

## **PROTOTYPE SIMULASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT DENGAN SISTEM DAUR ULANG**

**<sup>1</sup>Rosad Ma'ali El Hadi, <sup>2</sup>Aswardi Nasution**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri – UNLA Bandung, <sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri – UNISBA

e-mail : [rosadmeh@yahoo.co.id](mailto:rosadmeh@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Industri penyamakan kulit banyak sekali menggunakan senyawa krom, senyawa krom tersebut masih impor, sehingga harganya relatif mahal. Sebagai konsekuensi dari penggunaan krom dalam prosesnya, maka limbah industri penyamakan kulit banyak mengandung ion logam krom yang akan bersifat toksik baik bagi tumbuhan, hewan maupun manusia. Ion logam tersebut apabila dibuang ke lingkungan harus melalui suatu proses yang dapat mengurangi bahkan dapat meniadakan kehadiran ion logam dalam air limbah. Saat ini di sentra industri penyamakan kulit Sukaregang Kabupaten Garut, sudah dilengkapi dengan instalasi pengolahan air limbah (IPAL), tetapi hasil pengukuran dan pemetaan di sungai Ciwalen dan Cigulampeng masih menunjukkan kandungan kromnya masih tinggi (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, 2004). Proses daur ulang krom sulfat hasil dari pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit merupakan solusi untuk mengatasi masalah pencemaran air sungai, maka perlu di rancang dan dibuat prototype proses daur ulang krom hasil pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit. Perolehan kembali logam krom merupakan langkah penting dalam industri yang menghasilkan limbah krom, karena selain dapat menekan pencemaran lingkungan, proses ini mampu menghasilkan profit, maka Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan sistem daur ulang logam krom merupakan metode yang perlu dipertimbangkan sebagai solusinya. Sistem daur ulang krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit, akan mampu memberikan nilai yang berarti dalam pelaksanaan cleaner production, dikarenakan limbah cair yang dibuang ke lingkungan dapat memenuhi baku mutu lingkungan hidup sesuai dengan Keputusan Menteri Negara KLH Nomor: Kep-03/KLH/ II/1991. Krom sulfat hasil daur ulang mampu memberikan karakteristik produk yang aplikatif pada proses industri penyamakan kulit. Hal ini membuktikan bahwa sistem ini mampu memberikan jaminan kualitas produk maupun prosesnya yang ramah lingkungan sehingga memudahkan pengelolaan selanjutnya.

**Kata Kunci :** Limbah Industri Penyamakan Kulit.

### **1. Pendahuluan**

Program *clean production*, memang sudah menjadi persyaratan bagi kegiatan proses penyamakan kulit, termasuk di dalamnya tentang IPAL industri penyamakan kulit, sehingga pengadaan IPAL berkualitas perlu dikembangkan mengingat limbah cair dari proses industri penyamakan kulit cukup besar dan berbahaya bagi lingkungan. Sentra industri penyamakan kulit Sukaregang Kabupaten Garut, terdapat sekitar 300 (tiga ratus) pengusaha penyamakan kulit yang harus diperhatikan masalah instalasi pengolahan air limbahnya agar lingkungan terjaga. Total limbah pada saat industri beroperasi mencapai antara 55 – 60 %, limbah cair penyamakan kulit dapat mencapai lebih dari 12000 (duabelas ribu) meter kubik per hari (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, 2003).

Sentra industri penyamakan kulit Sukaregang Kabupaten Garut, dalam melaksanakan kegiatan produksinya sudah dilengkapi dengan IPAL, tetapi dalam pemanfaatan/penggunaan IPAL tersebut belum efektif dan efisien, kandungan krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit yang dibuang ke lingkungan sebesar 1600 ppm (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, 2004), sedangkan baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Negara KLH Nomor: Kep-03/KLH/ II/1991 sebesar  $\leq 2$  ppm. Karena sifat krom yang tidak dapat didegradasi oleh alam, maka pencemaran oleh ion logam krom semakin lama akan semakin besar hingga suatu saat bukanlah hal yang dimungkinkan akan menimbulkan keracunan pada masyarakat dengan skala yang lebih luas (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, 2003).

Mengingat dampak buruk yang akan ditimbulkannya, maka perlu diupayakan untuk mengurangi jumlah pembuangan logam krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit, salah satu metodenya adalah dengan memanfaatkan kembali senyawa logam krom sebagai bahan baku proses produksi penyamakan kulit, dengan harapan limbah cair yang dibuang akan memenuhi baku mutu (*benefit*), mendapat nilai tambah (*profit*) dan menggunakan teknologi tepat guna. Sistem tersebut dirancang agar pengoperasian dan perawatan IPAL mudah dengan biaya yang relatif murah dan dapat memberi keuntungan langsung maupun tidak langsung bagi pengusaha industri penyamakan kulit dan masyarakat sekitarnya.

Hasil pemetaan kandungan krom yang dilakukan oleh Bappeda Kabupaten Garut yang bekerja sama dengan P3TkN-BATAN Bandung tahun 2004 terhadap sedimen dan air sungai Ciwalen dan Cigulampeng, air sumur penduduk dan tanaman sekitar daerah aliran sungai Ciwalen dan Cigulampeng, menunjukkan angka kandungan krom yang signifikan (Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, 2004). Proses produksi krom sulfat hasil daur ulang limbah industri penyamakan kulit, diharapkan dapat menghasilkan limbah cair yang memenuhi baku mutu untuk dibuang ke lingkungan dan supernatan yang akan diproses untuk menghasilkan krom sulfat berkadar 5, 7, 8, 9, 10 dan 11 %. Aplikasi krom sulfat hasil daur ulang dalam proses penyamakan kulit akan dilakukan di PT. Karya Lestari Mandiri, Sukaregang Garut. Pengujian kualitas kulitnya secara kuantitatif dilakukan di Balai Besar Plastik, Kulit dan Karet Jogjakarta. Variabel pengujian kulitnya meliputi daya sobek (*tear*), daya tarik (*tensile*) dan kelembutan (*softness*), kulit yang diproses menggunakan krom sulfat hasil daur ulang berkadar 5, 7 sampai dengan 11 %.

Ketersediaan limbah krom yang selama ini hanya dibuang ke lingkungan, menjadi tantangan komersial untuk mendaur ulang limbah cair industri penyamakan kulit, hal tersebut merupakan program subsidi untuk masyarakat sebagai langkah nyata bagi terselenggaranya wilayah bebas pencemaran, sekaligus dapat meningkatkan program efisiensi produksi industri kecil dan menengah khususnya dalam bidang penyamakan kulit. Sebab industri penyamakan kulit tersebut sejak semula mampu menyumbangkan pendapatan asli daerah (PAD) yang cukup besar. Guna menangani hal tersebut perlu dibuat *prototype* proses produksi krom sulfat hasil daur ulang limbah industri penyamakan kulit.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Limbah Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit, senyawa krom merupakan bahan penyamakan kulit yang banyak digunakan. Apabila limbah cair industri penyamak kulit dibuang ke lingkungan, berarti menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang mengandung ion logam krom yang berlebihan pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum.

Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup RI, Nomor : KEP-03/MENKLH/II/1991, tanggal 1 Februari 1991 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan yang sudah beroperasi. Pasal 1 ayat (1) c. tentang baku mutu limbah cair untuk industri penyamakan kulit, dapat di lihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Penyamakan Kulit**

Debit Limbah Maksimum sebesar 70 M <sup>3</sup> per ton bahan baku kulit		
Parameter	Kadar Maksimum	Beban Pencemaran Maksimum
BOD <sub>5</sub>	150 mg/l	10,5 kg/ton
COD	300 mg/l	21,0 kg/ton
Padatan Tersuspensi Total	150 mg/l	10,5 kg/ton
Sulfida (H <sub>2</sub> S)	1,0 mg/l	0,07 kg/ton
Cr (krom) Total	2,0 mg/l	0,14 kg/ton
Minyak dan Lemak	5,0 mg/l	0,35 kg/ton
BH <sub>3</sub> -N (Amonia Total)	10,0 mg/l	0,70 kg/ton
Ph	6 - 9	-

Catatan :

- (1) Kecuali pH, kadar maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
- (2) Beban pencemaran maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kg parameter per ton bahan baku kulit. Pasal 7 ayat (2) 3. Untuk setiap kegiatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ini yang membuang limbah cair ke dalam air pada sumber air ditetapkan mutu limbah cairnya dengan pengaturan :
  - (a) mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air pada sumber air tidak melampaui baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan, dan
  - (b) tidak mengakibatkan turunnya kualitas air pada sumber air penerima limbah tersebut.

### 2.2 Krom

Proses penyamakan kulit bertujuan untuk mengubah kulit mentah yang mudah rusak oleh aktifitas mikroorganisme, khemis, atau phisis, menjadi kulit tersamak yang lebih tahan terhadap pengaruh-pengaruh tersebut, metode penyamakan kulit menggunakan bahan penyamak nabati dan bahan penyamak mineral (Wisnu, 1994).

Bahan penyamak mineral yang yang berasal dari logam kromium disebut krom. Penyamak mineral paling umum menggunakan krom mutunya ditentukan oleh kadar krom (yang biasa dinyatakan sebagai krom oksidasi).

Penyamakan krom menghasilkan kulit yang lebih lembut/halus dan lebih tahan terhadap panas yang tinggi, kekuatan tariknya lebih tinggi dan hasilnya akan lebih baik bila dilakukan pengecatan.

### 2.3 Koagulasi

Koagulasi adalah proses penggumpalan partikel koloid karena penambahan bahan kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena adanya gaya grafitasi. Mekanisme koagulan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (Numerov, 1980) :

- a. Secara Fisika. Koagulasi dapat terjadi secara fisik seperti : Pemanasan, kenaikan suhu sistem koloid menyebabkan tumbukan antar partikel-partikel sol dengan molekul-molekul air bertambah banyak, hal ini dapat melepaskan elektrolit yang teradsorpsi pada permukaan koloid, akibatnya partikel tidak bermuatan, contohnya adalah darah. Pengadukan, contoh : tepung kanji dan pendinginan, contoh : agar-agar.
- b. Secara kimia. Penambahan elektrolit, pencampuran koloid yang berbeda muatan, dan penambahan zat kimia koagulan. Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan koloid bersifat netral, yaitu : Menggunakan prinsip elektroforesis, proses elektroforesis adalah pergerakan partikel-partikel koloid yang bermuatan ke elektrode dengan muatan yang berlawanan, ketika partikel ini mencapai elektrode, maka sistem koloid akan kehilangan muatannya dan bersifat netral. Penambahan koloid, dapat terjadi sebagai berikut : koloid yang bermuatan negatif akan menarik ion positif (kation), sedangkan koloid yang bermuatan positif akan menarik ion negatif (anion). Ion-ion tersebut akan membentuk selubung lapisan kedua. Apabila selubung lapisan kedua itu terlalu dekat, maka selubung itu akan menetralkan muatan koloid sehingga terjadi koagulasi. Makin besar muatan ion makin kuat daya tariknya dengan partikel koloid, sehingga makin cepat terjadi koagulasi.
- c. Penambahan Elektrolit

Jika suatu elektrolit ditambahkan pada sistem koloid, maka partikel koloid yang bermuatan negatif akan mengadsorpsi koloid dengan muatan positif (kation) dari elektrolit. Begitu juga sebaliknya, partikel positif akan mengadsorpsi partikel negatif (anion) dari elektrolit, hasil adsorpsi di atas, maka akan terjadi proses koagulasi.

Dalam proses koagulasi, stabilitas koloid sangat berpengaruh, stabilitas merupakan daya tolak koloid karena partikel-partikel mempunyai muatan permukaan sejenis (negatif). Beberapa gaya yang menyebabkan stabilitas partikel, yaitu : Gaya elektrostatik, gaya tolak menolak terjadi jika partikel-partikel mempunyai muatan yang sejenis. Bergabung dengan molekul air (reaksi hidrasi) dan stabilisasi yang disebabkan oleh molekul besar yang diadsorpsi pada permukaan.

Suspensi atau koloid bisa dikatakan stabil jika semua gaya tolak menolak antar partikel lebih besar dari pada gaya tarik massa, sehingga dalam waktu tertentu tidak terjadi agregasi.

Guna menghilangkan kondisi stabil, harus mengubah gaya interaksi antara partikel dengan pembubuhan zat kimia supaya gaya tarik menarik lebih besar. Untuk destabilisasi ada beberapa mekanisme yang berbeda :

- 1) Kompresi lapisan ganda listrik dengan muatan yang berlawanan;
- 2) Mengurangi potensial permukaan yang disebabkan oleh adsorpsi molekul yang spesifik dengan muatan elektrostatik berlawanan;
- 3) Adsorpsi molekul organik di atas permukaan partikel bisa membentuk jembatan molekul diantara partikel;
- 4) Penggabungan partikel koloid kedalam senyawa presipitasi yang terbentuk dari koagulan.

Secara garis besar (berdasarkan uraian di atas), mekanisme koagulasi adalah : Destabilisasi muatan negatif partikel oleh muatan positif dari koagulan, tumbukan antar partikel dan adsorpsi.

### 3. Rekrystalisasi

Rekrystalisasi adalah pemurnian suatu zat padat dari campuran/pengotornya dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dalam pelarut yang cocok. Prinsip rekrystalisasi adalah perbedaan kelarutan antara zat yang akan dimurnikan dengan kelarutan zat pencampur/pencemarnya. Larutan yang terjadi dipisahkan satu sama lain, kemudian larutan zat yang diinginkan dikristalkan dengan cara menjenuhkannya (Levine, 1995).

### 4. Metode Penelitian

Metode observasi langsung dengan cara eksperimen dengan membuat dan memanfaatkan IPAL dengan sistem daur ulang limbah krom.

#### 4.1 Model Penelitian (Rancangan Penelitian)

Model penelitian pemanfaatan krom sulfat hasil daur ulang limbah cair industri penyamakan kulit, meliputi tempat penelitian, proses/pengelolaan, peralatan dan bahan, cara kerja, rekonsentrasi larutan limbah krom sulfat, konsep diagram proses produksi dan produk krom sulfatnya.

##### a. Peralatan dan Bahan

- 1) Peralatan : Tunning drum, bak penampung limbah, bak pengaduk (*mixer*), bak untuk menormalkan pH limbah cair yang akan dibuang ke lingkungan (sungai), bak untuk proses produksi krom sulfat, bak penampung krom sulfat, pompa dan tower untuk distribusi krom sulfat.
- 2) Bahan : Limbah cair yang mengandung krom, NaOH, HCl dan asam sulfat teknis.

##### b. Cara Kerja

- 1) Pembuangan limbah cair. Air limbah dari *turnning drum*, dialirkan melalui pipa ke bak penampungan limbah;
- 2) Proses koagulasi. Limbah cair dari bak penampungan, dialirkan ke bak pengaduk dan dicampur dengan NaOH, setelahnya terjadi endapan supernatannya dialirkan ke bak penampungan, kemudian dicampur dengan HCl untuk normalisasi pHnya, selanjutnya dibuang ke sungai;
- 3) Proses produksi krom sulfat. Endapan dialirkan ke bak pembuatan krom sulfat, kemudian dicampur dengan asam sulfat teknis secara merata menghasilkan krom sulfat dalam bentuk cair. Krom sulfat dari bak penampungan melalui pompa dialirkan ke *torn* untuk digunakan kembali dalam proses penyamakan kulit dalam *turnning drum*.

#### 4.2 Kerangka Penelitian / Langkah-langkah (*flowchart*) Penelitian

Langkah-langkah proses produksi krom sulfat hasil daur ulang limbah industri penyamakan kulit yang banyak mengandung ion logam krom, kerangka penelitiannya dapat dilihat pada Gambar 1.

#### 4.3. Hasil dan Pembahasan

##### 4.3.1 Luaran dan Indikator Capaian (terukur)

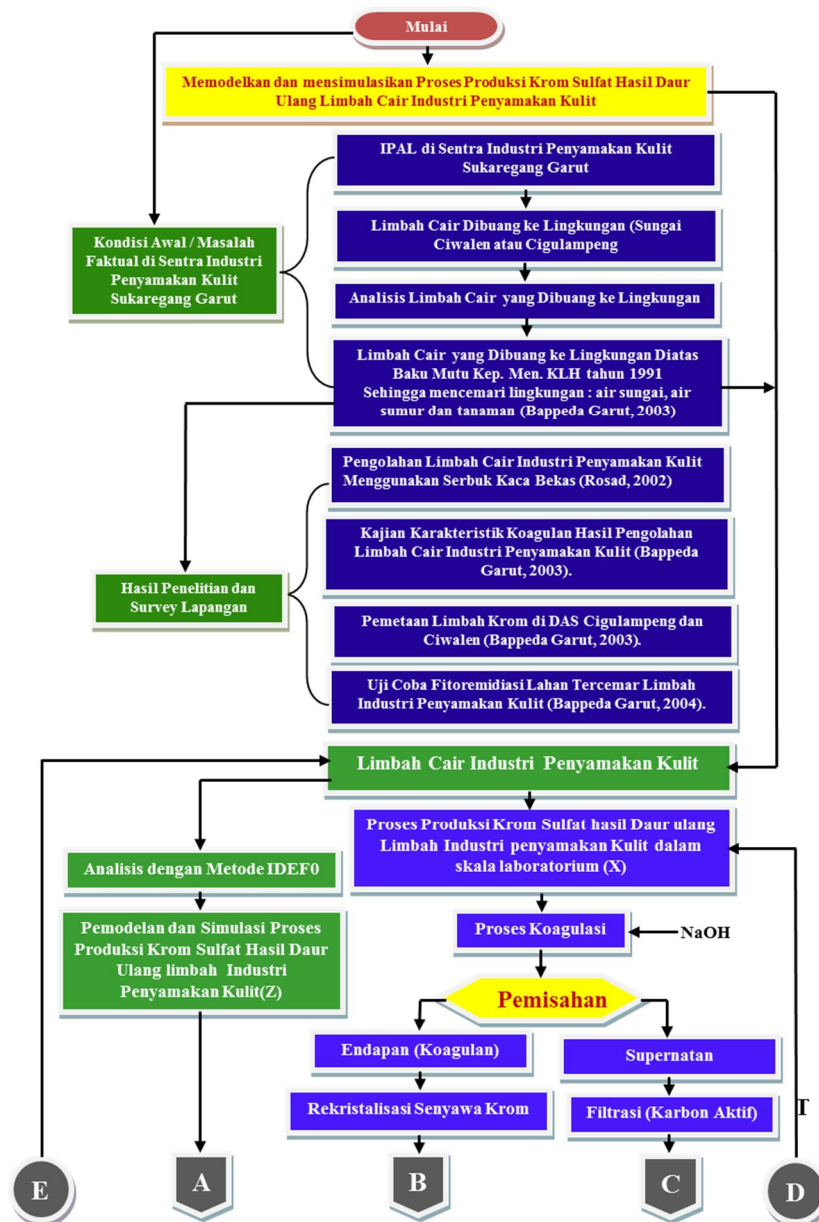
Luaran dan indikator capaian dari kegiatan proses pembuatan krom sulfat hasil daur ulang, yang terukur dapat dilihat pada Tabel 2.

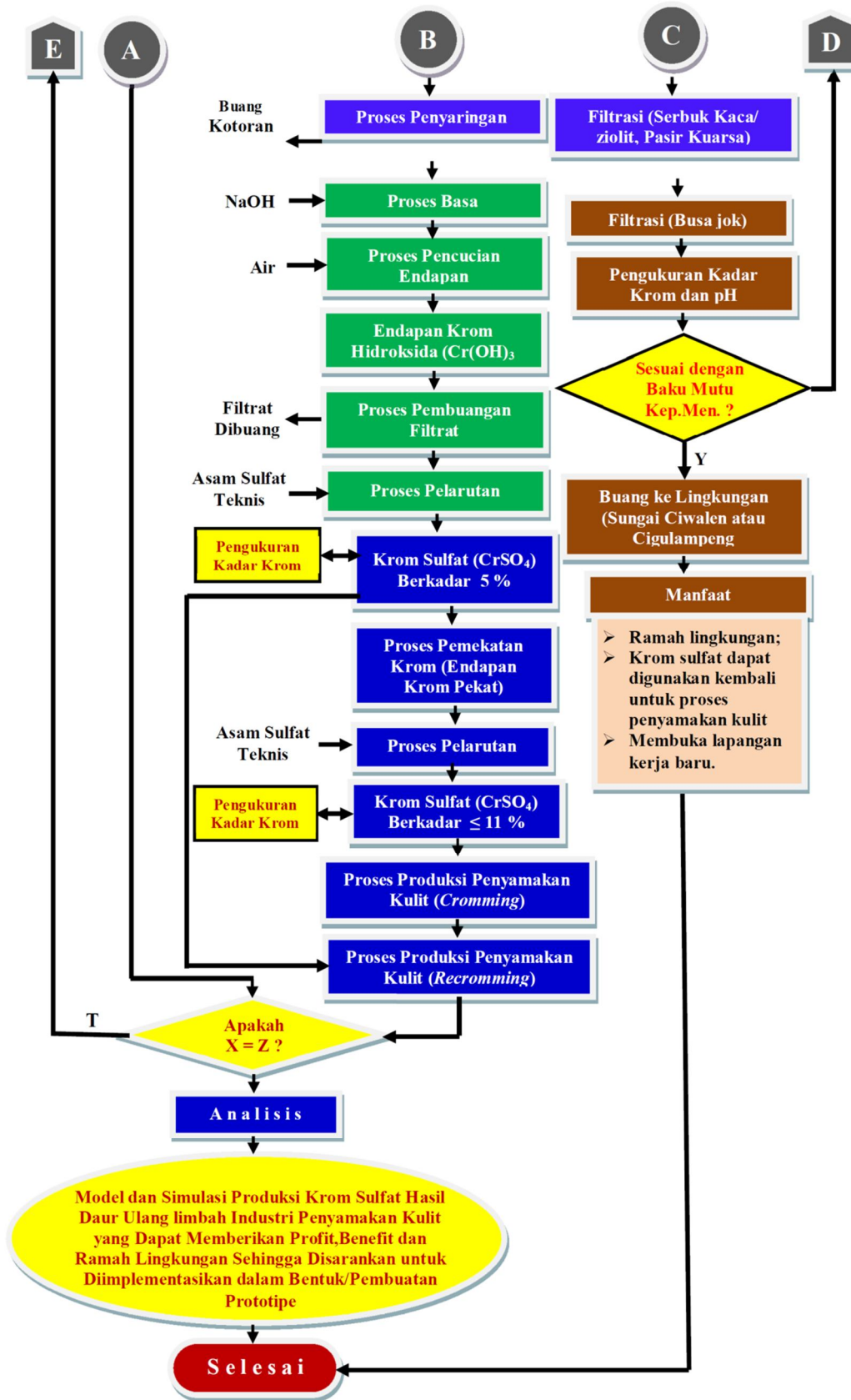
**Tabel 2. Luaran dan Indikator Capaian**

No.	Kegiatan	Luaran	Indikator
1.	Pembuatan <i>prototype</i> simulasi proses pemanfaatan krom sulfat hasil daur ulang limbah cair industri penyamakan kulit	1 unit <i>prototype</i>	Dapat dioperasikan secara komunikatif
2.	Uji coba <i>prototype</i> simulasi proses pemanfaatan krom sulfat hasil daur ulang limbah cair industri penyamakan kulit	Data hasil uji coba	Dapat dioperasikan <i>prototype</i> sistem daur ulang krom sulfat

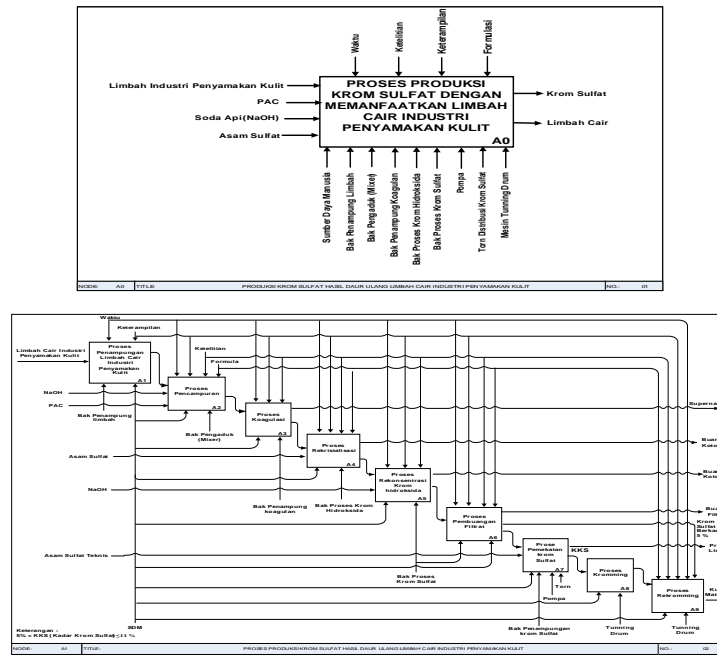
**4.3.2 Identifikasi Sistem Secara Terintegrasi**

Konversi limbah melalui proses koagulasi dan rekristalisasi yang akan menghasilkan krom sulfat memiliki beberapa keuntungan, yaitu : Krom sulfat hasil daur ulang dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam proses industri penyamakan kulit. Metode identifikasi sistem secara terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 2.





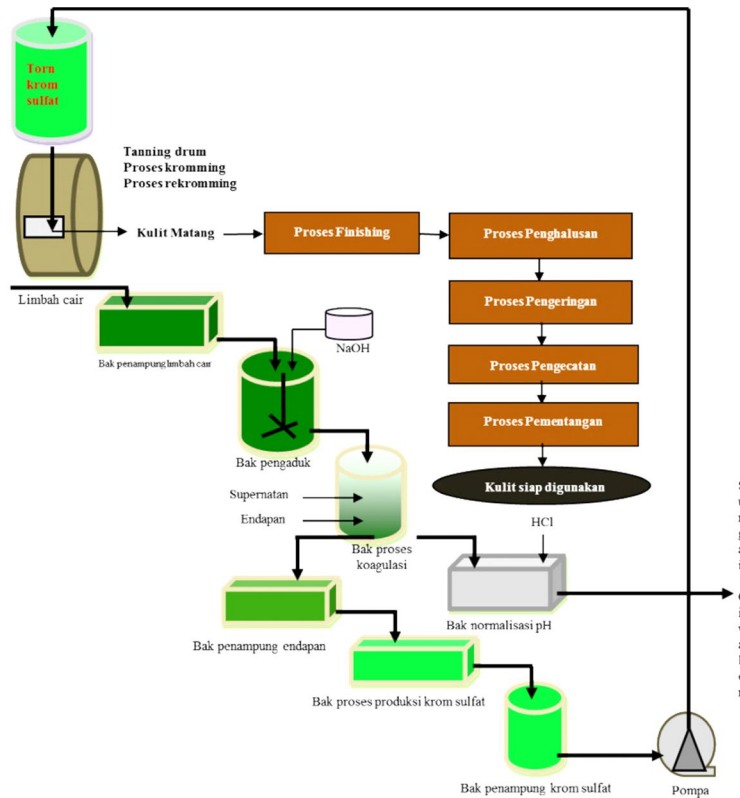
Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian



Gambar 2. Diagram Sistem Daur Ulang Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Secara Terintegrasi

### 4.3.3 Rancangan Konseptual Sistem Daur Ulang Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Rancangan konseptual proses produksi krom sulfat hasil daur ulang limbah cair industri penyamakan kulit, dapat dilihat pada Gambar 3.

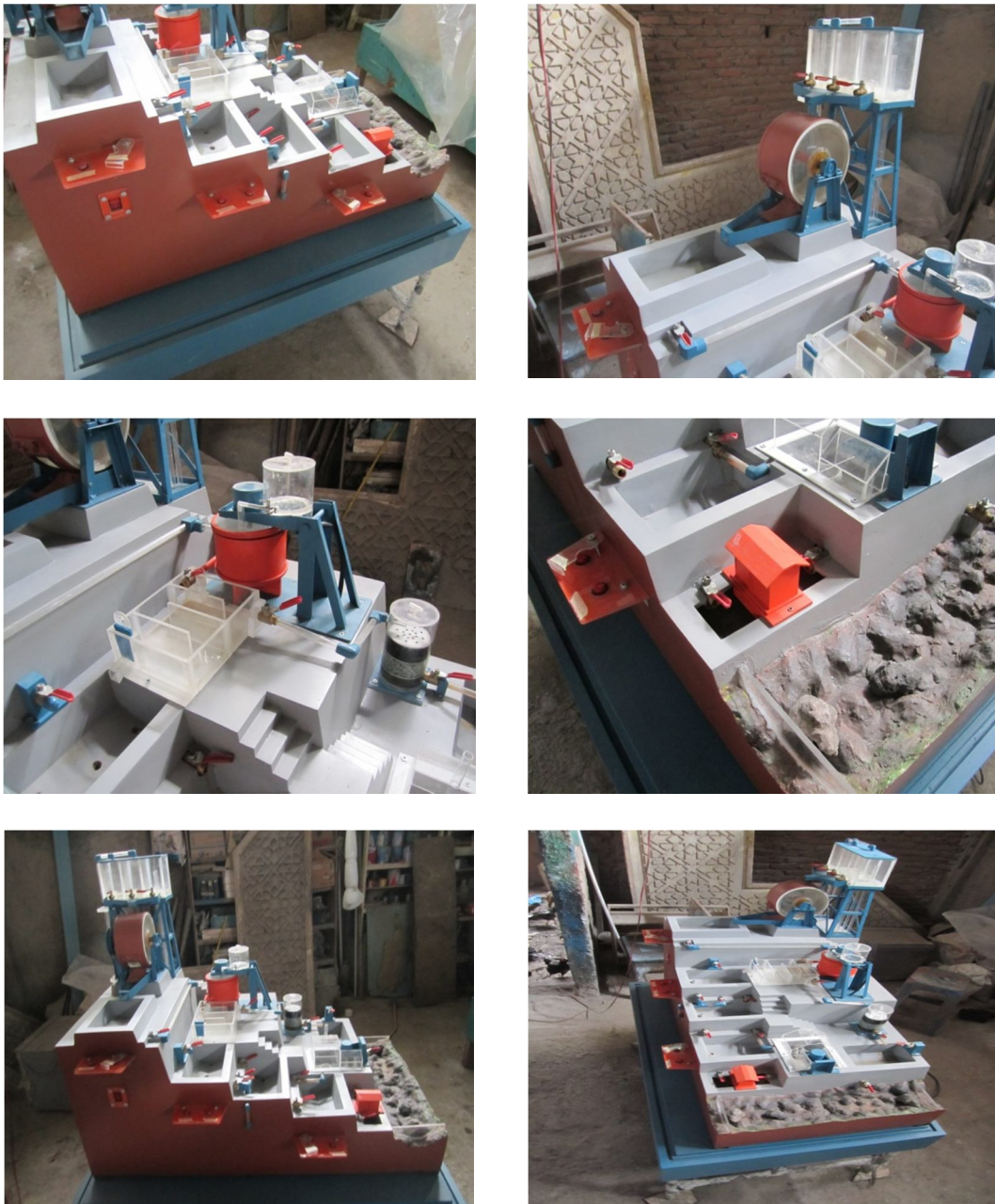


Gambar 3. Rancangan Konseptual Sistem Daur Ulang Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit



#### 4.3.4 Prototype Pemanfaatan Krom sulfat Hasil Daur Ulang Limbah Industri Penyamakan Kulit

Model simulasi yang dibangun harus kredibel dan merepresentasikan dari sistem daur ulang limbah cair industri penyamakan kulit secara nyata oleh model simulasi, hal tersebut dapat ditunjukkan oleh verifikasi dan validasi model (Law, 2001). Simulasi proses produksi krom sulfat hasil daur ulang limbah industri penyamakan kulit telah memberikan pemahaman yang lebih besar dalam menentukan parameter-parameter untuk mengontrol dan kesadaran yang lebih besar dari operator saat melaksanakan proses operasi sistem tersebut. *Prototype* dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** *Prototype Simulasi Proses Produksi Krom Sulfat Hasil Daur Ulang*

## 5. Kesimpulan

Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang terjadi, volume limbah dengan konsentrasi dan toksisitas minimal. Selaras dengan kebutuhan pengusaha dan masyarakat disekitar sentra industri penyamakan kulit, maka diperlukan teknologi proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit yang ramah lingkungan dengan menggunakan metode daur ulang, sehingga akan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri penyamakan kulit, memperkecil dampak negatif yang ditimbulkan karena pemakaian krom, memanfaatkan kembali krom sulfat hasil daur ulang dan memberdayakan masyarakat setempat melalui proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit menjadi senyawa krom yang dapat digunakan kembali dalam proses produksi penyamakan kulit.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kami sampaikan kepada Direktur dan karyawan di sentra industri penyamakan kulit Sukaregang Kabupaten Garut, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Unisba, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi – Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, sivitas akademika Universitas Islam Bandung dan sivitas akademika Universitas Langlangbuana Bandung.

## 7. Daftar Pustaka

- Badan perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, (2003). *Laporan Penelitian Pemetaan Aliran Limbah Krom*, Garut.
- Badan perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Garut, (2004). *Laporan Penelitian Uji Coba Fitoremediasi Lahan Tercemar Limbah Industri Penyamakan Kulit*, Garut.
- El Hadi, R.M., (2002). *Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Serbuk Kaca Bekas*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, Pustaka Mandiri, Jogjakarta.
- Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, (1991). *Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: KEP-03/MENKLH/II/1991*, Jakarta.
- Law, A.M. and Kelton, W.D., (2001). *Simulation Modeling and Analysis*, New York : McGraw-Hill Book Company, Third Edition.
- Levine I.N., (1995). *Physical Chemistry*, McGraw-Hill, Inc., Singapore.
- Numerov Nelson L., (1980). *Industrial Water Pollution, Origins, Charactersitics and Treatment*, Addison Wesley Publishing Company, Massachusetts – California.
- Wisnu Arya Whardana, (1994). *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.