

# **Pengaruh Tekanan Pompa *Sludge* dan Laju Alir Flokulan Terhadap Kadar Air Akhir *Sludge* di Dalam Mesin *Beltpress***

## **(Effect of Sludge Pressure Pump and Flocculants Flow Rate to Final Water Content Against Cake in Beltpress Machine)**

**Sudi Raharja<sup>1</sup>, Meita Utari<sup>1</sup>, Singgih Hartanto<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin Otomotif Institut Teknologi Indonesia

Jl. Raya Puspipetek Serpong - Tangerang 15320

### **Abstrak**

PT EJIP merupakan perusahaan yang berkegiatan mengolah air limbah secara terpusat dari seluruh pabrik yang berada di dalam kawasan industri EJIP. Hasil akhir pengolahan adalah berupa *clear water* dan *sludge*. *Clear water* yang sudah memenuhi baku mutu lingkungan dibuang ke badan air penerima yaitu sungai Cikedokan, sedangkan *sludge* dari sisa proses harus dilakukan proses *dewatering* terlebih dahulu, untuk selanjutnya dibuang ke PT. PPLi (Prasadha Pamunah Limbah Industri). Saat ini PT EJIP menggunakan *beltpress* dalam proses *dewatering sludge*. Waktu operasi yang kontinyu dan lebih cepat menjadi tuntutan dalam pengolahan lumpur di PT EJIP ini. Dalam hal ini penulis melakukan penelitian studi pengolahan *sludge* dari kelebihan lumpur limbah pada IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) terpusat dengan tujuan menentukan kondisi optimum pengolahan *sludge* dengan alat *beltpress* sehingga diharapkan ada pengurangan biaya karena pengolahan lumpur yang efektif. Penelitian dilakukan dengan cara menghitung efisiensi penurunan kadar air dari lumpur serta menentukan dosis optimum flokulan yang digunakan. Data primer yang didapatkan berasal dari analisis kadar air di laboratorium. Pengaturan *Stroke valve* flokulan dan tekanan pompa *sludge* yang dilakukan pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengatur jumlah polimer dan *sludge* yang akan masuk ke dalam flokulator untuk membentuk flok terbaik sehingga menghasilkan nilai kandungan air yang terbaik pada *sludge* akhir (parameter yang diukur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pengolahan *sludge* dengan alat *beltpress* pada tekanan pompa *sludge* 1,8 bar dan laju alir flokulan 742 L/jam, dan didapatkan kadar air sebesar 71,39% m/m dengan efisiensi penurunan kadar air sebesar 27,23% m/m. Penghematan biaya pembuangan *cake* ke PT. PPLi didapatkan sebesar 3.040 USD per bulan.

**Kata Kunci** : *dewatering sludge*, *beltpress*, kadar air

### **Abstract**

PT EJIP is a centralized waste treatment company of all factories in the East Jakarta Industrial Park. The final result from waste treatment plant is a clear water and sludge. Clear Water that meets environmental standards will discharge into Cikedokan River, while the rest of the sludge should through dewatering process before disposed to PT. PPLi Currently. PT EJIP is using belt press for sludge dewatering process because continuous operation time and faster became to the demand in the processing of sludge in PT EJIP. In this case, we did a research study of sludge treatment of excess sewage sludge on centralized waste treatment to determine the optimum conditions of processing sludge by using beltpress, so we expected there is reduction in cost because of effective sludge treatment. The study has been done by calculating the efficiency of water content reduction of sludge and determining the optimum dosage of flocculants used. Primary data were obtained from analysis of water content in the laboratory. Setting of flocculants valve stroke and sludge pressure pump in this study is intending amount of polymer and sludge that will enter into flocculation to shape a best flock thus result the best water content of the final sludge (measureable parameter). The result showed that the optimum conditions sludge treatment by beltpress at sludge pressure pump 1. 8 bar and at flow rate of flocculants 742

*L/hour, and obtained water content of 71.39 % m/m with decrease in the efficiency of water content of 27.23 % m/m Cake disposal cost to PT. PPLi can save until US \$ 3,040 per month.*

**Keyword :** *dewatering sludge, beltpress, water content*

\*Penulis Korespondensi. Telp:+62 21 7561092; fax: +62 21 7560542

Alamat E-mail : [otomotif\\_iti@yahoo.com](mailto:otomotif_iti@yahoo.com)

## 1. Pendahuluan

*Water Treatment Plant* PT EJIP, merupakan sistem pengolahan limbah terpusat dengan menggunakan lumpur aktif secara *extended aeration*. Hasil pengendapan lumpur di bak klarifier sebagian dikembalikan ke bak aerasi dan sebagian lainnya di masukkan ke unit pengolahan limbah. PT EJIP telah memiliki unit pengolahan lumpur berupa *filter press* dan *sludge drying bed*. Waktu yang diperlukan untuk mengeringkan *sludge* dalam jumlah yang cukup banyak menimbulkan masalah yaitu terjadinya penumpukan lumpur yang belum terolah, sehingga perlu dicari alternatif teknologi untuk mengolah lumpur secara cepat dan berkapasitas besar. PT EJIP baru saja membeli alat baru yaitu *beltpress*, dengan menggunakan flokulan polimer untuk membentuk flok sehingga pemisahan air dan *sludge* lebih cepat, namun hal ini belum terevaluasi sistem pengolahannya. Berdasarkan uraian diatas, setelah dilakukan studi evaluasi terhadap pengoperasian *beltpress* melalui penelitian dengan judul “Pengaruh Tekanan Pompa *Sludge* dan Laju Alir Polimer Terhadap Kadar Air Akhir *Sludge* di dalam Mesin *Beltpress*”.

PT EJIP merupakan perusahaan yang berkegiatan mengolah air limbah secara terpusat dari seluruh pabrik yang ada di kawasan industri EJIP. Hasil akhir pengolahan adalah berupa *clear water* dan *sludge*. *Clear water* yang sudah memenuhi baku mutu lingkungan dibuang ke badan air penerima yaitu sungai Cikedokan, sedangkan *sludge* dari sisa proses harus dilakukan *dewatering* terlebih dahulu, untuk selanjutnya dibuang ke PT. PPLI. Alat yang sudah tersedia sebelumnya adalah *filter press*. Pada *dewatering* menggunakan *filter press* diperlukan waktu operasional selama 12 jam untuk proses pengepresan dan baru di hari berikutnya dilakukan pembongkaran *cake* nya [1]. Dengan mendatangkan alat baru yaitu *beltpress*, waktu operasional *dewatering* lebih cepat dan bisa kontinyu selama 8 jam/hari. Berdasarkan hal tersebut, penulis merumuskan masalah “Belum terevaluasinya alat *dewatering* yang baru yaitu *beltpress* dalam penurunan kadar air”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penurunan kadar air *sludge* pada pengolahan lumpur menggunakan

*beltpress* dan memilih sistem pengolahan lumpur yang lebih baik hasilnya, sehingga biaya untuk pengangkutan lumpur ke PT. PPLI diharapkan bisa berkurang.

Hasil yang didapat diharapkan dapat dijadikan acuan untuk memilih kondisi optimum dalam mesin *beltpress*, dan menentukan kadar air *sludge* akhir dalam proses *dewatering* ini.

## 2. Teori Dasar

*Sludge* merupakan banyaknya konsentrasi solid dalam medium cairnya. *Sludge* adalah akumulasi residu pencemar setelah melewati penguapan pada 103-105°C [2]. Jumlah air yang terkandung di dalam lumpur menyebabkan tingginya tingkat volume dan berat yang akan mengeras dan menumpuk dalam proses penyimpanan [3]

Beberapa karakteristik pada lumpur akan mempengaruhi kemampuan *dewatering* nya, diantaranya adalah [4]:

### A. Konsentrasi (g/L)

Diukur dalam satuan g/L, konsentrasi lumpur akan mempengaruhi:

#### a. Penggabungan flokulan

Semakin tinggi konsentrasi lumpur, semakin sulit untuk bercampur dalam larutan kental dengan flokulan (bahkan pada konsentrasi flokulan rendah). Solusi untuk masalah ini adalah setelah melalui tahap pengenceran flokulan tersebut, suntikan flokulan tersebut pada hulu titik injeksi dengan menggunakan *mixer on-line*.

#### b. Konsumsi flokulan.

Konsentrasi flokulan yang digunakan lebih rendah pada lumpur yang memiliki konsentrasi tinggi. Hal ini berlaku pada pencampuran sesuai prosedur yang dilakukan di perusahaan.

### B. Kandungan Bahan Organik

Kandungan bahan organik akan sebanding dengan kadar *volatil solid* (VS). Semakin tinggi VS, semakin kecil juga kemampuan untuk *dewatering*. Tingkat kekeringan dari *sludge* yang dicapai akan rendah, dan konsumsi flokulan yang digunakan akan tinggi. Ketika kadar VS lumpur yang tinggi, dianjurkan untuk menambahkan langkah *tickening* dalam proses *dewatering* yang lebih baik.

### C. Sifat Koloid Lumpur:

Karakteristik ini memiliki efek yang sangat penting terhadap kinerja *dewatering*. Semakin tinggi sifat koloidnya, semakin sulit untuk dilakukan proses *dewatering*.

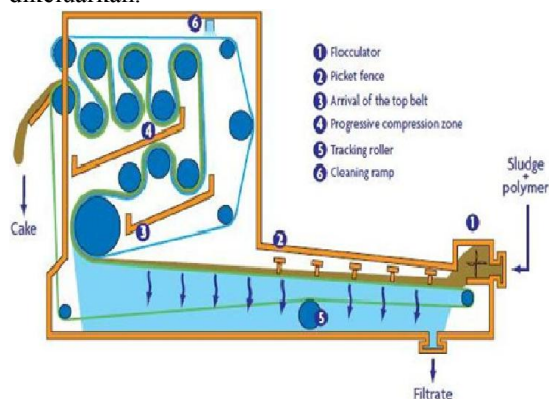
Empat faktor akan mempengaruhi sifat koloid dari lumpur [5]:

- Asal lumpur:  
Primer > *digested primary* > *fresh mixed* > *digested mixed* > *biological*  
Sifat koloid rendah → Sifat koloid tinggi
- Tingkat kesegaran lumpur  
Sifat koloid lumpur akan meningkatkan tingkat fermentasi dari lumpur (lumpur septik).
- Asal air limbah tersebut: penangan *return sludge* yang tidak sesuai akan meningkatkan sifat koloid dari lumpur.
- Proses *recycle* lumpur yang tidak sesuai akan meningkatkan sifat koloid nya.

Alat *dewatering* yang umum dipergunakan adalah *beltpress* yang secara kontinyu dapat melakukan proses *dewatering*. *Beltpress* merupakan alat yang tersusun oleh dua *belt* yang ditumpangkan pada roda berputar (Gambar 1).

Ada tiga zona dalam *beltpress*, yaitu:.

- Zona gravitasi, lumpur yang akan diperas masuk melalui zona gravitasi, berjalan mengikuti *belt* dan tertekan oleh dua *belt*.
- Zona peras, lumpur mengalami pemerasan air sehingga air jatuh melewati *belt* bawah.
- Zona pelepasan, lumpur melalui zona pelepasan dengan perjalanan *zigzag* agar *cake* dapat dilepaskan dari kedua *belt* untuk kemudian dikeluarkan.



Gambar 1. Flowchart Pengoperasian *Beltpress* <sup>3</sup>

### 3. Metodologi

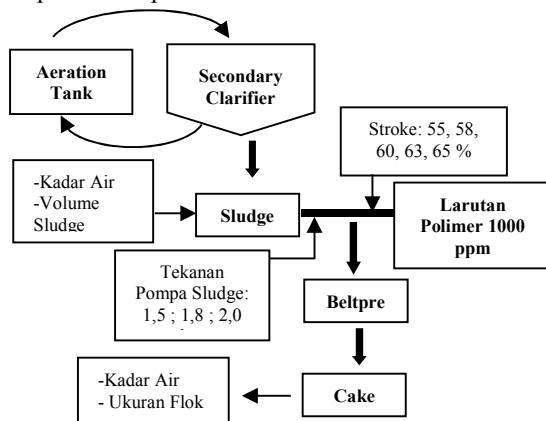
Penelitian ini merupakan studi pengolahan *sludge* dari kelebihan lumpur pengolahan limbah pada IPAL terpusat dengan menggunakan lumpur aktif. Penelitian dilakukan dengan cara menghitung efisiensi penurunan

kadar air dari lumpur dengan mengatur jumlah polimer dan *sludge* yang akan direaksikan.

Variabel penelitian adalah debit flokulan yang dipengaruhi oleh bukaan *valve* pompa flokulan yaitu : 55 (680 L/jam), 58 (717 L/jam), 60 (742 L/jam), 63 (779 L/jam) dan 65% (804 L/jam) dan tekanan pompa diafragma *sludge* : 1,5 (2,1 m<sup>3</sup>/jam), 1,8 (2,45 m<sup>3</sup>/jam) dan 2,0 (2,8 m<sup>3</sup>/jam) bar. Parameter penelitian adalah kadar air *sludge* awal dan akhir dan ukuran flok *sludge* (visual).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beltpress*, gelas piala, oven, cawan porselein, gelas ukur. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sludge* yang berasal dari *aeration tank*, flokulan polimer kationik aquaklor CP-925, produk dari PT. Lautan Luas.

Penelitian ini merupakan pendekatan proses flokulasi dengan menggunakan *sludge* basah dari *slurry tank* dijadikan umpan ke alat *beltpress* kemudian dicampurkan dengan flokulan polimer kationik. Diagram alir dari prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Dengan menghitung kadar air keluaran dari setiap variabel, maka akan didapatkan kondisi optimum dalam proses *dewatering* ini. Banyaknya flokulan dan debit *sludge* yang masuk ke dalam mesin *beltpress* juga digunakan untuk menghitung estimasi biaya dan jumlah *cake* yang dihasilkan dalam sebulan. Pengamatan ukuran flok dilakukan dengan cara mengukur flok yang terbentuk didalam unit flokulator, dan diukur menggunakan penggaris.

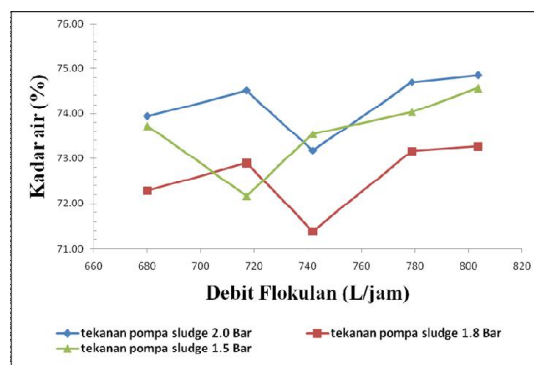
Kadar air didapat dengan metoda gravimetric, pemanasan dengan suhu 105 °C selama 2 jam atau hingga bobot tetap [5]. Pengukuran debit dilakukan dengan cara mengukur banyaknya jumlah *sludge* dan flokulan yang digunakan dalam waktu satu jam.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Suatu lumpur dapat diklasifikasikan sebagai B3 karena sifat ataupun jumlahnya harus memenuhi persyaratan menurut PP RI No.85 Tahun 1999 tentang pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun [6] dan [7], *sludge* dari hasil proses pengolahan limbah/IPAL dikategorikan sebagai limbah B3, sehingga PT EJIP harus melakukan *treatment* lumpur terlebih dahulu sebelum dibuang ke PT. PPLi.

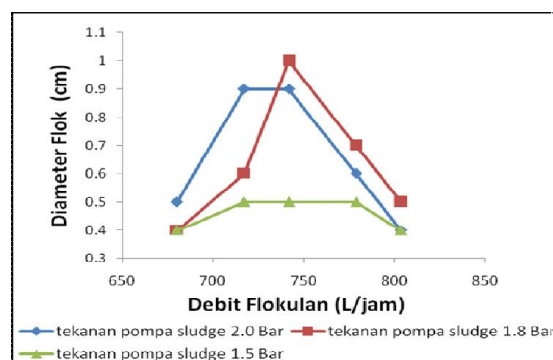
##### Efisiensi Dewatering Beltpress Berdasarkan Penurunan Nilai Kadar Air

Berdasarkan grafik kadar air akhir *sludge* vs debit flokulan (Gambar 3.) menunjukkan bahwa kadar air terkecil didapat pada laju alir polimer sebesar 742 L/jam dan tekanan pompa *sludge* 1.8 bar yaitu 71.39 %.



**Gambar 3.** Pengaruh Debit Flokulan terhadap Kadar Air Akhir *Sludge*

Hal ini berbanding lurus dengan flok yang terbentuk pada unit flokulator, yaitu flok terbesar terbentuk pada kondisi laju alir flokulan sebesar 742 L/jam dan tekanan pompa *sludge* 1.8 bar yaitu 1.0 cm (Gambar 4).

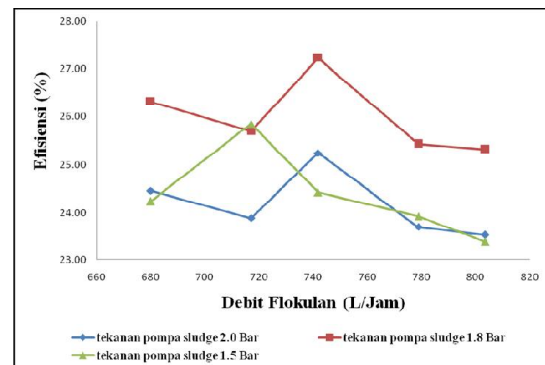


**Gambar 4.** Pengaruh Debit Flokulan terhadap Diameter Flok

Berdasarkan Gambar 4 ada kecenderungan bahwa diameter flok akan mengecil kembali jika dosis flokulan yang diberikan berlebihan. Hal ini

disebabkan muatan positif dari koagulan menarik kembali sehingga menguraikan flok yang terbentuk. Maka dapat dinyatakan bahwa kondisi optimum terletak pada kondisi laju alir flokulan sebesar 742 L/jam dan tekanan pompa *sludge* 1,8 bar.

Hubungan antara efisiensi proses *dewatering* dengan *Beltpress* terhadap debit flokulan ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa setiap laju alir *sludge* tertentu memiliki kondisi optimum masing-masing untuk mendapatkan efisiensi yang paling tinggi.



**Gambar 5.** Pengaruh Debit Flokulan terhadap Efisiensi Proses *Dewatering*.

Untuk laju alir *sludge* dengan tekanan di 1,5 bar diperoleh nilai efisiensi tertinggi pada 25,84 %, dengan menggunakan laju alir polimer sebesar 717 L/jam. Untuk laju alir *sludge* dengan tekanan 1,8 bar diperoleh nilai efisiensi tertinggi pada 27,23, dengan menggunakan laju alir flokulan sebesar 742 L/jam. untuk laju alir *sludge* dengan tekanan 2,0 bar diperoleh nilai efisiensi tertinggi pada 25,25 % dengan menggunakan laju alir polimer sebesar 742 L/jam. Sehingga kondisi paling optimum dalam proses pengolahan *sludge* di PT. EJIP adalah laju alir *sludge* dengan tekanan 1,8 bar dan laju alir flokulan sebesar 742 L/jam.

##### Estimasi Efisiensi Biaya

Dengan membandingkan jumlah *sludge* yang diolah dan *sludge* akhir dari proses *dewatering*, sebelum dilakukan penelitian ini dimana proses masih menggunakan filter press maka akan terlihat perbedaan yang cukup signifikan yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa proses *dewatering* dengan metoda *beltpress* lebih efisien dibandingkan dengan metoda *filter press*. Nilai *sludge* terolah pada Desember 2012 menunjukkan angka yang besar namun dimungkinkan masih terjadi *sludge* yang terbawa kembali ke dalam bak equalisasi,

dikarenakan pada bulan Desember masih dalam tahap percobaan.

Bila dalam satu bulan terdapat 28 hari dan dalam sehari terdapat 7 jam efektif kerja maka estimasi lumpur yang terolah sebesar 480,2 m<sup>3</sup> dan cake yang dihasilkan sebesar 31,89 ton. Biaya pembuangan *sludge* ke PT. PPLi sebesar 60 USD / ton maka biaya yang dibutuhkan untuk pembuangan *sludge* adalah sebesar 1.913 USD dan biaya untuk pembelian polimer/ flokulan sebesar 657 USD sehingga total biaya yang dikeluarkan dalam pengolahan *sludge* sebesar 2.570 USD. Bila dibandingkan dengan biaya pembuangan *sludge* pada saat hanya menggunakan proses dewatering yang lain maka ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Perbandingan Biaya pembuangan limbah

Bulan	<i>Sludge</i> terolah (m <sup>3</sup> )	<i>Cake</i> yang dihasil kan (%)	<i>Cake/</i> <i>sludge</i> (%)	Biaya USD	Keterangan
Oktober 2012	123.2	93.5	75.8 9	5610	<i>Filter press</i>
Desem ber 2012	862.6	91.8	10.6 4	5508	<i>Belt press</i>
Februari 2014	537	74.7	13.9 1	4482	<i>Belt press</i>
Kondisi Optimum	480.2	31.9	6.64	1913	Opti mum

Dapat dilihat dari **Tabel 1** bahwa dengan kondisi optimum menghasilkan jumlah *cake* yang paling sedikit dengan *sludge* terolah yang besar. Berdasarkan dari rasio *cake/sludge* nilai rasio pada kondisi optimum paling kecil yaitu 0,066, sehingga proses *dewatering* paling efektif dibanding proses *dewatering* yang lain. Bila dibandingkan dengan biaya pembuangan *cake* pada bulan oktober 2012 (ketika proses pengolahan *sludge* hanya menggunakan proses *drying bed* dan *filterpress*) yang sebesar 5610 USD maka perusahaan dapat menghemat biaya pembuangan *cake* kepada PT. PPLi sebesar 3.040 USD.

## 5. Kesimpulan

Dengan menggunakan alat *beltpress* perusahaan dapat menghemat biaya pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Nilai optimum dalam pengolahan *sludge* dengan laju alir polimer sebesar 742 L/jam (bukaan stroke = 60) dan laju alir *sludge* sebesar 2,45 m<sup>3</sup>/jam (tekanan 1,8 bar).

2. Kadar Air yang diperoleh dengan pengaturan optimum sebesar 71,39 % m/m. dengan efisiensi penurunan air sebesar 27,23 % m/m
3. Estimasi biaya pembuangan *sludge* yang akan dikeluarkan dalam sebulan bila menggunakan kondisi optimum pada poin satu adalah sebesar 1.913 USD.
4. menghemat biaya pembuangan *cake* ke PT. PPLi sebesar 3.595 USD bila dibandingkan dengan pengolahan *sludge* dengan metoda *drying bed* dan *Filterpress*.
5. Nilai kadar air yang didapat memenuhi syarat pada spesifikasi kemampuan yang tertera di alat.

## Daftar Pustaka

1. Anonimus. *Industrial Water Treatment Plant and Maintenace Manual Vol. 1*. Bekasi: PT EJIP. 1992.
2. Sugiharto. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press: Jakarta. 1987.
3. Qasim, S.R. *Waste Water and treatment Plans*. CBS Collage Publishing: USA. 1985.
4. Folerger, SNF. 2011. *Dewatering Sludge* (Online), (<http://www.flocclulant.com>).
5. Ginting, P. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya: Bandung. 2007.
6. Anonimus. *Standar Nasional Indonesia No. 03-6793-2002, SNI Metode Pengujian Kadar Air, Kadar Abu dan Bahan Organik dari Tanah Gambut dan Tanah Organik Lainnya*. KAN: Jakarta. 2002.
7. [PP]. Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. Jakarta. 1999.
8. [KLH]. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2010; Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kawasan Industri. Jakarta. 2010.