

## **PENENTUAN KONDISI OPTIMUM PENGENDAPAN LIMBAH TAILING HASIL PENAMBANGAN EMAS DI DAERAH CIBALIUNG**

**Tri Partuti<sup>†</sup>**

*Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon*

*Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435*

*E-mail: partuti33@gmail.com*

**Yanyan Dwiyanti**

*Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon*

*Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten 42435*

### **ABSTRAK**

Penentuan kondisi optimum pengendapan limbah *tailing* hasil penambangan emas di daerah Cibaliung telah dilakukan secara kimiawi (koagulasi-flokulasi), dengan parameter dosis koagulan (5,13 dan 10,26 ml), flokulan (2,56; 5,13; 10,26 dan 20,52 ml), kondisi pH *slurry* (6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0 dan 10,5) serta fraksi/ukuran partikel (+100#; -100 +140#; -140 +200#; dan -200 +325#). *Tailings thickening* merupakan tahap awal pengolahan limbah untuk memisahkan dan mengendapkan partikel solid (*slurry*) yang terkandung dalam *tailings* sehingga mengendap di dasar tanki. Penelitian menggunakan alat Jar-Test, volume *slurry* 1000 ml, untuk mengatur kondisi keasaman *slurry* ditambahkan HCl 32%, kondisi pH awal *slurry* 10 dan 37% solid, saat penambahan koagulan dilakukan pengadukan selama 2 menit dengan kecepatan 145 rpm, untuk flokulan selama 5 menit dengan kecepatan 60 rpm. Endapan yang diperoleh dinyatakan dalam total padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid (TSS)*. Koagulan yang digunakan adalah polyaluminium chloride (PAC) 100 ppm, sedangkan flokulan yang digunakan adalah poliakril amida (PAA) 100 ppm. Semakin banyak koagulan dan flokulan yang ditambahkan maka konsentrasi TSS semakin menurun. Kondisi optimum pengendapan adalah pada pH 8 dengan 10,26 ml koagulan PAC 100 ppm (TSS = 368 ppm) dan 20,52 ml flokulan 100 ppm (TSS = 1177 ppm). Semakin besar fraksi massa tertahan (ukuran partikel koloid semakin kecil) maka terdapat banyak partikel halus yang tidak dapat tertangkap oleh flokulan yaitu pada fraksi -325# atau 45 µm.

*Kata Kunci: Tailing, Koagulasi, Flokulasi, pH Slurry, Total Suspended Solid*

---

<sup>†</sup> Corresponding Author

### 1. PENDAHULUAN

Keberadaan *tailing* dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari dari penggalian atau penambangan yang dilakukan. *Tailing* ini terjadi karena tidak ada proses yang 100% efisien sehingga material yang tidak ter-recovery atau tidak ekonomis akan terbuang berbentuk *slurry* atau lumpur (Prasetyo, 2008). Secara fisik komposisi *tailing* terdiri dari 50% fraksi pasir halus dengan diameter 0,075-0,4 mm, dan sisanya berupa fraksi lempung dengan diameter 0,075 mm. *Tailing* hasil penambangan emas umumnya mengandung mineral inert (tidak aktif) seperti kuarsa, kalsit dan berbagai jenis aluminosilikat, serta masih mengandung emas, juga mengandung beberapa bahan berbahaya beracun seperti arsen, kadmium, timbal, merkuri, sianida dan lainnya (Riogilang dan Masloman, 2009).

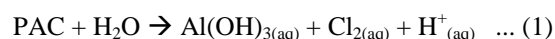
*Tailings thickening* merupakan tahap awal dalam penanganan limbah hasil proses penambangan emas yang berfungsi untuk memisahkan dan mengendapkan partikel solid (*slurry*) yang terkandung dalam *tailings* sehingga dapat mengendap di dasar tangki. Prosentase solid yang diperbolehkan dalam tangki hanya sekitar 55-60% yang selanjutnya akan disalurkan ke *Tailing Storage Facilities* setelah melalui proses detoksifikasi (Prasetyo, 2008). Tetapi pada kenyataannya %solid yang mengendap lebih besar dan dapat mempengaruhi larutan *overflow* di permukaan yang menyebabkan masih tingginya konsentrasi total padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid (TSS)* yang secara kasat mata terlihat tidak jernih, sehingga diperlukan usaha untuk mengatasi kelebihan %solid di dasar tangki.

TSS adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan inorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45 µm. Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Wardhani, dkk., 2014).

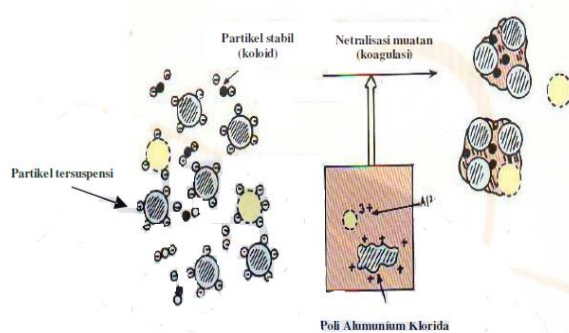
Penelitian mengenai pengolahan limbah industri secara kimiawi melalui proses koagulasi dan flokulasi telah dilakukan untuk mengatasi endapan yang terjadi dengan menambahkan koagulan dan flokulan. Proses koagulasi berfungsi untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel koloid sehingga mengijinkan gaya tarik van der Waals untuk mendorong terjadinya agregasi koloid dan zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk *microfloc*. Koagulan adalah bahan kimia yang ditambahkan untuk mendestabilisasi partikel koloid dalam air limbah agar flok dapat terbentuk. Flokulasi adalah proses berkumpulnya partikel-partikel flok mikro membentuk aglomerasi besar pengikatan oleh flokulan. Flokulan adalah bahan

yang ditambahkan untuk meningkatkan proses flokulasi (Kristijarti, dkk., 2013).

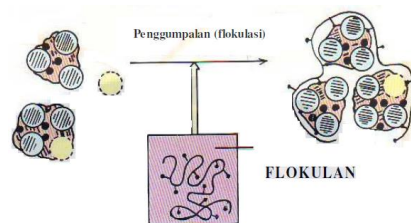
Ada beberapa jenis koagulan yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah, yaitu aluminium sulphate (alum), ferric sulphate, ferrous sulphate, ferric chloride, polyelectrolyte dan polyaluminium chloride (PAC). PAC banyak digunakan karena memiliki rentang pH yang lebar dan digunakan jika pH badan air penerima lebih tinggi dari 7,5 (Kristijarti, 2013), seperti pada pengolahan air limbah seperti di kegiatan tambang emas bawah tanah (Hidayatullah, 2013), di industri semen (Susanto, 2008), penurunan kadar kromium limbah penyamakan kulit (Romadhon, 2016) dan di pabrik jamu ((Kristijarti, dkk., 2013). Proses koagulasi dengan PAC terlihat pada Gambar 1. PAC memiliki kemampuan koagulan yang lebih baik dari aluminium sulphate dan dapat menghasilkan flok yang stabil sesuai dengan rumus kimia  $[Al_2(OH)_nCl_{6-n} \cdot xH_2O]_m$  ( $m \leq 10$   $n=1-5$ ) dan persamaan reaksi kimia seperti ditunjukkan pada persamaan (1).



Flokulan poliakril amida (PAA) digunakan untuk menjernihkan air minum dan pengolahan air limbah. Karena berat molekulnya yang sangat tinggi, PAA sangat efektif digunakan untuk pembentukan mikrofloka pada waktu koagulasi untuk menghasilkan mikrofloka yang besar. Proses flokulasi terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Proses koagulasi dengan PAC (Susanto, 2008)



Gambar 2. Proses flokulasi (Susanto, 2008)

Untuk mengetahui kinerja koagulasi dan flokulasi serta menentukan dosis pemakaian bahan kimia pada penelitian ini digunakan alat laboratorium Jar-Test (Gambar 3). Beberapa variabel bebas yang diteliti adalah volume optimum

koagulan dan flokulan yang ditambahkan, kondisi keasaman *slurry* dan ukuran partikel *slurry* dengan variabel terikatnya adalah konsentrasi TSS.

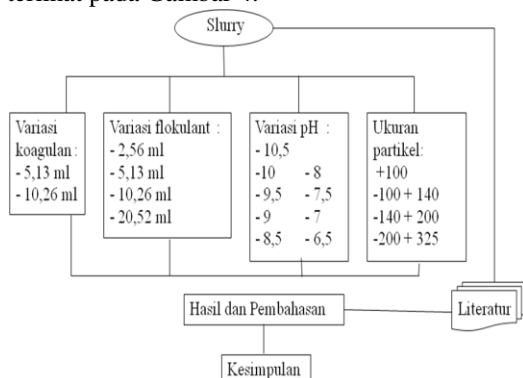
## 2. METODE PENELITIAN

Sampel *tailing* yang digunakan berasal dari salah satu perusahaan penambangan emas di daerah Cibaliung. pH awal *slurry* adalah 10 dan mengandung 37% solid. Volume *slurry* untuk perlakuan masing-masing 1000 ml. Konsentrasi koagulan (PAC) dan flokulan yang digunakan masing-masing memiliki konsentrasi 100 ppm. Proses pengadukan dilakukan selama 5 menit dengan kecepatan 60 rpm (untuk penambahan flokulan) dan 2 menit dengan kecepatan 145 rpm (untuk penambahan koagulan). Proses pengadukan cepat bertujuan untuk mendispersikan koagulan dengan air limbah agar dapat bercampur dengan sempurna, sedangkan pengadukan lambat ditujukan untuk membantu pembentukan flok-flok dengan ukuran yang lebih besar. Setelah penambahan koagulan maupun flokulan sampel didiamkan selama 10 menit hingga membentuk endapan. Untuk mengatur kondisi keasaman *slurry* ditambahkan HCl 32%.



Gambar 3. Jar-Test (Risdiyanto, 2007)

Alat yang digunakan antara lain beaker glass, pipet tetes, pH meter, flokulator dan kuvet. Konsentrasi TSS dapat diketahui dengan menggunakan instrumen spektrofotometer. Diagram alir penelitian terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

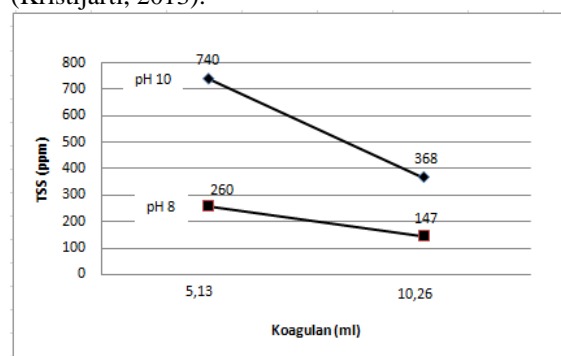
### 3.1. Pengaruh Dosis Koagulan

Volume koagulan yang ditambahkan ke dalam *slurry* pH 10 sebanyak 5,13 dan 10,26 ml dengan masing-masing pengukuran konsentrasi TSS adalah

740 dan 368 ppm. Semakin banyak koagulan yang ditambahkan maka semakin kecil konsentrasi TSS. Keefektifan proses koagulasi juga dipengaruhi oleh pH larutan (Wardhani, dkk., 2014). *Slurry* yang dikondisikan pada pH 8 pun menunjukkan hal yang sama (Gambar 5).

Penetralan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid (Risdiyanto, 2007). Dalam hal ini koagulan PAC berhasil mengikat partikel koloid yang ada dalam *slurry*.

Walaupun kekeruhan tidak mempunyai hubungan langsung dengan TSS karena kekeruhan tergantung dari ukuran dan bentuk butir partikel (Risdiyanto, 2007), namun kebutuhan koagulan yang lebih banyak menunjukkan bahwa kekeruhan dalam air limbah disebabkan oleh partikel koloid (Kristijarti, 2013).



Gambar 5. Pengaruh penambahan koagulan terhadap TSS *slurry*

### 3.2. Pengaruh Dosis Flokulan

Proses flokulasi dilakukan setelah setelah proses koagulasi dimana pada proses koagulasi kekokohan partikel koloid ditiadakan sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid sehingga muatan partikel menjadi netral. Keefektifan flokulasi tergantung pada konsentrasi serta jenis koagulan dan flokulan dan pH (Risdiyanto, 2007).

Variasi dosis flokulan yang ditambahkan pada penelitian ini berdasarkan perhitungan berikut.

Massa dalam larutan = 575 gram

1 shift = 8 jam

1x mixing = 575 gram

Jadi selama 1 shift digunakan flokulan sebanyak 4600 gram.

Asumsi tonase giling adalah 25 dmt/jam sehingga selama satu shift adalah 200 dmt

$$\text{Dosis} = \frac{\text{massa flokulan}}{\text{tonase giling}} = \frac{4600}{200} = 23 \text{ gram flokulan/ton ore}$$

Analisa sampel pada *slurry* yang digunakan terdiri dari solid = 46,1 gram dan air sebanyak 828,4 gram.

$$\text{Maka, } (23 \text{ gram}) / (1000 \text{ kg}) = (x) / (0,4461 \text{ kg})$$

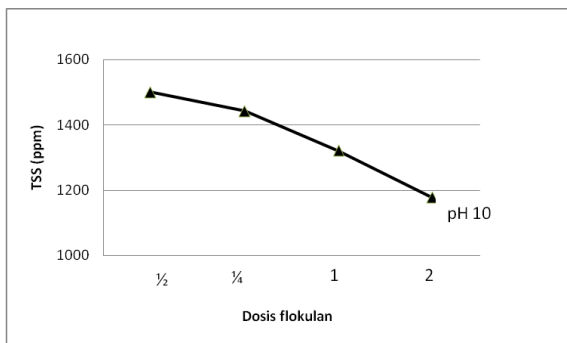
$$X = 0,01026 \text{ gram} \approx 10,26 \text{ mg}$$

Sehingga pada penelitian digunakan dosis ¼, ½, 1, dan 2 dari dosis perhitungan flokulan. Konsentrasi TSS setelah diberikan flokulan terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 6.

Tabel 1. Analisa TSS dengan variasi dosis flokulan

Dosis Flokulan	Volume Flokulan	pH <i>Slurry</i>	TSS
¼	2,56	10	1500
½	5,13		1442
1	10,26		1321
2	20,52		1177

Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan volume flokulan berbanding terbalik dengan TSS yang diperoleh, semakin tinggi volume flokulan maka nilai TSS akan semakin kecil.



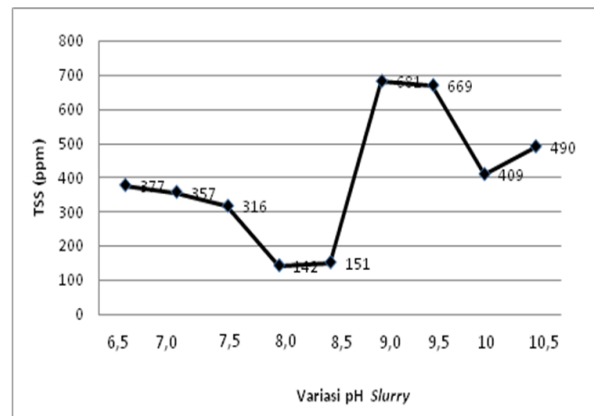
Gambar 6. Pengaruh dosis flokulan terhadap TSS *slurry*

### 3.3. Pengaruh pH *Slurry*

Proses pengendapan juga dapat dipengaruhi oleh pH. Koagulan dan flokulan yang ditambahkan masing-masing 10,26 ml dan 20,52 ml, serta penambahan HCl 32% sampai diperoleh pH yang diinginkan untuk mengetahui kondisi optimum proses koagulasi-flokulasi. Hasil analisa perubahan pH *slurry* terhadap konsentrasi TSS terlihat pada Gambar 7. Perlakuan terhadap kondisi pH *slurry* dapat menentukan pH koagulasi optimum (Kristijarti, 2013).

Pada Gambar 7 terlihat bahwa semakin tinggi pH tidak membuat konsentrasi TSS menjadi berkurang. Kondisi optimum pH untuk proses koagulasi dan flokulasi adalah pada pH 8, karena jika kondisi pH > 8 maka konsentrasi TSS akan meningkat kembali. Hal ini dapat disebabkan karena pada kondisi optimal semua muatan listrik yang dibawa oleh partikel-partikel koloid akan dinetralkan oleh muatan listrik yang dibawa oleh koagulan dan flokulan sehingga semua partikel koloid dapat diendapkan dalam bentuk flok, perlu diperhatikan bila dosis

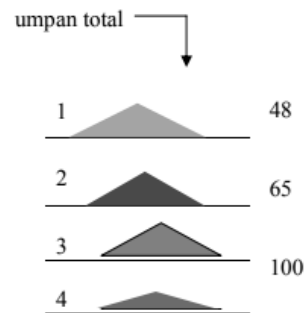
koagulan dan flokulan yang digunakan berlebih maka akan terjadi adsorpsi berlebih oleh partikel koloid air limbah sehingga menyebabkan terjadinya deflokulasi atau restabilisasi karena kelebihan muatan ini menyebabkan partikel koloid jadi bermuatan listrik yang sejenis sehingga menimbulkan gaya tolak menolak yang membuat flok yang sebelumnya terbentuk pecah kembali (Risdiyanto, 2007).



Gambar 7. Pengaruh kondisi pH *slurry* terhadap TSS

### 3.4. Pengaruh Fraksi *Slurry*

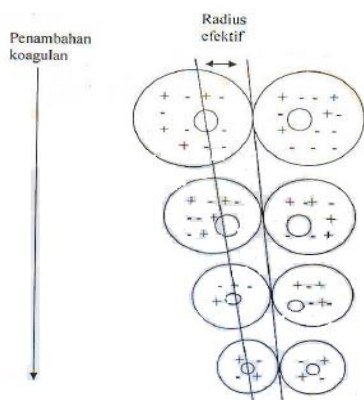
Selain dilakukan proses flokulasi dan koagulasi juga dilakukan *sizing* untuk mengetahui fraksi massa partikel yang tertahan. Partikel *slurry* melalui proses pengayakan (*screening*) dapat digambarkan seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Screening* (Bidangan dan Namri, 2014)

Bila koagulan seperti PAC ditambahkan maka pembentukan presipitat atau endapan akan terjadi dengan cepat. Koloid dapat berlaku sebagai kondensasi dalam presipitat tersebut dan koloid ikut terjaring ketika presipitat tersebut mengendap. Koloid akan semakin stabil bila mempunyai perbedaan muatan yang tinggi dan ukuran partikel yang kecil. Pada saat koagulan dilarutkan, kation akan menetralkan muatan negatif koloid (Susanto, 2008), seperti ditunjukkan pada Gambar 9.

Hasil *screening* dengan ukuran +100#, -100 +140#, -140 +200# dan -200 +325# dan -325# terlihat pada Tabel 2. Fraksi massa tertahan dapat dihitung berdasarkan persamaan (2).

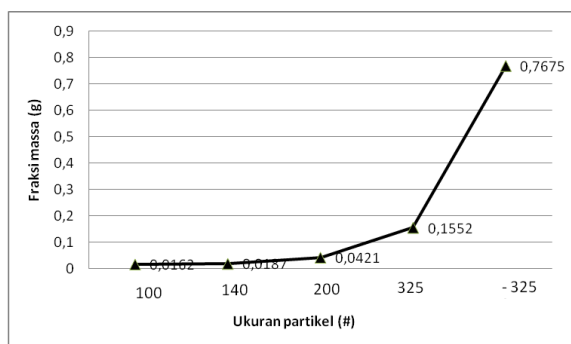


Gambar 9. Netralisasi muatan setelah penambahan koagulan

$$\text{Fraksi massa tertahan} = \frac{\text{berat partikel tertahan}}{\text{berat total campuran}} \dots (2)$$

Tabel 2. Ukuran partikel dan fraksi massa tertahan

Ukuran partikel (#)	Massa tertahan (g)	Fraksi massa tertahan (g)
+100	13	0,0162
-100 + 140	15	0,0187
-140 + 200	33,7	0,0421
-200 + 325	124,1	0,1552
-325	613,4	0,7675
	799,2	



Gambar 10. Pengaruh ukuran partikel terhadap fraksi massa tertahan

Gambar 10 dapat menjelaskan bahwa semakin besar fraksi massa tertahan (ukuran partikel koloid semakin kecil) maka terdapat banyak partikel halus yang tidak dapat tertangkap oleh flokulan yaitu pada fraksi -325# atau 45 µm.

#### 4. KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk mengendapkan partikel solid yang terkandung dalam *tailings* (*slurry*) dari limbah penambangan emas adalah pada pH 8 dengan penambahan 10,26 ml koagulan PAC 100 ppm (TSS = 368 ppm), 20,52 ml flokulan 100 ppm (TSS = 1177 ppm). Semakin besar fraksi massa tertahan (ukuran partikel koloid semakin kecil) maka terdapat

banyak partikel halus yang tidak dapat tertangkap oleh flokulan yaitu pada fraksi -325# atau 45 µm.

#### PUSTAKA

Bidangan, J. dan Namri. 2014. *Laboratorium Pilot Plant "Screening"*. Politeknik Negeri Samarinda. <https://docs.google.com/document/d/1hD1Xblq78a9IzfjZLokiAhdavp7yQkjdvDEzjgIQ4gk/edit> (aces on July, 17, 2017)

Hidayatullah, S. (2013). *Kajian Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Kegiatan Tambang Emas Bawah Tanah PT. ANTAM TBK UBPE PONGKOR, Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. UPN "Veteran" Yogyakarta.* [http://repository.upnyk.ac.id/7095/1/INTISARI\\_new.pdf](http://repository.upnyk.ac.id/7095/1/INTISARI_new.pdf) (aces on July, 14, 2017)

Kristijarti, P.A., Suharto, I., Marieanna. (2013). *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. Universitas Katolik Parahyangan.* <http://journal.unpar.ac.id/index.php/rekayasa/article/viewFile/231/216> (aces on July, 13, 2017)

Prasetyo, R. (2008). *Thesis Kajian Pemanfaatan Limbah Penambangan Emas (Studi Kasus : Pemanfaatan Tailing di PT. ANTAM UBPE Pongkor. Universitas Indonesia. Jakarta.*

Riogilang, H. dan Masloman, H. (2009). *Pemanfaatan Limbah Tambang Untuk Bahan Konstruksi Bangunan. EKOTON, Vol. 9, No. 1, Hal. 69-73.*

Risdianto, D. (2007). *Thesis Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul). Universitas Diponegoro. Semarang.*

Romadhon, M.R. (2016). *Efektivitas Jenis Koagulan Dan Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar Kromium Limbah Penyamakan Kulit. Universitas Negeri Yogyakarta.*

Susanto, R. (2008). *Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.*

Wardhani, E., Dirgawati, M., Astadipura, D. F. 2014. *Penentuan Jenis dan Dosis Koagulan dalam Mengolah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. Itenas. Bandung.* [http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2014/04/Penentuan-Jenis-dan-Dosis-Koagulan-dalam-Mengolah-Air-Limbah-Industri-Penyamakan-Kulit\\_noPW.pdf](http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2014/04/Penentuan-Jenis-dan-Dosis-Koagulan-dalam-Mengolah-Air-Limbah-Industri-Penyamakan-Kulit_noPW.pdf) (aces on July, 16, 2017)