdiklat BATAN, 2015.
- [4] Laporan Operasi “Pengoperasian Sistem Purifikasi Kanal Hubung Instalasi Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Bekas”, 2015.
- [5] *Standart Operational Procedure (SOP) Sistem Purifikasi KH-IPSB3*, 2015.

EVALUASI EFISIENSI PROSES EVAPORASI PASCA *BLOWDOWN* KONSENTRAT

Ajrieh Setyawan

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan PUSPIPTEK Serpong Gedung 50
E-mail: ajrieh@batan.go.id

ABSTRAK

EVALUASI EFISIENSI PROSES EVAPORASI PASCA BLOWDOWN KONSENTRAT BULAN OKTOBER 2017. Evaporator merupakan salah satu instrumen utama pengolahan limbah radioaktif cair. Mengingat sistem evaporasi telah beroperasi selama lebih dari 30 tahun, maka dilakukan perhitungan efisiensi terhadap pengaruh pasca blowdown konsentrat pada sistem evaporasi. Efisiensi dihitung dengan data *real input dan output steam* pada sistem pengolahan dan dukung karakterisasi selama operasi evaporasi. Hasil perhitungan didapatkan efisiensi proses evaporasi tanggal 2, 7 dan 9 Oktober 2017 adalah 59.98%, 57.99% dan 56.236%. Penurunan efisiensi Proses evaporasi disebabkan oleh peningkatan ekstrak kering dalam konsentrat. Evaluasi efisiensi lain yang dapat mempengaruhi nilai efisiensi antara lain *pressure drop* pada pipa, transfer panas ke lingkungan, pembentukan korosi dan kerak, serta berbagai hal yang dapat memengaruhi kualitas *steam*.

Kata Kunci : Evaporasi, Kalor panas, Efisiensi

ABSTRACT

EVALUATION EVAPORATION PROCESS MONTHLY OCTOBER 2017 AFTER CONCENTRATE BLOWDOWN. Evaporator is one of the main instruments of liquid radioactive waste treatment. Since the evaporation system has been in operation for more than 30 years, the efficiency of the post-blow down concentration in the evaporation system is calculated. Efficiency is calculated by real input data and steam output on the processing system and characterization support during evaporation operations. The calculation result obtained efficiency of evaporation process on 2, 7 and 9 October 2017 is 59.98%, 57.99% and 56.236%. Decrease efficiency of evaporation process by increasing dry extract in concentrate. Evaluations that may affect efficiency include pressure drop on pipes, heat transfer to the environment, corrosion and crust formation, and various things that can affect the quality of steam.

Keywords: Evaporation, Heat heat, Efficiency

PENDAHULUAN

Evaporator merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah keseluruhan atau sebagian pelarut dari sebuah larutan berbentuk cair menjadi uap sehingga hanya menyisakan larutan yang lebih padat atau kental yang disebut konsentrat, proses yang terjadi di dalam evaporator disebut dengan evaporasi. Cara kerjanya ialah dengan menambahkan kalor atau panas yang bertujuan untuk memekatkan suatu larutan yang terdiri dari zat pelarut yang memiliki titik didih yang rendah dengan pelarut yang memiliki titik didih yang tinggi sehingga pelarut yang memiliki titik didih yang rendah akan menguap dan hanya menyisakan larutan yang lebih pekat dan memiliki konsentrasi yang tinggi.

Evaporasi dapat didefinisikan sebagai suatu operasi dimana suatu larutan dipisahkan berdasarkan volatilitasnya. Komponen yang sulit menguap tetap berada dalam fase cair, sedangkan yang mudah menguap diubah dalam fase gas, sehingga didapatkan larutan yang lebih pekat. Perpindahan panas dan perpindahan massa adalah dua proses dasar yang terjadi dalam evaporasi. Selama proses evaporasi, harus diberikan kalor untuk menyediakan energi yang diperlukan untuk mengubah komponen volatil menjadi fase gas^[1]

Selama proses evaporasi berlangsung, seringkali zat padat mengendap di sekitar bidang pemanas dan membentuk kerak. Adanya kerak menyebabkan terjadinya kenaikan tahanan terhadap perpindahan panas, dan akibatnya ialah semakin lambatnya proses pemisahan pada evaporator. Pembentukan kerak semacam ini tidak dapat dicegah, dan terjadi pada semua jenis evaporator, tetapi kecepatan pembentukannya dapat diperlambat. Zat-zat pembentuk kerak paling terkenal adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaSO_4 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 dan garam-garam dari asam organik tertentu. Sangat tidak mungkin untuk mencegah pembentukan kerak apabila dalam sampel umpan terdapat bahan-bahan pembentuk kerak, kecepatan pembentukan dapat diperlambat dengan kecepatan yang tinggi lewat bidang pemanas. Salah satu cara untuk pembersihan kerak pada evaporator dapat digunakan bahan kimia yaitu dengan asam penghilang kerak seperti HNO_3 .^[2]