

EFISIENSI SISTEM EVAPORATOR DAN KARBON AKTIF UNTUK MENGURANGI KADAR FENOL PADA HASIL AIR BUANGAN PRODUKSI PT. LATINUSA, TBK

Ade Ariesmayana¹, Asep Saepu Zaman²

Universitas Banten Jaya, Serang-Banten

Email : adeariesmayana@unbaja.ac.id

Abstract. Demand for canned packaging is getting higher and higher, this has led to increased tinplate production activities. As for the negative impact of the high activity of tinplate production, the amount of waste produced by the production itself in this case is waste, the waste produced is very diverse. The author here wants to review the phenol waste included in B3 waste. The presence of phenols in wastewater is one of the many polluting chemicals that must be watched. The nature of the phenol which is corrosive to the skin can cause itching from irritation, therefore it needs special handling to treat phenol waste. The purpose of this study is to find out the standard of phenol content that is safe to dispose of, analyze the working system of the evaporator and activated carbon. The method in this study is the method of collecting primary data and secondary data collection methods. The evaporation system and activated carbon are very effective at reducing the phenol content when it passes through the evaporator system and activated carbon.

Keywords. Evaporator, Phenol, Water Products

Abstrak. Permintaan kemasan kaleng semakin hari semakin tinggi, hal ini memicu meningkatnya aktivitas produksi tinplate. Adapun dampak negative dari tingginya aktivitas produksi tinplate menimbulkan banyaknya juga hasil buangan hasil produksi itu sendiri dalam hal ini adalah limbah, limbah yang dihasilkan sangat beragam. Penulis disini ingin mengulas tentang limbah fenol yang termasuk dalam limbah B3. Keberadaan fenol dalam air buangan merupakan salah satu dari sekian banyak bahan kimia pencemar yang harus diwaspadai. Sifat fenol yang korosif terhadap kulit dapat menyebabkan gatal-gatal dari iritasi, oleh karena itu perlu penanganan secara khusus untuk mengolah limbah fenol. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui standar kadar fenol yang aman untuk dibuang, menganalisa system kerja evaporator dan karbon aktif. Metode dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data primer dan metode pengumpulan data sekunder. System evaporasi dan karbon aktif sangat efektif mengurangi kandungan fenol dapat turun ketika melewati system evaporator dan karbon aktif.

Kata kunci. Evaporator, Fenol, Air Buangan

PENDAHULUAN

Perkembangan industri pemakai kemasan, seperti industri makanan dan minuman, industri cat, industri pelumas dan lain sebagainya telah mendorong permintaan dan pada akhirnya akan memacu produksi kemasan tinplate. Kemasan kaleng tinplate itu sendiri adalah kemasan kaleng yang terbuat dari baja lembaran berlapis timah berbentuk silinder yang umum digunakan untuk 1 2 kemasan makanan dan minuman. Kemasan ini terdiri dari badan dan alas, terbuat dari baja lembaran lapis timah, tutup terbuat dari baja lembaran lapis timah atau alumunium yang digunakan sebagai wadah yang hermatis untuk makanan dan minuman tidak berkarbonat dan berkarbonat. Kemasan kaleng yang digunakan memang beragam, industri susu dan produk turunannya menggunakan ukuran yang berbeda walau produksinya sejenis.

Adapun dampak negatif dari tingginya aktivitas produksi *tinplate* menimbulkan banyaknya juga buangan hasil produksi itu sendiri dalam hal ini adalah limbah, limbah yang dihasilkan sangat beragam. Penulis disini ingin mengulas tentang limbah fenol yang termasuk dalam limbah B3.

Keberadaan fenol dalam air buangan merupakan salah satu dari sekian banyak bahan kimia pencemar yang harus diwaspadai. Sifat fenol yang korosif terhadap kulit dapat menyebabkan gatal-gatal dan iritasi, oleh karena itu perlu penanganan secara khusus untuk mengolah limbah fenol. PT. LATINUSA, Tbk mempunyai cara mengurangi kadar phenol yaitu dengan membuat system evaporator dengan tambahan karbon aktif dan *Waste water Treatment Plant* untuk seluruh limbah cair hasil produksi. Dengan demikian penulis disini ingin mengulas system evaporator dengan tambahan karbon aktif untuk mengurangi kadar fenol di PT. LATINUSA, Tbk.

- Tin Plate di Indonesia

Pelat timah atau *Tin Plate* adalah lembaran atau gulungan baja berkarbon rendah dengan ketebalan 0.15 – 0.5 mm dengan lapisan timah. Kandungan timah putih pada kaleng plat timah berkisar antara 1.0 – 1.25% dari berat kaleng. Kandungan timah putih ini biasanya dinyatakan dengan TP yang diikuti dengan angka yang menunjukkan banyaknya timah putih, misalnya pada TP25

mengandung timah putih sebanyak 2.8 g/m^2 , TP50 = 5.6 g/m^2 , TP75 = 8.4 g/m^2 dan TP100 = 11.2 g/m^2 .

Bagi industri makanan dan minuman, *tinplate* banyak mereka gunakan untuk kemasan kaleng. Impor *tinplate* bahkan bisa naik menjelang lebaran. Merujuk data Badan Pusat Statistik (BPS), impor *tinplate* diatur dalam PMK No.10/2014 tercatat sebanyak 93.521 ton di tahun 2015 lalu. Volume impor *tinplate* tersebut turun 17,3% ketimbang realisasi impor *tinplate* tahun 2014 sebanyak 113.111 ton.

Merujuk angka pada kebutuhan *tinplate* tahun 2014 versi PT. LATINUSA, Tbk kebutuhan *tinplate* mencapai 226.391 ton per tahun. Adapun, PT. LATINUSA, Tbk sebagai produsen hanya memasok 160.000 ton per tahun sisanya impor dari Negara lain.

- **Evaporator**

Evaporator adalah alat industri untuk memekatkan larutan dengan jalan menguapkan pelarutnya. Jadi hasil utamanya adalah cairan dengan konsentrasi yang lebih pekat. Evaporator melibatkan peristiwa transfer massa, yaitu dengan adanya perpindahan massa dari fasa cair ke uap pada peristiwa penguapan pelarut, dan transfer panas, yaitu adanya energi panas yang diperlukan untuk menguapkan pelarut. Sumber panas yang biasa digunakan adalah uap air (*steam*).

- **Jenis Evaporator Yang Ada Di Industri**

Ada beberapa macam evaporator, sesuai dengan tujuan penggunaannya, bentuknyapun dapat berbeda beda. Hal tersebut disebabkan karena media yang hendak digunakan dapat berupa gas, cairan atau zat padatan maka evaporator dapat dibagi dalam beberapa golongan.

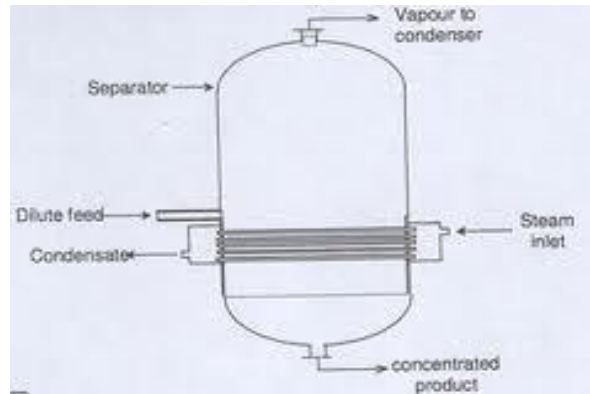
1. Beberapa jenis alat evaporator di industri, antara lain :

- a. *Horisontal- tube evaporator*

Spesifikasi alat :

- Merupakan jenis evaporator yang paling sederhana
- Posisi *tube* horizontal
- Pemanas *steam* dialirkan melalui *tube*, cairan di luar *tube*

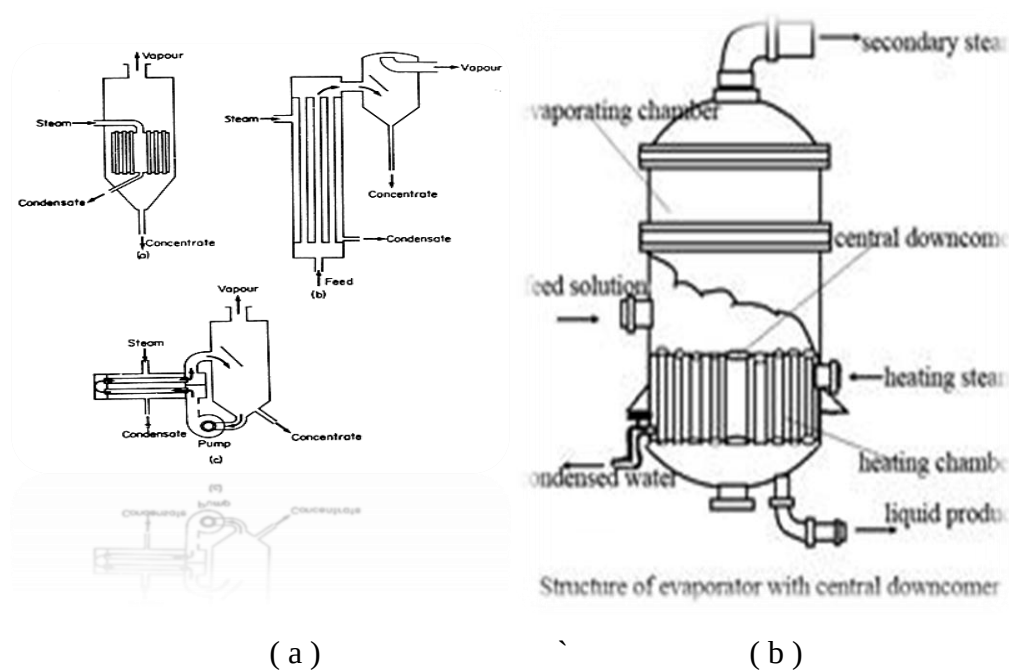
- Tidak ada sirkulasi paksaan pada cairan sehingga harga koefisien tranfer panasnya rendah, terutama untuk cairan viscous
- Sesuai untuk larutan dengan viskositas rendah, tidak sesuai untuk larutan yang mudah menimbulkan buih dan kerak



Gambar 1 *Horizontal-tube evaporator*

b. Vertical-tube evaporator

Ada 2 jenis *vertical-tube evaporator*, yaitu : *basket evaporator* dan *standard vertical*.



(a)

(b)

Gambar 2 (a) *Basket-type evaporator* dan (b) *Standard vertical evaporator*

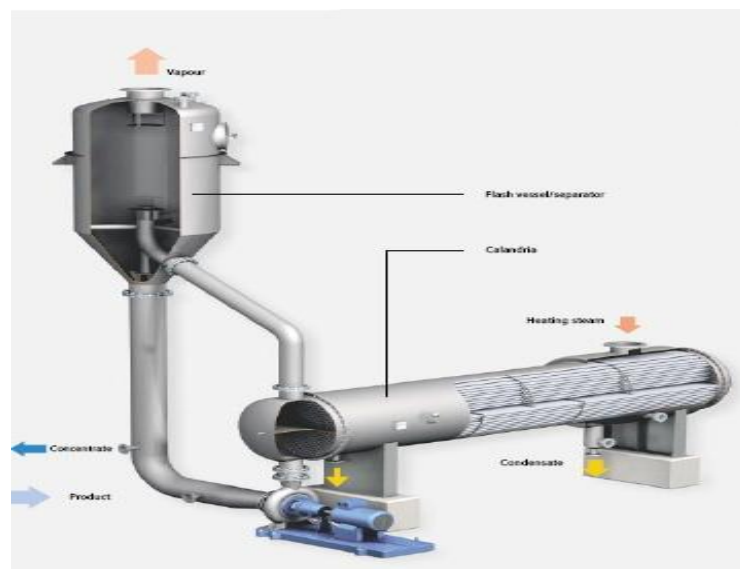
Secara umum spesifikasi alat *vertical-tube evaporator* adalah sebagai berikut:

- Posisi *tube* vertical
- Cairan dilewatkan *tube* dengan kecepatan 1-3 ft/s, steam di luar *tube*
- Sirkulasi cairan : naik lewat *tube* dengan bantuan pompa, cairan yang belum menguap kembali turun
- Sesuai untuk *salting liquid* atau larutan dengan viskositas sedang
- Jika *steam chest* merupakan *chamber* tertutup dengan *liquid return space* berbentuk annular disebut jenis *basket evaporator*
- Jika *steam chest* berbentuk annular dengan *liquid return space* berada di tengah (*central downtake*) disebut jenis *standard vertical*

c. *Forced-circulation evaporator*

Spesifikasi alat :

- Posisi *tube* ada yang horizontal dan ada yang vertikal
- Cairan disirkulasi dengan bantuan pompa (biasanya pompa sentrifugal) melalui *tube*
- Sesuai untuk larutan viskous

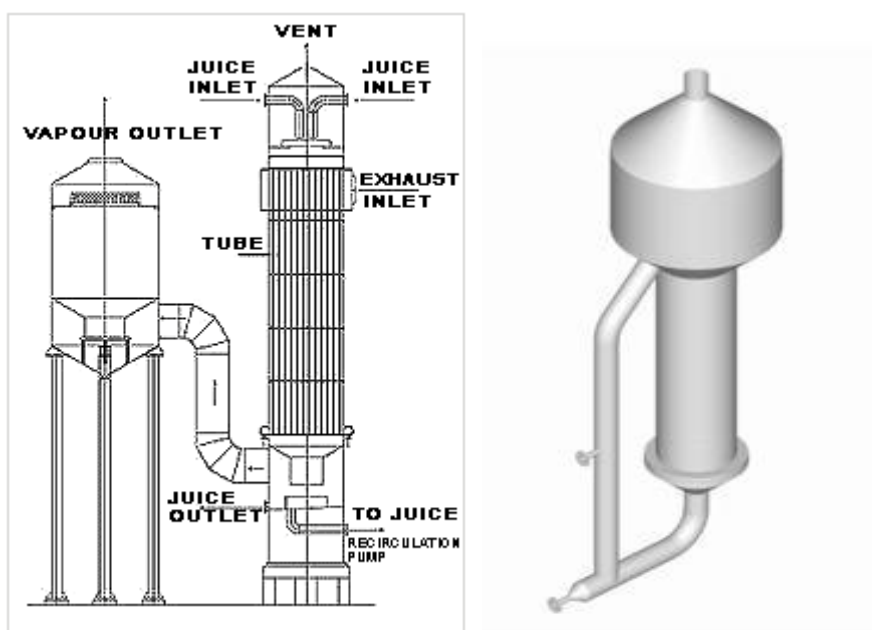


Gambar 3 *Forced-circulation evaporator* dengan *tube* horizontal

d. *Long tube vertical evaporator (LTV)*

Spesifikasi alat :

- Nama lain kestner evaporator
- Posisi *tube* vertikal
- Panjang *tube* 12- 20 ft
- Cairan Dialirkan melalui tube
- Tidak baik untuk larutan yang mudah menimbulkan kerak (scaling or salting liquid) dan larutan viscous
- Sesuai untuk larutan yang mudah menimbulkan buih

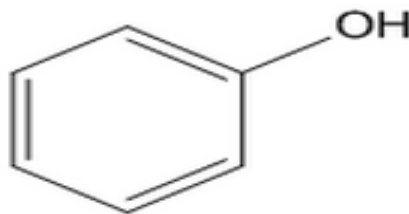


Gambar 4 Long tube vertical evaporator (LTV)

- **Fenol**

Fenol atau yang memiliki nama lain hidroksibenzena, benzenol, Fenil alkohol, merupakan senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi pada inti aromatik. Fenol pada temperatur ruang memiliki bentuk kristal jarum yang tidak berwarna, bau khas aromatik, jika tidak murni atau terkena cahaya akan terjadi perubahan warna menjadi merah jambu atau merah. Senyawa ini memiliki berat molekul 94,11 (g/mol), titik leleh 40-42 °C, dan titik didih 185°C. Fenol memiliki kelarutan sebesar 8,3 g/100 mL air pada temperatur 20 °C. Fenol dikenal juga sebagai asam karbolik yang memiliki keasaman yang lebih lemah dibandingkan dengan asam asetat, pKa sebesar 9,95. Fenol larut

dalam pelarut seperti air, etanol, kloroform namun tidak larut dalam eter minyak tanah.

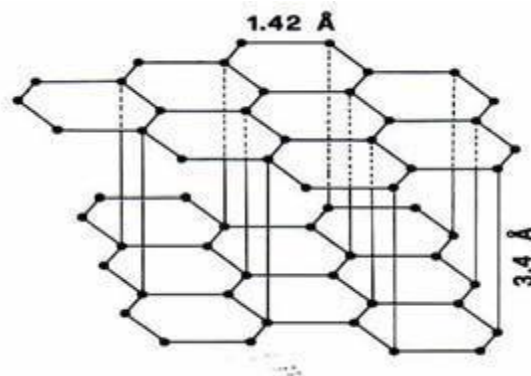


Gambar 5. Struktur Fenol

Limbah fenol sendiri merupakan limbah organik yang masuk kedalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), fenol dapat dengan mudah diadsorpsi kulit dan efek toksik apabila bersentuhan langsung dengan kulit utuh. Fenol akan memberikan dampak yang buruk bila masuk kedalam tubuh manusia karena fenol merupakan racun protoplasma, larutan fenol 10% sangat korosif dan menimbulkan nekrosis kulit. Dosis fatal rata-rata lebih kurang 15 gram, tetapi pernah terjadi kematian disebabkan karena dosis sebesar 1 gram. (Murdika Alti, 2009).

- **Karbon Aktif**

Hartanto dan Ratnawati (2010), melaporkan bahwa karbon aktif merupakan karbon amorf dari pelat-pelat datar tersusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya seperti yang terlihat pada Gambar 2, sedangkan menurut Hendra (2006) karbon aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain, serta rongga atau pori dibersihkan dari senyawa lain atau kotoran sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas dan daya serap terhadap cairan dan gas akan meningkat.



Gambar 6. Struktur grafit dari arang aktif (Hartanto dan Ratnawati, 2010).

Pada penelitian sebelumnya karbon aktif digunakan sebagai adsorben zat warna. Menurut Ningrum dkk. (2012), menjelaskan bahwa karbon aktif dapat mengurangi kadar warna dari *Remazol brilliant blue* dengan hasil kapasitas adsorpsi maksimumnya sebesar 10,1010 mg g⁻¹ sedangkan pada penelitian Widhianti (2010), karbon aktif dari biji kapuk dapat mengadsorpsi zat warna *Rhodamin B*, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 15,4296 mg g⁻¹. Sehingga dari hasil penelitian di atas menjelaskan bahwa karbon aktif merupakan adsorben yang baik untuk adsorpsi zat warna.

METODE

Metode pengumpulan data yang dilakukan selama penelitian di PT. Pelat Timah Nusantara Tbk, Cilegon adalah :

1. Metode Pengumpulan Data Primer

Metode ini dilakukan dengan cara observasi dan wawancara

a. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara pengamatan atau tinjauan lapangan terhadap di PT. Pelat Timah Nusantara Tbk, Cilegon dan melakukan pencatatan.

Tabel 1. Daftar Observasi Penelitian

No	Observasi	Tempat
1	Proses Produksi	ETL (Divisi Produksi)
2	Sumber Fenol	ETL (Divisi Produksi)
3	Sistem Evaporator	ETL (Divisi Produksi)
5	Instalasi Karbon Aktif	Basement (Divisi Produksi)

b. Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada staf berwenang berkaitan dengan kinerja perusahaan atau hal-hal teknis yang kurang dimengerti saat pelaksanaan kerja praktek dan berbagai permasalahan dalam pengoperasian proses. Wawancara saat kerja praktek ditujukan kepada karyawan PT. Pelat Timah Nusantara Tbk, Cilegon.

Tabel 2. Daftar Wawancara Penelitian

No	Wawancara	Tempat
1	Proses produksi	Divisi Produksi
2	Sistem Evaporator	Divisi Plant Engineering
3	Instalasi Karbon Aktif	Divisi Produksi dan Plant Engineering
5	Konsentrasi Fenol	Divisi Quality Control

2. Pengumpulan Data Sekunder

Metode pengumpulan data sekunder meliputi kegiatan pengumpulan data sekunder data literatur, jurnal, makalah, laporan penelitian terdahulu, data keterangan berupa bagan alir proses produksi dan dampak yang mungkin timbul dan data pendukung lainnya seperti metode pengumpulan data informasi dengan cara membaca dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan obyek studi. Pengumpulan dokumen dan referensi sistem evaporator dan instalasi karbon aktif. Kemudian bahan-bahan tersebut dipergunakan sebagai acuan atau pedoman sebagai pengetahuan awal sebelum studi

lapangan, selama pengamatan di lapangan, dan data pada waktu pembahasan dalam tahap penyusunan laporan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Hasil Laboratorium**

- Tabel 3. Kandungan Fenol pada Drag Out.

No	Parameter	Standard	Effluent
1	pH	3 – 5	3.65
2	TDS	-	-
3	Iron	< 16 g/l	7.22 g/l
4	Fenol	< 1.5 ppm	1.29 ppm
5	Stannous Tin	3 – 7 g/l	2.82 g/l
6	Acid PSA	2 – 5 g/l	2.53 g/l

- Tabel 4. Kandungan Fenol Setelah Melewati Evaporator.

No	Parameter	Standard	Effluent
1	pH	5 – 7	5.88
2	TDS	-	-
3	Iron	< 10 g/l	3.6 g/l
4	Fenol	< 1 ppm	0.74 ppm

- Tabel 4. Kandungan Fenol Setelah Melewati Instalasi Karbon Aktif.

No	Parameter	Standard	Effluent
1	pH	-	6.22
2	Iron	-	-
3	Fenol	-	0.30 ppm

- **Sumber Fenol**

Pada proses Pelapisan ditambahkan PSA (Phenol Sulfat Acid). Larutan ini digunakan dibagian utama proses, yaitu bagian *plating* dan berfungsi untuk meningkatkan konduktifitas larutan serta mencegah terjadinya oksidasi Sn 2+ menjadi Sn 4+. Konsentrasi PSA yang digunakan berkisar antara 12-20 g/l. Konsentrasi terlalu rendah akan mengakibatkan turunnya konduktifitas larutan sehingga membutuhkan daya listrik yang lebih besar.



Gambar 7. Proses *Plating*.

Setelah itu ada proses Drag Out / Rinse untuk membersihkan sekaligus membilas, untuk proses selanjutnya bersih dari kandungan zat – zat sebelumnya. Terdapat 2 drag out yang masing – masing mempunyai kapasitas tampung 2.5 m^3 . Didalamnya terdapat air *demin water* untuk membilas. Dari sinilah sumber fenol berasal, karena tanki drag out menyimpan hasil bilasan dari proses produksi.



Gambar 8. Tangki Drag Out.

- **Sistem Evaporator**

Kerja evaporator disini yaitu untuk memisahkan air bilasan dari drag out 1 dan 2, yang sebelumnya sudah disimpan di tangki *storage*, yang kemudian larutannya di Tarik oleh pompa *feed pump* menuju separator evaporator, dalam perjalanannya larutan diberi uap panas atau *steam* sehingga larutannya yang telah sampai di separator evaporator mempunyai temperatur 100°C. Hal ini menyebabkan larutan hasil bilasan yang mengandung fenol, karena larutan fenol tersebut mengandung lebih banyak air lalu terjadilah penguapan.



Gambar 9. Separator Evaporator.

Uap tersebut dihisap oleh vakum, dan yang tertinggal adalah larutan yang mengandung fenol pekat. Larutan yang mengandung fenol pekat akan ditarik kembali oleh *back feed pump* dan disimpan kembali ke *storage tank* yang nantinya akan digunakan kembali untuk keperluan produksi. Sebaliknya uap yang telah dihisap oleh vakum akan didinginkan sehingga mengalami proses kondensasi sehingga menjadi air kembali dan disimpan di tangki destilat.

Sistem Evaporator disini ada 2 fungsi, yaitu :

Menjaga larutan fenol agar tetap pekat dan dipakai kembali ke proses produksi dan menurunkan kadar fenol untuk selanjutnya ditampung di *waste water treatment plant* (WWTP).

- **Instalasi Karbon Aktif**

Jenis karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif berbentuk granule yang terbuat dari tempurung kelapa. Karbon aktif disini digunakan untuk mengurangi kadar fenol yang masih terdapat di air destilat (tempat penampungan sementara hasil kondensasi system evaporator). Setelah larutan tersebut melalui instalasi karbon aktif kemudian akan disimpan di WWTP yang selanjutnya akan di tangani oleh divisi Fluids.

KESIMPULAN

Dari hasil data dan analisa pengamatan pengurangan kadar fenol pada air hasil produksi di PT. Latinusa, Tbk dengan menggunakan sistem evaporator dan karbon aktif, penulis dapat menyimpulkan bahwa sistem evaporasi dan karbon aktif sangat efektif mengurangi kandungan fenol pada air hasil produksi, kandungan fenol dapat turun ketika melewati sistem evaporator dan karbon aktif, angka tersebut masih dalam angka yang di harapkan oleh PT. LATINUSA, Tbk yaitu sebesar <1 ppm. Meskipun sudah aman untuk dibuang ke lingkungan menurut Kepmen LH No. KEP-51/MENLH/10/1995, pihak PT. LATINUSA,Tbk menampung dan menyerahkan sisanya kepada pihak ke-3 yang berkompeten dalam bidang pengelolaan limbah cair.

DAFTAR RUJUKAN

- Aprillia Puspa R dan Djauhari Agus, M.T 2010. "Peralatan Industri Proses". Teknik Kimia - Politeknik Negeri Bandung.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Hartanto dan Ratnawati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. Batan. Jurnal Sains Materi Indonesia. Vol 12, No.1: 12-16
- Hendra. 2006. "*Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dan Serbuk Gergajian Campuran*". Jurnal. Tidak Diterbitkan
- Mujiburohman. M .2008. "*Alat Industri Kimia*". Teknik Kimia, Fakultas Teknik - Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Murdika A. 2009. Aplikasi Teknik Kombinasi Adsorpsi dan Elektrolisis untuk Menurunkan Kandungan Fenol Dalam limbah Industri Bahan Kimia Sanitasi. Universitas Indonesia