

Penurunan Kromium (Cr) dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)_2 , NaOH , dan NaHCO_3 (Studi Kasus di Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang)

The Decreasing Of Chromium (Cr) In Liquid Waste Of Process Equation in Leather Tanning Using Compound Alkali Ca(OH)_2 , NaOH , And NaHCO_3 (Case Study in Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang)

Tri Joko

ABSTRACT

Background : One of the industrial type which use hazardous materials in its production process is leather tanning industry, by using chromium compound (Cr). Chromium is a heavy metal compound which recognized has a high poison energy. Result of analysis of sampel industrial liquid waste of leather tanning of PT Trimulyo Kencana Mas (TKM) Semarang showed that total chromium concentration was 49,575 mg/l. This total Chromium rate was still above the standard quality of which enabled maximal 2,0 mg/l, according to Kep51/MENLH/110/1995.

Alkali compound of Ca(OH)_2 , NaOH and NaHCO_3 is chemicals able to be used for the processing of industrial liquid waste of pregnant leather tanning of chromium, functioning to boost up condensation pH and precipitated chromium so that obtained chrome in the form of hydroxide chromium (Cr(OH)_3).

Methods : which used in this research is (quasi experimental), with experiment variable repeated or referred as one group pretest - posttest design.

Results : of this research showed that optimum pH for the compound of each alkali at condition of pH 8, with the efficiency dissociation of chromium was equal to 99,28 % by using alkali compound of Ca(OH)_2 and of NaOH , while usage of NaHCO_3 equal to 98,50 %.

Conclusions: Alkali compound of Ca(OH)_2 , NaOH and NaHCO_3 can degrade chromium concentration (Cr) in liquid waste with high efficiency, that is reaching under standard quality. The most effective Compound of Alkali, evaluated from the technical aspect for the degradation of chromium concentration in liquid waste is NaOH , because with only small dose can dissociate chromium in liquid waste with high efficiency (99,28 %), For economic reason and recommendation for application in the field is Ca(OH)_2 .

Keyword : Efficiency Ca(OH)_2 , hydroxide chromium, NaHCO_3 , NaOH , pH, Chromium Compound

PENDAHULUAN

Limbah B3 yang dibuang langsung ke dalam lingkungan dapat menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Mengingat risiko tersebut, maka perlu diupayakan agar setiap kegiatan industri dapat meminimalkan limbah B3 yang dihasilkan. Untuk menghilangkan atau mengurangi risiko yang dapat ditimbulkan dari limbah B3 yang telah dihasilkan maka limbah B3 perlu dikelola secara khusus. ⁽¹⁾

Senyawa kromium (Cr) dalam limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari proses produksi penyamakan kulit, dimana dalam penyamakan kulit yang menggunakan senyawa kromium sulfat antara 60 %- 70 % dalam bentuk larutan kromium sulfat tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan

sebagai limbah cair. Keberadaan kromium dengan konsentrasi yang tinggi dalam limbah cair industri penyamakan kulit tentunya dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. ⁽²⁾

Dampak kelebihan kromium pada tubuh akan terjadi pada kulit, saluran pernafasan, ginjal dan hati. Pengaruh terhadap saluran pernafasan yaitu iritasi paru-paru akibat menghirup debu kromium dalam jangka panjang dan mempunyai efek juga terhadap iritasi kronis, *polyp*, *tracheobronchitis* dan *pharyngitis* kronis. Reaksi asma lebih sering terjadi akibat Cr (VI) daripada Cr (III). Pada pekerja *chrome-plating plants* dan penyamakan kulit sering terjadi kasus pada mukosa hidung. ⁽³⁾ Krom heksavalen (Cr^{6+}) dari buangan industri penyamakan kulit biasanya terdapat dalam bentuk kromat (CrO_4^{2-}). Keracunan kromat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistemik.

Uap kromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernafasan dan kanker paru-paru, serta kerusakan kulit oleh garam krom sebagai borok krom.⁽⁴⁾

Secara teoritis pemisahan logam-logam berat bisa dilakukan dengan cara pengendapan berbentuk hidroksida pada pH yang tepat, dan biasanya dalam kondisi basa.

Untuk mendapatkan pH yang tepat digunakan senyawa alkali. Berbagai jenis senyawa alkali yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair proses penyamakan kulit antara lain, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH , dan NH_4OH . Senyawa alkali dapat digunakan untuk proses pengendapan kromium sebagai $\text{Cr}(\text{OH})_3$, karena senyawa alkali adalah bersifat basa kuat bila bereaksi dengan air, dan zat pereduksi yang sangat kuat, sehingga mudah kehilangan elektron.

Menurut Kenneth H. Lanoute dalam *Heavy Metal Removal*⁽⁵⁾ menyatakan bahwa $\text{Cr}(\text{OH})_3$ mengendap sempurna pada pH 7,5 – 8,0. Sedangkan menurut Benefield $\text{Cr}(\text{OH})_3$ adalah senyawa yang bersifat amfoter akan melarut dengan minimum pada pH 7,5 – 10, dan kelarutan kromium melalui proses reduksi dan netralisasi mendekati 0 (nol) pada pH 8,5 – 9,0. Kondisi optimal pengendapan $\text{Cr}(\text{OH})_3$ dipengaruhi oleh unsur-unsur lain yang terdapat dalam larutan. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ merupakan bentuk senyawa dari proses pengendapan Cr_2O_3 menggunakan senyawa alkali yang dianggap sudah stabil dan tidak menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dibandingkan dengan senyawa kromat (krom valensi 6).⁽⁶⁾

Krom valensi 3 dengan adanya oksidator tertentu dan kondisi lingkungan yang memungkinkan akan teroksidasi menjadi krom valensi 6. Oleh karena itu untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan dikemudian hari maka perlu segera dilakukan penanganan lanjut terhadap endapan $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ini.⁽⁷⁾ Tujuan dari penelitian ini adalah : untuk mengetahui kemampuan konsentrasi senyawa alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , dan NaHCO_3 dalam menurunkan senyawa Chrom total limbah cair industri penyamakan kulit di PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian penjelasan (*Explanatory Research*) karena dalam penelitian ini ingin mengetahui pengaruh perbedaan pemberian berbagai senyawa alkali sebagai pengatur pH, terhadap penurunan kadar kromium total dengan menggunakan metode penelitian eksperimen dalam skala laboratorium.⁽⁸⁾

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental-semu (*quasi-experimental research*). Karena pada penelitian ini tidak memungkinkan untuk mengontrol dan/atau memanipulasikan semua variabel-variabel yang relevan.⁽⁹⁾

3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimen ulang atau disebut *One Group Pretest-posttest Design*. Dalam rancangan penelitian ini digunakan atau kelompok subyek untuk jangka waktu tertentu. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan diberikan, dan pengaruh perlakuan diukur dari perbedaan antara pengukuran awal dan pengukuran akhir.

4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di 3 (tiga) tempat, yaitu lokasi pengambilan sampel limbah cair yang mengandung kromium, yaitu di PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang. Lokasi pemeriksaan dan penelitian konsentrasi kromium total sampel awal dan sampel akhir setelah pengolahan di laboratorium Bapedalda Kota Semarang.

5. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair industri penyamakan kulit PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang. Dalam penelitian ini sampel yang diambil adalah sebagian limbah cair dari bak penampungan limbah proses penyamakan kulit krom.

Untuk mendapatkan banyaknya replikasi (pengulangan) dalam setiap perlakuan sampel senyawa alkali didasarkan pada rumus⁽⁸⁾ :

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

dimana t = banyaknya perlakuan

r = replikasi yang dilakukan

Penelitian yang dilakukan pada limbah cair industri penyamakan kulit sebelum dilakukan perlakuan 1 kali, setelah perlakuan 3 kali dengan penambahan berbagai senyawa alkali masing-masing $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 5$ kali (pH 7, 8, 9, 10, dan pH 11), demikian juga dengan senyawa alkali NaOH , dan NaHCO_3 diperlakukan masing-masing 5 kali, sehingga masing-masing perlakuan diulang sebanyak :

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$r = 4,75$$

Dari hasil tersebut didapat $r = 4,75$ (diambil 4, pertimbangan biaya), sehingga jumlah sampel perlakuan sebanyak $4 \times 5 = 20 \times 3$ sampel = 60, ditambah 3×1 sampel untuk kontrol. Jadi keseluruhan sampel perlakuan sebanyak 63.

6. Pengumpulan Data

Penurunan Kromium

Data Primer diperoleh dari hasil pengukuran parameter kromium sebelum dan sesudah pengolahan kimia limbah cair dengan penambahan senyawa alkali [Ca(OH)₂, NaOH, dan NaHCO₃ pada kondisi basa (pH 7, 8, 9, 10, dan 11). Data sekunder diperoleh dari studi pustaka yang berkaitan dengan proses penyamakan kulit, pengolahan limbah cair penyamakan kulit, dan pustaka mengenai kromium dalam limbah cair industri penyamakan kulit.

7. Penyajian dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian penggunaan berbagai senyawa alkali (Ca(OH)₂, NaOH, dan NaHCO₃) sebagai pengatur pH limbah untuk pengendapan (pemisahan) kromium disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Dari hasil analisis konsentrasi kromium dalam supernatan limbah maka dapat dihitung efisiensi pemisahan kromium dari limbah cair. Efisiensi pemisahan kromium dari limbah cair dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Ef = \frac{Co - Cs}{Co} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

- Ef : Efisiensi pemisahan kromium
- Co : Konsentrasi kromium dalam limbah awal
- Cs : Konsentrasi kromium dalam supernatan (setelah penambahan senyawa alkali)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian Menggunakan Berbagai Senyawa Alkali

Senyawa alkali yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ca(OH)₂, NaOH, dan NaHCO₃, yang berfungsi untuk menaikkan pH dan mengendapkan kromium dalam limbah cair industri

penyamakan kulit. Dalam penelitian ini pH limbah cair dikondisikan pada variasi pH 7, 8, 9, 10, dan 11 untuk masing-masing senyawa alkali.

Setelah dilakukan penambahan berbagai senyawa alkali terhadap sampel limbah dengan berbagai variasi pH, dilakukan proses *jar-test* dengan pengadukan cepat selama 100 rpm (putaran per menit) selama 1 menit, dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat 50 rpm selama 20 menit. Selanjutnya diendapkan selama 24 jam. Adapun hasil penelitian setelah dilakukan penambahan berbagai senyawa alkali [Ca(OH)₂, NaOH, dan NaHCO₃] dengan berbagai variasi pH terhadap konsentrasi krom total dalam *supernatan* limbah cair proses penyamakan kulit, selengkapnya dapat dilihat pada pembahasan berikut:

a. Penggunaan Senyawa Alkali Ca(OH)₂

Sampel limbah cair sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 ml, selanjutnya dilakukan penambahan senyawa alkali Ca(OH)₂ 10 % sedikit demi sedikit sampai dicapai pH yang diinginkan (pH 7, 8, 9, 10 dan 11) , setelah pH yang diinginkan tercapai langkah berikutnya dilakukan pengadukan cepat (proses koagulasi) dan pengadukan lambat (proses flokulasi) menggunakan alat *jar-test*. Setelah pengadukan selesai, perlakuan berikutnya terhadap sampel adalah proses pengendapan selama 24 jam sehingga dihasilkan endapan dalam bentuk Cr(OH)₃.

Untuk mengetahui berapa konsentrasi kromium total yang dapat disisihkan (endapkan) menggunakan larutan Ca(OH)₂ maka, dilakukan analisis kromium dalam *supernatan* (larutan bening). Adapun hasil analisis laboratorium setelah penambahan larutan Ca(OH)₂ selengkapnya dapat dilihat pada table 1 berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Konsentrasi Kromium Total dalam Supernatan Setelah Penambahan Senyawa Alkali Ca(OH)₂ 10 %, Oktober 2003

No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata-rata Konst. Kromium (mg/l)
1	7	1,192	1,308	1,205	1,296	1,250
2	8	0,325	0,392	0,426	0,291	0,358
3	9	0,675	0,442	0,538	0,579	0,558
4	10	0,942	0,725	1,017	0,650	0,833
5	11	1,008	1,608	1,351	1,265	1,308

Selanjutnya untuk mengetahui berapa efisiensi pemisahan kromium dari limbah cair setelah penambahan senyawa alkali Ca(OH)₂, maka dapat dihitung dengan rumus 3.1. Berdasarkan data analisis konsentrasi kromium dalam *supernatan*

seperti yang telah disajikan pada tabel 1. Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan efisiensi pemisahan kromium total dari limbah cair dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Efisiensi Pemisahan Kromium dari Limbah Cair Proses

Penyamakan Kulit Setelah Penambahan Ca(OH) ₂ 10 %, Oktober 2003						
No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata2 Efisiensi Kromium (%)
1	7	97,59	97,36	97,57	97,39	97,48
2	8	99,34	99,21	99,14	99,41	99,28
3	9	98,64	99,11	98,91	98,83	98,87
4	10	98,10	98,54	97,95	98,69	98,32
5	11	97,97	97,76	97,27	97,44	97,36

Larutan kapur [Ca(OH)₂] yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan konsentrasi 10 %. Dari hasil penelitian didapatkan data bahwa dosis optimal larutan kapur untuk menaikkan/mengatur pH limbah cair dari pH 3,4 menjadi pH 7 – pH 11 seperti pada tabel 1.

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa pH optimal larutan Ca(OH)₂ untuk mengendapkan kromium dalam bentuk Cr(OH)₃ adalah pada pH 8, dengan efisiensi rata-rata pemisahan kromium total mencapai 99,28 %, sehingga konsentrasi kromium total dalam limbah cair awal sebesar 49,575 mg/l berkurang menjadi 0,358 mg/l.

Berdasarkan table 2 menunjukkan bahwa pada kondisi pH 7 sudah terlihat terjadinya peningkatan efisiensi pemisahan kromium, yaitu sebesar 97,48 %, tetapi setelah sampai pada pH 9 dan pH 10 efisiensi pemisahan kromium cenderung tetap (98,87 % dan 98,32 %). Namun setelah pada pH 11 efisiensi pemisahan kromium terus menurun menjadi 97,36 %.

Limbah cair dari proses penyamakan kulit sebagian besar mengandung kromium valensi 3, karena senyawa krom yang dapat menyamak ialah krom valensi 3, sedangkan krom valensi 6 dapat dipakai dengan jalan mereduksi terlebih dahulu sehingga menjadi krom valensi 3. Kromium ini harus dipisahkan dari limbah cair karena dikhawatirkan akan berubah menjadi kromium valensi 6 yang lebih berbahaya.

Penambahan Ca(OH)₂ sebagai pengatur pH limbah cair menyebabkan kromium yang semula terlarut dalam limbah cair menjadi tidak larut, dan mengakibatkan terjadinya pengendapan kromium dalam bentuk Cr(OH)₃, setelah dilakukan pengadukan dan pengendapan.

Menurut Kenneth dalam *Heavy Metal Removal* ⁽⁵⁾ menyatakan, bahwa Cr(OH)₃ akan mengendap sempurna pada kondisi optimum pH 7,5 – 8,0. Namun apabila di dalam larutan terdapat unsur-unsur lain, maka kemungkinan kondisi optimum pH untuk pengendapan akan berubah atau proses pengendapan akan terganggu.

Sedangkan menurut hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh BPPI ⁽¹⁰⁾, melaporkan bahwa penggunaan larutan Ca(OH)₂ sebagai pengatur pH

didapatkan data bahwa proses pengendapan Cr(OH)₃ paling efektif terbentuk pada pH 8,5 – 9,5, dimana pada pH tersebut kelarutan kromium paling rendah, meskipun pemisahan Cr(OH)₃ yang terbaik sebetulnya terjadi pada pH 12 dengan persentase efisiensi pemisahan 99,9 %. Kondisi seperti ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya konsentrasi larutan yang digunakan rendah, proses pengadukannya tidak sempurna, dan terdapat unsur-unsur lain dalam limbah cair.

Kondisi optimal penurunan (pemisahan) kromium total dari limbah cair menggunakan larutan Ca(OH)₂ dapat dicapai pada pH 8, sebab pada pH 8 kromium yang semula terlarut dalam limbah cair sudah dapat berikatan dengan ion hidroksil (OH⁻) secara maksimal. Namun setelah peningkatan pH dari pH 10 sampai pH 11 menyebabkan ion hidroksil (OH⁻) menjadi lebih banyak, sehingga kromium hidroksida melarut kembali.

b. Penggunaan NaOH (Natrium hidroksida)

Perlakuan terhadap sampel limbah cair ini sama dengan sampel Ca(OH)₂ yaitu dengan penambahan konsentrasi larutan senyawa alkali NaOH 10 % sedikit demi sedikit sampai dicapai pH yang diinginkan (pH 7, 8, 9, 10 dan 11), setelah pH yang diinginkan tercapai langkah berikutnya dilakukan pengadukan cepat (proses koagulasi) dan pengadukan lambat (proses flokulasi) menggunakan alat *jar-test*. Setelah pengadukan selesai, perlakuan berikutnya terhadap sampel adalah proses pengendapan selama 24 jam sehingga dihasilkan endapan dalam bentuk Cr(OH)₃.

Untuk mengetahui berapa konsentrasi kromium total yang dapat disisihkan (endapkan) menggunakan larutan NaOH maka, dilakukan analisis kromium dalam *supernatan* (larutan bening). Adapun hasil analisis laboratorium setelah penambahan larutan Ca(OH)₂ selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Penurunan Kromium

Tabel 3. Hasil Analisis Konsentrasi Kromium Total dalam Supernatan Setelah Penambahan Senyawa Alkali NaOH 10 %, Oktober 2003

No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata-rata Konst. Kromium (mg/l)
1	7	0,742	1,025	1,039	0,728	0,883
2	8	0,275	0,442	0,318	0,399	0,358
3	9	0,675	0,308	0,438	0,545	0,491
4	10	1,258	0,775	1,082	0,951	1,016
5	11	1,642	1,075	1,075	1,473	1,246

Untuk mengetahui berapa efisiensi pemisahan kromium dari limbah cair setelah penambahan senyawa alkali NaOH, maka dapat dihitung dengan rumus 3.1. Berdasarkan data analisis konsentrasi kromium dalam *supernatan*

seperti yang telah disajikan pada tabel 4 Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan efisiensi pemisahan kromium total dari limbah cair dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Efisiensi Pemisahan Kromium dari Limbah Cair Proses penyamakan Kulit Setelah Penambahan NaOH 10 %, Oktober 2003

No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata2 Efisiensi Kromium (%)
1	7	98,50	97,93	97,90	98,53	98,22
2	8	99,44	99,11	99,35	99,19	99,28
3	9	98,64	99,38	99,11	98,90	99,00
4	10	97,46	98,44	97,82	98,08	97,95
5	11	96,69	97,83	97,03	97,49	97,26

Larutan NaOH yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yaitu 10 %. Dari hasil penelitian didapatkan dosis optimal larutan NaOH sebagai pengatur pH limbah dari pH 3,4 menjadi pH 7 adalah sebanyak 32 ml, pH 8 = 45 ml, pH 9 = 54 ml, pH 10 = 66 ml, dan pH 11 sebanyak 80 ml. Data ini menunjukkan berarti penggunaan dosis larutan senyawa alkali NaOH lebih kecil dibandingkan dengan dosis larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kondisi ini dapat dimengerti karena NaOH merupakan basa yang lebih kuat jika dibandingkan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan NaOH didapatkan data bahwa pH optimal untuk mengendapkan kromium dalam bentuk $\text{Cr}(\text{OH})_3$ adalah pada pH 8. pH ini sama dengan pH terbesar pada penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, demikian juga dengan efisiensi rata-rata pemisahan kromium totalnya yaitu 99,28 %. Namun terjadi perbedaan pada dosis larutan yang digunakan, dimana penggunaan dosis NaOH lebih kecil/sedikit (hanya 45 ml) sedang dosis $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebanyak 64 ml (beda 19 ml).

Pada table 2 terlihat jelas bahwa terjadi peningkatan efisiensi pemisahan kromium mulai pada pH 7 sebesar 98,22 %, sampai pH 8 sebesar 99,28 %. Namun setelah pH 9 efisiensi pemisahan kromium mulai menurun sampai pH 11 sebesar 97,26 %. Kondisi seperti ini dapat dijelaskan karena pada pH 8 kromium yang semula terlarut dalam limbah cair sudah dapat berikatan dengan ion hidroksil (OH^-) secara maksimal, dan sebaliknya pada pH 9 sampai pH

11 mengakibatkan ion hidroksil menjadi lebih banyak, sehingga $\text{Cr}(\text{OH})_3$ melarut kembali membentuk ion tetrahidroksokromat (III) [$\text{Cr}(\text{OH})_4^-$].

Penambahan larutan NaOH dalam limbah cair dimaksudkan untuk mengatur pH limbah cair, sehingga dapat mengakibatkan kromium yang sebelumnya terlarut dalam limbah cair menjadi tidak larut lagi, dan akhirnya mengendap dalam bentuk $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

Menurut Benefield, Larry D dalam *Process Chemistry For Water And Wastewater Treatment*, menyebutkan bahwa senyawa alkali NaOH dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair untuk menghilangkan kromium (*chromium removal*) dengan metode pertukaran ion (*ion exchange*) pada range pH 4,5 – pH 5,0, dimana larutan NaOH digunakan sebagai resin.⁽⁶⁾

Walaupun tidak disebutkan berapa pH optimal penambahan senyawa alkali NaOH untuk mengendapkan kromium dalam bentuk $\text{Cr}(\text{OH})_3$, namun secara umum dalam penelitian ini pH optimal yang dijadikan acuan adalah pada range pH 7,5 – pH 10. Karena pada pH 7,5 – 10 ini kelarutan kromium dalam limbah cair sudah sangat kecil (minimum) dan mendekati 0 (nol) pada pH 8,5 – pH 9,0.⁽⁶⁾

c. Penggunaan NaHCO_3 (Natrium bikarbonat)

Untuk mengetahui berapa konsentrasi kromium total yang dapat disisihkan (diendapkan) menggunakan larutan NaHCO_3 maka, dilakukan

analisis kromium dalam *supernatan* (larutan bening). Adapun hasil analisis laboratorium setelah penambahan larutan NaHCO_3 selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut :
Tabel 5. Hasil Analisis Konsentrasi Kromium Total dalam Supernatan Setelah Penambahan Senyawa Alkali NaHCO_3 10 %, Oktober 2003

No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata-rata Konst. Kromium (mg/l)
1	7	1,292	1,675	1,826	1,141	1,483
2	8	0,707	0,775	0,418	1,065	0,741
3	9	0,858	0,658	0,591	0,925	0,758
4	10	1,058	1,275	1,364	0,969	1,166
5	11	1,641	1,375	1,570	1,446	1,508

Selanjutnya untuk mengetahui berapa efisiensi pemisahan kromium dari limbah cair setelah penambahan senyawa alkali NaHCO_3 , maka dapat dihitung dengan rumus 3.1. Berdasarkan data analisis konsentrasi kromium dalam *supernatan*

seperti yang telah disajikan pada tabel 5 Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan efisiensi pemisahan kromium total dari limbah cair dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Efisiensi Pemisahan Kromium dari Limbah Cair Proses penyamakan Kulit Setelah Penambahan NaHCO_3 10 %, Oktober 2003

No	pH limbah	Pengulangan (R) 1	Pengulangan (R) 2	Pengulangan (R) 3	Pengulangan (R) 4	Rata2 Efisiensi Kromium (%)
1	7	97,40	96,62	96,32	97,70	97,00
2	8	98,57	98,44	99,16	97,85	98,50
3	9	98,27	98,67	98,81	98,13	98,47
4	10	97,86	97,43	97,25	98,04	97,65
5	11	96,69	97,23	97,83	97,08	96,96

Sama halnya dengan senyawa alkali Ca(OH)_2 , dan NaOH , larutan NaHCO_3 yang digunakan dalam penelitian adalah dengan konsentrasi 10 %. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa dosis optimal larutan NaHCO_3 untuk menaikkan pH limbah dari pH 3,4 menjadi pH 7 – pH 11 dapat dilihat kembali pada pada tabel 1.

Berdasarkan hasil penelitian, dengan demikian berarti dosis larutan NaHCO_3 yang digunakan lebih tinggi/banyak dibandingkan dengan dosis larutan Ca(OH)_2 , dan NaOH . Hal ini disebabkan senyawa alkali NaHCO_3 adalah basa lemah, sehingga diperlukan dosis yang tinggi untuk menaikkan pH limbah cair. Penambahan senyawa alkali NaHCO_3 dalam pengolahan limbah cair kromium berfungsi untuk mendapatkan kromium dalam bentuk kromium hidroksida (Cr(OH)_3).

Pada tabel 6 dapat diketahui bahwa pada kondisi pH 7 mulai terjadi peningkatan efisiensi pemisahan kromium sebesar 97 % (lebih kecil dibanding Ca(OH)_2 , dan NaOH), dan cenderung tetap pada pH 8 dan pH 9 dengan efisiensi pemisahan kromium total sebesar 98,47 % dan 98,50 %, selanjutnya terus mengalami penurunan pada pH 10 dan pH 11 efisiensi pemisahan kromium menjadi 97,65 % dan 96,96 %. Berdasarkan analisa data di atas, maka dapat diketahui bahwa kondisi pH optimum pemisahan

kromium total dari limbah cair menggunakan senyawa alkali NaHCO_2 dapat dicapai pada pH 8.

Walaupun senyawa alkali NaHCO_3 dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair dan mempunyai efisiensi penurunan (pemisahan) kromium yang cukup tinggi (98,50 %), namun pemakaian dosis larutannya terlalu tinggi / banyak (50 % – 60 %), dan jika ditinjau dari aspek ekonomis tidak menguntungkan karena memerlukan biaya yang relatif tinggi untuk pengadaannya.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka didapat data bahwa konsentrasi kromium total pada limbah cair hasil pengolahan dengan menggunakan berbagai senyawa alkali [Ca(OH)_2 , NaOH , dan NaHCO_3] dengan berbagai variasi pH sudah memenuhi baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri penyamakan kulit sesuai dengan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51/MENLH/10/1995, yaitu di bawah 2,0 mg/l.

d. Perbandingan Penggunaan Berbagai Senyawa Alkali

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari ketiga senyawa alkali yang digunakan dalam proses pengolahan limbah cair kromium dari proses penyamakan kulit, jika ditinjau dari aspek teknis maka dapat diketahui bahwa senyawa alkali NaOH adalah bahan yang

Penurunan Kromium

paling efektif untuk pengolahan limbah cair kromium dibandingkan dengan larutan Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 karena larutan yang digunakan lebih sedikit (hanya 45 ml/l) untuk mendapatkan pH optimum 8 dengan efisiensi pemisahan kromium

sebesar 99,28 %. Namun demikian untuk aplikasi di lapangan dapat dibandingkan antara ketiga senyawa alkali tersebut mana yang paling efektif dan ekonomis, seperti pada tabel 7 berikut :

Tabel 7. Rekapitulasi Perbandingan Penggunaan Berbagai Senyawa Alkali, Oktober 2003

Tinjauan Perbandingan	Ca(OH)_2 10 %	NaOH 10 %	NaHCO_3 10 %
1. Waktu pengendapan (jam)	5 – 6	8 – 9	6 – 7
2. Endapan yang dihasilkan (ml/l)	40 % - 50 % banyak(400– 500)	20 % - 30 % Sedikit(200–300)	30 % – 40 % Agak banyak (300–400)
3. Kebutuhan pemakaian dosis larutan (ml/l)	64 (untuk pH optimum 8)	45 (untuk pH optimum 8)	268 (untuk pH optimum 8)
4. Efisiensi penyisihan kadar krom (%)	99,28	99,28	98,50
5. Biaya (berdasarkan pH optimum kg/M ³)	Murah (Rp.600/kg x 6,4 =Rp.3.800) pH 8	Mahal (Rp.3.500/kg x 4,5 = Rp.15.700) pH 8	Sangat mahal (Rp.2.200/kg x 26,5 = Rp.58.960) pH 8
6. pH optimum			

Berdasarkan tabel 7 di atas terlihat jelas bahwa penggunaan NaOH memang lebih efektif ditinjau dari aspek teknis jika dibandingkan dengan larutan Ca(OH)_2 , dan NaHCO_3 , kekurangannya terletak pada waktu pengendapan yang cukup lama (rata-rata 8,5 jam). Namun demikian jika ditinjau dari aspek ekonomis (biaya) ternyata larutan Ca(OH)_2 jauh lebih unggul (murah) dibandingkan dengan NaOH dan NaHCO_3 , hanya perlu biaya Rp.3.840,-/M³ untuk mendapatkan pH optimal 8 dalam pengolahan limbah cair kromium dari proses penyamakan kulit, sedangkan NaOH memerlukan Rp.15.750,-/M³ dan NaHCO_3 perlu Rp.58.960,-/M³ untuk mengolah limbah cair kromium.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Penggunaan senyawa alkali Ca(OH)_2 , NaOH , dan NaHCO_3 dapat menurunkan konsentrasi kromium (Cr) total dalam limbah cair dengan efisiensi yang tinggi, yaitu sampai di bawah 2,0 mg/l, sesuai dengan Kep-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri penyamakan kulit.
- Penurunan (efisiensi pemisahan) kromium dari limbah cair masing-masing senyawa alkali adalah sebagai berikut :
 - senyawa alkali Ca(OH)_2 10 % dengan efisiensi rata-rata penurunan kromium sebesar 99,28 % (dari 49,575 mg/l menjadi 0,358 mg/l), pada pH optimal 8.
 - senyawa alkali NaOH 10 % dengan efisiensi rata-rata penurunan kromium sebesar 99,28 % (dari 49,575 mg/l menjadi 0,358 mg/l), pada pH optimal 8.
 - senyawa alkali NaHCO_3 10 % dengan efisiensi rata-rata penurunan kromium sebesar 98,50 % (dari 49,575 mg/l menjadi 0,741), pada pH optimal 8.

Kepada industri penyamakan kulit dapat mencoba atau menerapkan penggunaan senyawa alkali Ca(OH)_2 untuk pengolahan dan penurunan konsentrasi kromium dalam limbah cairnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bapedal, Peraturan Pemerintah No.74 Tahun 2001, Tentang *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.
- Wahyuningtyas, Nursetyati, 2001, *Pengolahan Limbah Cair Khromium Dari Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Natrium Karbonat (Na_2CO_3)*, STTL, Yogyakarta
- Bapedal, 1993, *Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Limbah Industri*, Jakarta
- Suma'mur, 1996, *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Gunung Agung, Jakarta.
- Departemen Perindustrian, 1985, *Laporan Penelitian Design Pengolahan Air Buangan Industri Penyamakan Kulit Chrom Tahap I*, Semarang.
- Benefield, Larry.D, and Judkins., JR, Joseph., and Weand, Barron., L, 1982, *Process Chemistry For Water And Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J.
- BPPI, 1987, *Kemungkinan Pemanfaatan Buangan Mengandung Khrom Sebagai Bahan Penyamak Kulit*, Semarang.
- Hanafiah, Kemas Ali, 1993, *Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi*, Rajawali, Jakarta.
- Suryabrata, Sumadi, 1991, *Metodologi Penelitian*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- BPPI, 1986, *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Penyamakan Kulit Untuk Bahan Baku Industri*, BPPI, Semarang.