

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Industri Penyamakan Kulit X dan Y

4.1.1 Gambaran Umum Industri X

Industri X berdiri sejak tahun 1994 dan merupakan sebuah industri yang bergerak dalam bidang manufaktur kulit samak. Industri X memiliki 2 divisi yang keduanya terletak di 2 pabrik berbeda, yaitu divisi sarung tangan dan divisi samak kulit. Sesuai dengan namanya, divisi sarung tangan yang berlokasi di Kecamatan Maguwoharjo, Yogyakarta adalah divisi yang khusus bergerak di bidang produksi sarung tangan, terutama sarung tangan golf dan sarung tangan kerja. Sementara itu divisi samak kulit khusus bergerak dalam produksi penyamakan kulit. Divisi samak kulit yang menjadi objek dalam penelitian ini terletak di Kawasan Industri Piyungan, Sitimulyo, Bantul, Yogyakarta.

Industri X memiliki total 219 karyawan dengan 183 karyawan laki-laki dan 36 karyawan perempuan. Di bawah pimpinan H. Subiyono sebagai direktur utama, industri X beroperasi selama 5 hari kerja dengan jam kerja hari Senin sampai dengan Kamis pukul 08.00 – 16.30 dan hari Jum'at pukul 07.30 – 16.30. Industri X pada kesehariannya melakukan proses penyamakan kulit domba dan kambing dengan kapasitas produksi rata-rata 108.000 lembar kulit per bulan. Bahan baku kulit yang digunakan dalam produksi merupakan kulit *pickle* yang sudah diawetkan dan didapatkan dari dalam negeri maupun impor dari luar negeri seperti Nigeria dan Kenya. Sementara hasil kulit samak dari industri X ini dipasarkan baik di pasar lokal maupun ekspor ke negara-negara di Asia seperti Korea, Jepang dan China.

Bangunan industri X terbagi menjadi 4 buah bagian. Bagian pertama merupakan tempat produksi basah, dimana produksi yang ada banyak melibatkan air. Bagian kedua adalah tempat produksi kering yang dalam prosesnya tidak

melibatkan air sama sekali. Kemudian bagian ketiga merupakan kantor serta bagian keempat merupakan IPAL dan gudang bahan kimia. Para pekerja dalam kesehariannya bekerja menggunakan seragam namun kurang dilengkapi dengan alat pelindung diri (APD) padahal dalam prosesnya, pekerja banyak terpapar oleh bahan kimia dan bekerja dengan alat berat.

Terdapat 2 macam limbah yang dihasilkan oleh industri X, yaitu limbah padat dan cair. Kedua jenis limbah tersebut dipisahkan dan dibedakan perlakuannya. Limbah padat yang berupa sisa-sisa dan serpihan kulit dikumpulkan dan dikirim ke pihak ketiga sedangkan limbah cair yang merupakan keluaran dari proses produksi basah dialirkan ke IPAL yang ada di bagian belakang pabrik dan kemudian diolah. Dalam pengolahan limbah cair juga terdapat perbedaan perlakuan, dimana limbah yang mengandung krom dari proses *tanning* berbeda perlakuannya dengan limbah cair lain. Limbah cair lain yang tidak mengandung krom akan diolah di dalam IPAL dengan melalui serangkaian tahapan hingga limbah tersebut aman untuk dibuang ke badan air.

4.1.2 Gambaran Umum Industri Y

Industri penyamakan kulit Y terletak di Kawasan Industri Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Industri Y bergerak di bawah naungan Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik (BBKKP). Industri Y melakukan produksi sesuai dengan pesanan yang masuk, sehingga tidak setiap hari melakukan produksi. Industri Y dapat melakukan proses penyamakan kulit dari kulit mentah sampai dengan kulit tersamak. Namun, kebanyakan pesanan yang masuk adalah kulit *pickle*, yaitu kulit yang diawetkan dengan pengasaman. Oleh karena itu proses yang ada di industri Y merupakan proses *beamhouse* atau serangkaian proses yang merubah kulit mentah menjadi kulit *pickle*.

Industri Y memiliki jam kerja setiap hari Senin – Jum'at dimulai pukul 07:30 – 16:00. Kapasitas produksi dihitung per produksi, yaitu 1000 kg kulit mentah atau rata-rata 438 lembar kulit. Industri Y memiliki 1 gedung tempat produksi, dimana segala macam aktivitas produksi terpusat di dalam gedung

tersebut. Pekerja resmi yang bekerja di industri berjumlah empat orang. Apabila ada kegiatan produksi, pihak pemesan akan mengirimkan sejumlah orang untuk membantu proses produksi. Tingkat kesadaran pekerja dalam aspek kesehatan dan keselamatan kerja dapat dikatakan rendah, dimana alat pelindung diri yang digunakan hanya sarung tangan yang juga tidak digunakan setiap saat. Pekerja melakukan aktivitas dengan menggunakan pakaian kaos serta bertelanjang kaki. Padahal dalam proses produksi melibatkan banyak bahan kimia yang berbahaya.

Hasil samping dari proses produksi di industri Y merupakan limbah padat dan cair. Limbah padat berupa sisa bulu, daging serta potongan kulit dikumpulkan dan selanjutnya dibuang. Sementara itu limbah cair dari proses produksi dialirkan melalui saluran kecil ke IPAL yang terdapat di samping gedung tempat produksi.

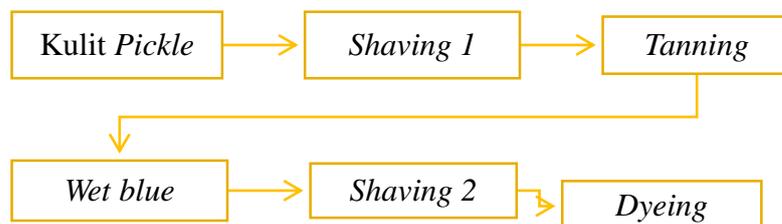
4.2 Gambaran Umum Proses Produksi Pada Industri X dan Y

4.2.1 Gambaran Umum Proses Produksi Industri X

Industri penyamakan kulit X memproses dua jenis bahan baku, yaitu kulit domba dan kulit kambing. Kedua bahan baku tersebut sudah dalam bentuk kulit yang diawetkan sehingga tidak ada proses pengawetan (*beamhouse*) dalam alur produksi. Secara garis besar proses produksi yang ada di industri X dibagi menjadi dua proses yaitu proses basah dan proses kering. Penjelasan mengenai kedua proses tersebut adalah sebagai berikut:

1. Produksi Basah

Sesuai dengan namanya, produksi basah merupakan serangkaian tahapan produksi yang melibatkan bahan baku air di dalamnya. Selain bahan baku yang berupa air, limbah yang dihasilkan juga sebagian besar merupakan limbah cair. Alur produksi basah pada industri X dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4. 1 Proses Produksi Basah

Produksi basah diawali dengan proses *shaving* yang pertama, yaitu proses dimana kulit *pickle* atau kulit yang sudah diawetkan dimasukkan ke mesin *roller* untuk menghilangkan kulit dari sisa-sisa daging dan kotoran. Proses ini dilakukan berulang kali hingga kulit sudah dipastikan bersih. Selain untuk membersihkan kulit, proses ini juga dilakukan untuk mengoptimasi efisiensi penggunaan bahan-bahan kimia di tahapan selanjutnya. Limbah yang dihasilkan dari tahap ini adalah limbah padat berupa serbuk kulit.



Gambar 4. 2 Proses *Shaving 1*

Tahap kedua adalah *tanning* atau penyamakan, dimana kulit yang bersifat mentah dan tidak stabil diubah menjadi kulit samak yang stabil. Kulit yang telah melalui proses *tanning* akan resisten terhadap bakteri serta suhu tinggi. Pada proses *tanning*, kulit diputar di dalam sebuah drum besar dengan diameter ± 2 meter dan diproses menggunakan air serta bahan kimia yang ditambahkan secara bertahap (proses *batch*). Pada proses ini digunakan bahan penyamak berupa krom. Bahan kimia lain yang digunakan antara lain garam, foryl, natrium asetat, soda kue, proenzim, asam formiat,

natrium metabisulfit, trilon, sodium sulfat, kromosal B dan busan. Proses *tanning* menghasilkan limbah berupa limbah cair. Setelah melalui tahap ini, kulit *pickle* telah berubah menjadi kulit samak yang dinamakan *wet blue*.



Gambar 4. 3 Proses *Tanning*

Kulit yang telah tersamak selanjutnya masuk ke dalam ruang *wet blue* untuk melalui seleksi. Seleksi ini dilakukan untuk memisahkan kulit sesuai dengan *grade* yang dimiliki serta disesuaikan dengan permintaan pelanggan.



Gambar 4. 4 Proses *Wet blue*

Setelah kulit samak diseleksi dan dipisahkan, kulit akan masuk ke proses selanjutnya yaitu *shaving* yang kedua. Proses *shaving* kali ini dilakukan untuk menyeragamkan ketebalan kulit. Kulit diketam dengan mesin pengetam hingga memenuhi ketebalan yang diinginkan.



Gambar 4. 5 Proses *Shaving 2*

Tahap selanjutnya adalah tahap pewarnaan atau yang disebut *dyeing*. Dengan menggunakan alat yang sejenis dengan proses *tanning*, proses pewarnaan dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan drum. Kulit diproses dengan cara diputar serta ditambahkan air beserta bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan antara lain *foryl*, trilon B, asam formiat, *fixing fc*, p-lsw, novaltan pf, kromosal B, natrium asetat, soda kue, p-802, l-saf dan p-lmn. Penambahan air dan bahan kimia tersebut dilakukan secara bertahap. Pada akhir proses *dyeing* akan dihasilkan limbah berupa limbah cair. Proses produksi basah berhenti di sini dan selanjutnya kulit yang sudah melalui proses pewarnaan akan masuk ke dalam proses produksi kering.

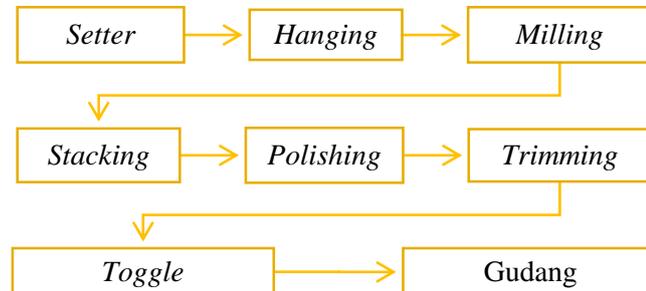


Gambar 4. 6 Proses *Dyeing*

2. Produksi Kering

Proses produksi kering dimulai ketika kulit sudah melalui proses pewarnaan. Dinamakan produksi kering karena pada serangkaian tahap yang dilakukan tidak melibatkan air sama sekali. Limbah yang dihasilkan

juga merupakan limbah padat atau kering. Berikut merupakan alur proses produksi kering:



Gambar 4. 7 Proses Produksi Kering

Kulit yang telah melalui tahap pewarnaan selanjutnya akan diproses dalam proses produksi kering. Produksi kering diawali dengan proses *setter*, dimana kulit akan dibentangkan dan dimasukkan ke dalam mesin *press* yang bertujuan untuk melebarkan permukaan kulit.



Gambar 4. 8 Proses *Setter*

Tahap selanjutnya adalah proses *hanging*. Dalam proses ini kulit digantung dan dijemur untuk mengurangi kadar airnya. Proses ini dilakukan selama ± 24 jam atau sampai kulit benar-benar dipastikan kering.



Gambar 4. 9 Proses *Hanging*

Setelah kadar airnya habis, kulit akan menjadi lebih kaku. Oleh karena itu kulit perlu diproses untuk mengembalikan kelenturannya. Kulit akan masuk ke dalam proses *milling*, dimana kulit diputar di dalam drum yang berisikan bola-bola karet serta ditambahkan bubuk *talk*. Proses *milling* dilakukan selama ± 5 jam.



Gambar 4. 10 Proses *Milling*

Proses selanjutnya adalah proses *stacking*. Dalam proses ini kulit dilemaskan kembali hingga didapatkan kelembasan dan kelenturan kulit sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin *stacking*.



Gambar 4. 11 Proses *Stacking*

Selanjutnya kulit masuk ke dalam proses *polishing*. Proses ini dilakukan dengan mesin *grinding* dimana kulit diratakan dan dihaluskan hingga didapatkan efek mengkilat.



Gambar 4. 12 Proses *Polishing*

Proses selanjutnya adalah proses *trimming*. *Trimming* adalah proses yang bertujuan untuk merapikan serta mengurangi permukaan kulit dengan cara menggunting secara manual tepian kulit. Dari proses ini dihasilkan limbah berupa sisa potongan kulit.



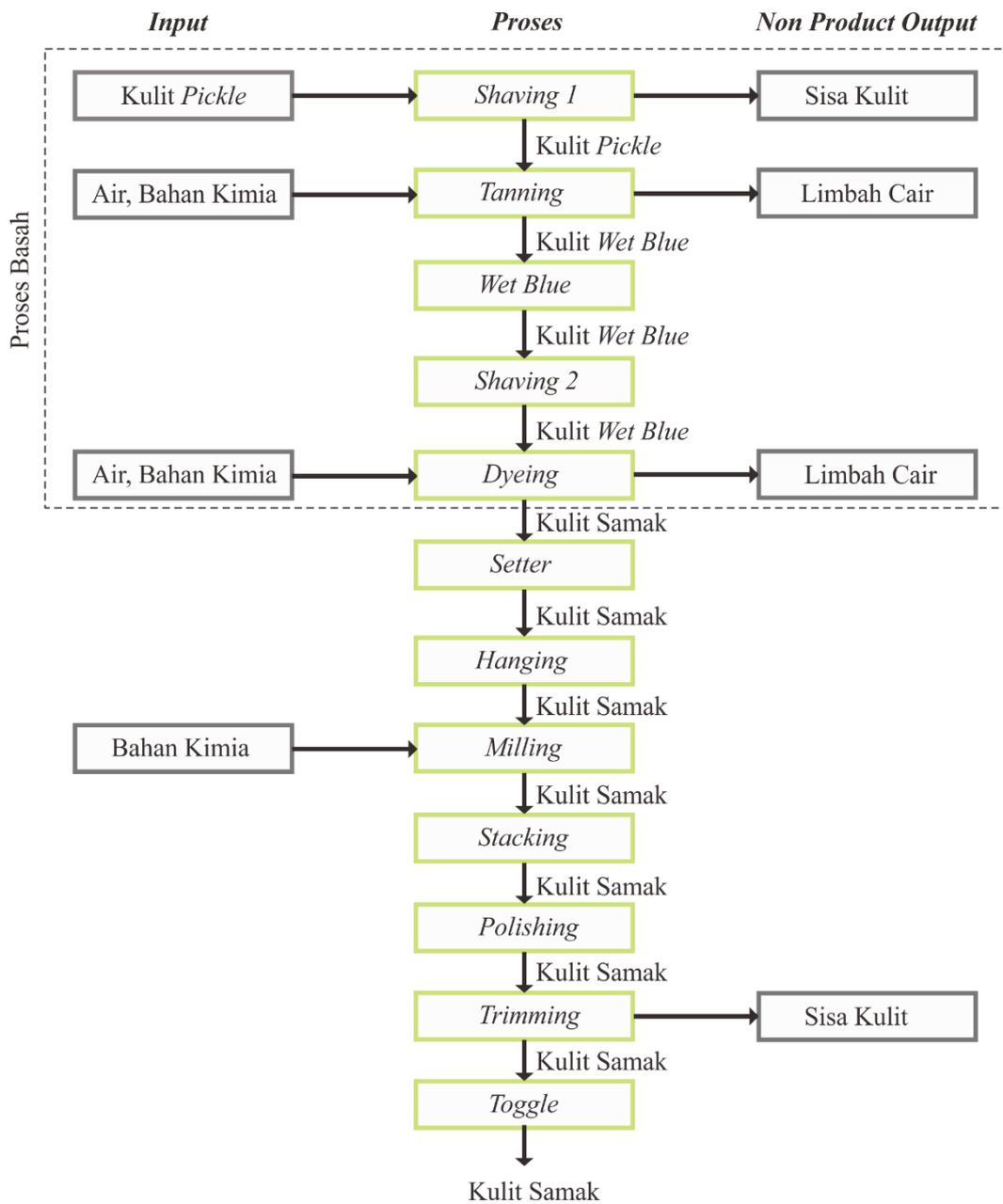
Gambar 4. 13 Proses *Trimming*

Setelah proses *trimming*, proses selanjutnya adalah proses *toggling* atau pengentangan. Dalam proses ini, kulit dibentangkan dan ditarik menggunakan mesin berpegas sampai didapatkan ukuran kulit yang maksimal dan seragam. Setelah didapatkan ukuran yang diinginkan, kulit diproses di dalam oven bersuhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama 5 menit agar kulit dapat mempertahankan ketegangannya.

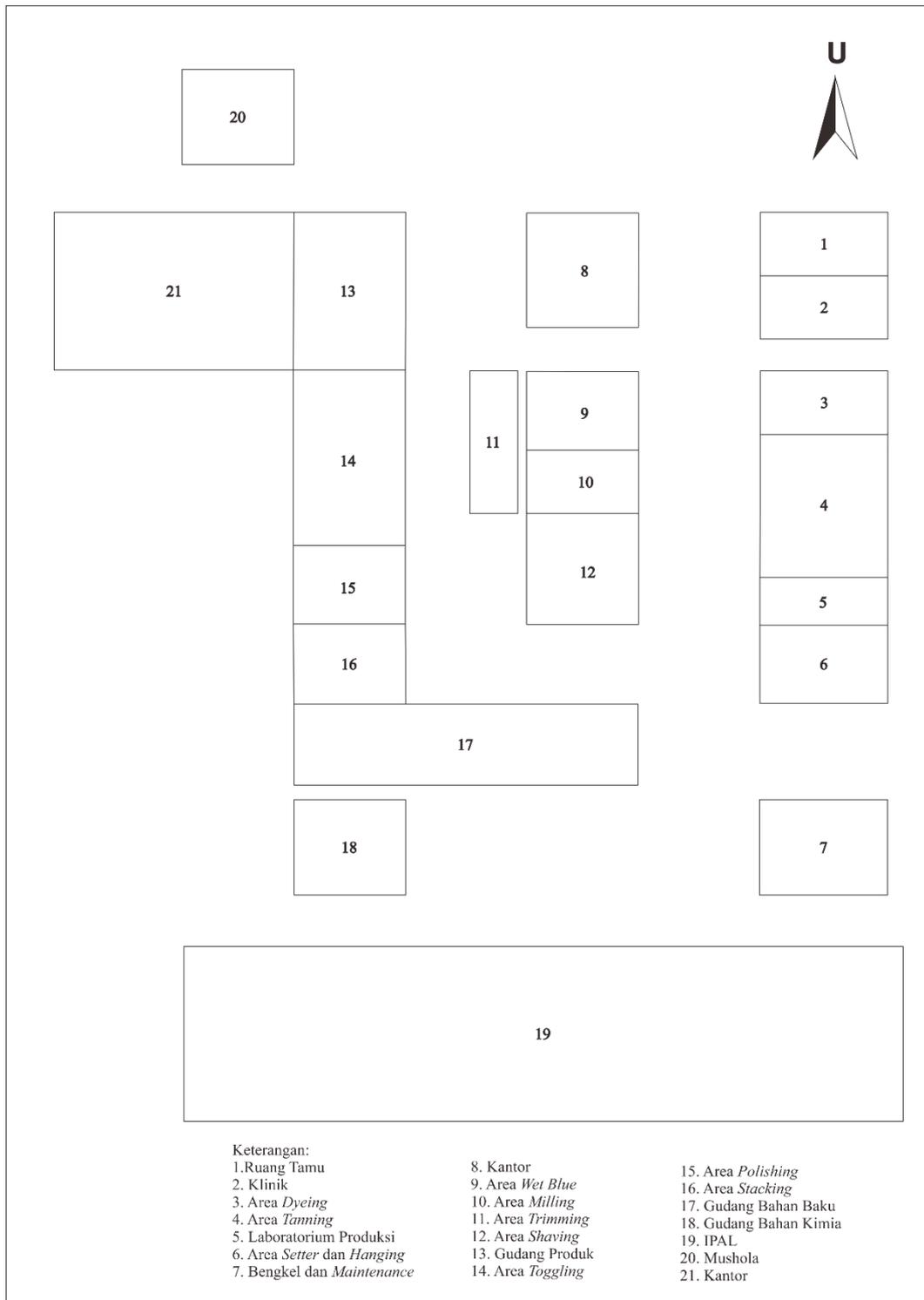


Gambar 4. 14 Proses *Toggling*

Proses produksi berakhir pada proses *toggling*. Selanjutnya kulit akan masuk ke dalam gudang *finishing* dimana akan dilakukan proses penyortiran, pengukuran serta pelabelan sebelum akhirnya kulit dikemas dan siap dikirim ke konsumen. Limbah cair yang dihasilkan saat proses produksi langsung diolah di IPAL yang dimiliki industri X. Sementara itu limbah padat yang dihasilkan kemudian dikirim ke pihak ketiga. Pada **Gambar 4.15** dan **Gambar 4.16** di bawah ini menunjukkan diagram alir proses produksi di industri X serta *layout* proses produksi yang ada.



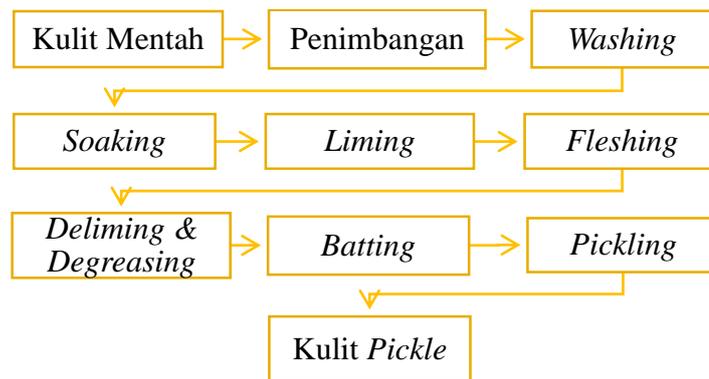
Gambar 4. 15 Diagram Alir Produksi di Industri X



Gambar 4. 16 *Layout* Proses Produksi Industri X

4.2.2 Gambaran Umum Proses Produksi Industri Y

Industri penyamakan kulit Y memproses kulit mentah yang berupa kulit domba menjadi kulit *pickle* atau kulit yang diawetkan dengan cara pengasaman. Dalam usahanya mengubah kulit mentah menjadi kulit *pickle*, diperlukan proses *beamhouse* yang merupakan kumpulan dari beberapa proses atau tahapan. Penjelasan mengenai proses tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 17 Proses *Beamhouse*

Proses produksi diawali dengan terlebih dahulu menimbang berat kulit mentah. Kulit mentah yang ditimbang sebelumnya telah diberi perlakuan penambahan garam untuk pengawetan alami. Dengan dilakukannya penimbangan akan diketahui berapa jumlah air serta bahan kimia yang harus ditambahkan dalam rangkaian proses penyamakan selanjutnya. Berat kulit rata-rata tiap produksi berkisar sekitaran angka 1.000 kg atau bergantung pada berapa kulit yang datang dari konsumen.



Gambar 4. 18 Proses Penimbangan

Setelah kulit tersebut ditimbang, selanjutnya kulit masuk dalam proses pencucian (*washing*). Tujuan dilakukannya pencucian adalah untuk menghilangkan kotoran serta melarutkan garam yang menempel pada kulit. Proses pencucian dilakukan dengan memasukkan kulit ke dalam drum lalu ditambahkan sejumlah air sesuai dengan takaran yang ada kemudian drum diputar selama 15 menit. Setelah 15 menit berlalu, dengan drum yang masih berputar, air dibuang secara perlahan selama 1 jam. Dari proses ini dihasilkan limbah cair berupa air sisa pencucian.



Gambar 4. 19 Proses *Washing*

Dengan masih menggunakan drum yang sama, kulit yang sudah bersih kemudian diproses dalam proses perendaman (*soaking*). Tujuan dilakukannya perendaman adalah untuk mengembalikan kadar air dalam kulit. Ke dalam drum ditambahkan air serta bahan kimia seperti *wetting agent* atau teepol, kaporit dan soda abu kemudian drum diputar selama 15 menit kemudian lanjut diputar selama 1 jam untuk membuang airnya. Parameter berhasil atau tidaknya proses *soaking* adalah dengan melihat penampang kulit. Kulit yang baik penampangnya akan berwarna putih pucat. Dari proses *soaking* dihasilkan limbah berupa limbah cair.



Gambar 4. 20 Proses *Soaking*

Setelah melalui proses *soaking*, selanjutnya kulit akan melalui proses pengapuran (*liming*). Dengan masih menggunakan drum yang sama seperti saat proses *washing* dan *soaking*, kulit diputar di dalam drum yang sebelumnya sudah ditambahkan air dan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan antara lain natrium sulfida (Na_2S) dan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Pemutaran drum dilakukan selama 3 jam lalu kemudian dibiarkan selama 1 malam kemudian pada pagi harinya drum kembali diputar selama 1 jam dan dibuang airnya. Dengan dilakukannya proses *liming* ini diharapkan bulu yang menempel pada kulit akan rontok dan kulit akan membengkak. Dari proses *soaking* dihasilkan 2 jenis limbah yaitu limbah padat berupa sisa bulu dan limbah cair sisa proses *liming*.



Gambar 4. 21 Proses *Liming*

Proses selanjutnya adalah proses pembuangan daging (*fleshing*). Tujuan dilakukannya *fleshing* adalah untuk membuang sisa daging dan yang masih menempel di kulit, melebarkan permukaan kulit dan juga untuk membuka pori-pori kulit. Proses *fleshing* dilakukan dengan menggunakan *setting out machine* dimana satu persatu lembaran kulit dimasukkan ke dalam mesin dan pisau di dalam mesin akan mengikis permukaan kulit dengan merata hingga sisa daging dan lemak akan hilang. Setelah melalui proses *fleshing* ini secara total berat kulit akan tereduksi sekitar 40%-60% dari berat kulit mentah. Dari proses *fleshing* ini dihasilkan limbah padat berupa sisa-sisa daging dan lemak.



Gambar 4. 22 Proses *Fleshing*

Meskipun kulit telah bersih dari bulu, daging dan lemak, namun kulit masih mengandung kapur sisa dari proses *liming*. Untuk menghilangkannya, kulit harus melalui proses *deliming* dengan bantuan bahan kimia seperti amonium sulfat, amonium klorit dan hidrogen peroksida. Selain untuk menghilangkan kapur, *deliming* juga bertujuan untuk menurunkan pH kulit secara perlahan dari pH basa ke pH netral dikarenakan proses selanjutnya bisa berjalan apabila kulit dalam keadaan pH netral. Bersamaan dengan proses *deliming*, dilakukan juga proses penghilangan lemak (*degreasing*). Proses *degreasing* bertujuan untuk mengemulsikan lemak pada kulit dengan bantuan bahan kimia *degreasing* DZ dan *wetting agent* (teepol). Dalam prosesnya *deliming* dan *degreasing* menggunakan bahan pelarut air. Bahan kimia ammonium sulfat diencerkan sampai 20 kali sementara bahan kimia lainnya diencerkan 5 kali. Kedua proses ini dilakukan dengan menggunakan drum yang diputar selama 1 jam atau sampai dengan pH kulit mendekati 7.



Gambar 4. 23 *Deliming* dan *Degreasing*

Proses selanjutnya adalah proses pengikisan protein (*batting*). Proses *batting* ini dapat berjalan apabila pH kulit adalah netral. Dengan menggunakan drum yang sama saat proses *deliming* dan *degreasing*, dilakukan penambahan air serta centrobate kemudian drum diputar selama 1 jam kemudian diputar lagi selama 1,5 jam untuk membuang airnya. Dari proses ini dihasilkan limbah berupa limbah cair.



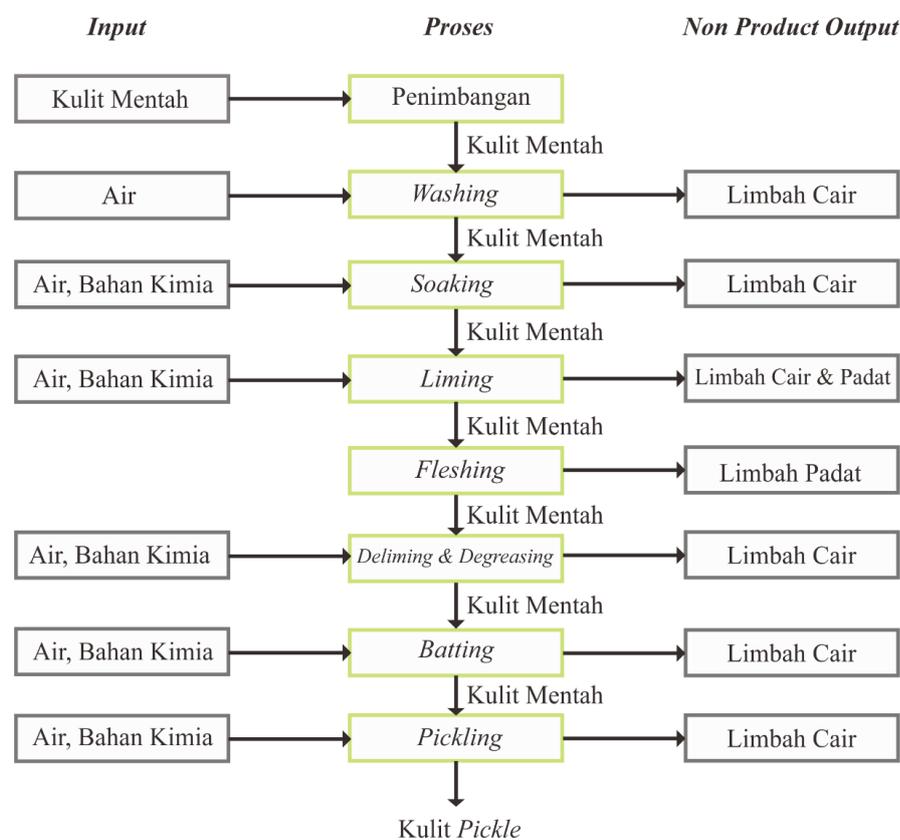
Gambar 4. 24 Proses *Batting*

Proses terakhir dalam *beamhouse* adalah pengasaman atau *pickling* dengan masih menggunakan drum yang sama seperti 2 proses sebelumnya. Dalam proses ini kulit dibuat keadaannya menjadi asam dengan pH kurang lebih 2,5. Dengan membuat keadaan kulit menjadi asam diharapkan kulit akan awet karena kulit tidak langsung diproses di proses selanjutnya. Proses *pickling* diawali dengan menambahkan air serta garam hingga didapat kekentalan yang diinginkan. Setelahnya ditambahkan bahan kimia lain seperti asam formiat, asam sulfat dan zenith. Kulit lalu direndam semalaman dan keesokan harinya drum diputar selama 1 jam sambil dibuang airnya. Setelah melalui proses *pickling* ini kulit telah berubah menjadi kulit *pickle*.

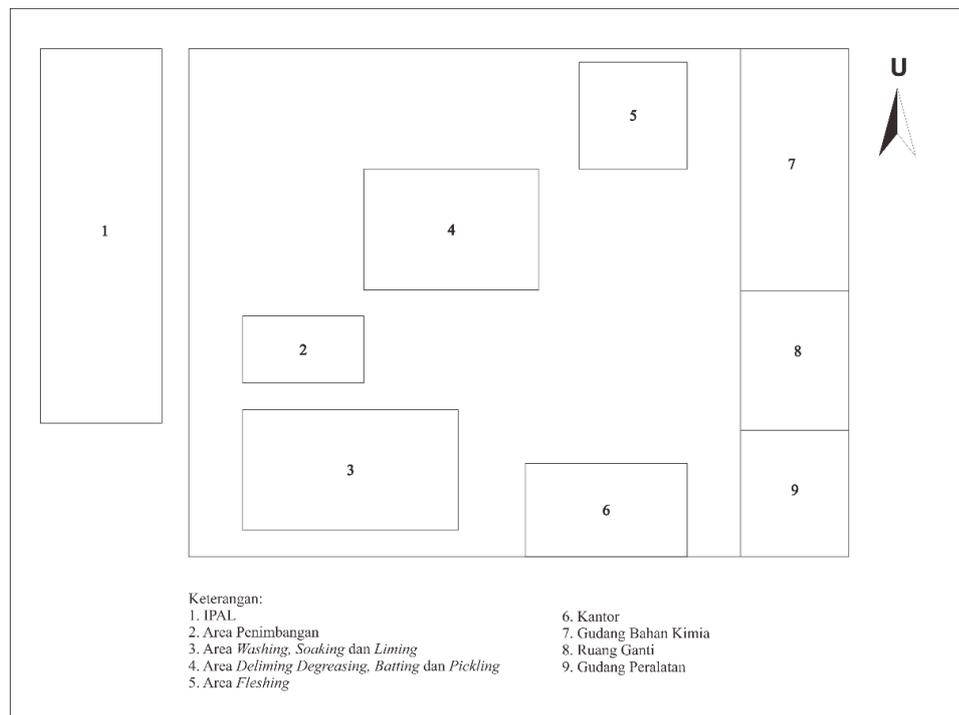


Gambar 4. 25 Proses *Pickling*

Proses produksi berhenti pada proses *pickling*. Kulit yang telah menjadi kulit *pickle* kemudian akan dikirim langsung ke konsumen atau pemesan. Limbah cair yang dihasilkan selama proses produksi disalurkan ke IPAL yang dimiliki industri Y dan langsung diolah. Sementara itu limbah padat yang berupa sisa daging dan bulu kemudian ditanam atau dibakar. Pada **Gambar 4.26** dan **Gambar 4.27** di bawah ini menunjukkan diagram alir proses produksi pada industri Y dan juga *layout* proses produksi.



Gambar 4. 26 Diagram Alir Produksi di Industri Y



Gambar 4. 27 *Layout* Proses Produksi Industri Y

Tabel 4.1 menunjukkan perbandingan industri X dan industri Y:

Tabel 4. 1 Perbandingan Gambaran Umum Industri X dan Y

	Industri X	Industri Y
Tahap Produksi	Kulit <i>pickle</i> sampai kulit samak	Kulit mentah sampai kulit <i>pickle</i>
Produk yang dihasilkan	Kulit samak	Kulit <i>pickle</i>
Jumlah Pekerja	219 orang	4 orang pekerja resmi dengan tambahan buruh \pm 10 orang
Kapasitas Produksi	108.000 lembar kulit per bulan atau 3600 lembar kulit per hari	1.000 kg kulit atau 438 lembar kulit per produksi

4.3 Analisis Tahapan Produksi Penyamakan Kulit Industri X

4.3.1 Kapasitas Produksi

Setiap harinya industri X melakukan produksi penyamakan kulit dengan kapasitas yang berbeda-beda menyesuaikan dengan pesanan yang masuk. Berdasarkan data produksi yang didapat dari industri, rata-rata dalam sebulan industri dapat memproses sebanyak 108.000 lembar kulit atau rata-rata 3.600 lembar kulit per hari.

Dalam penelitian yang dilakukan, data kapasitas produksi yang digunakan adalah berdasarkan berat kulit yang diproses dalam satu *batch* produksi. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan kebutuhan bahan kimia, air bersih serta energi. Pengamatan dilakukan selama 5 hari dan didapat data seperti yang tercantum pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 2 Kapasitas Produksi Industri X

Hari	Kapasitas Produksi
	Kg
Hari 1	983
Hari 2	1.094
Hari 3	1.044
Hari 4	1.010
Hari 5	453
Rata-rata	917

4.3.2 Penggunaan Bahan Kimia

Untuk menghasilkan kulit samak dengan kualitas yang baik diperlukan penambahan beberapa bahan kimia tertentu. Dapat dikatakan bahwa keberhasilan produksi penyamakan ditentukan oleh kehadiran bahan kimia. Dalam proses produksinya, industri X telah memiliki sebuah resep khusus yang memuat persenan bahan kimia yang dibutuhkan dengan basis berat kulit yang diproduksi sehingga mempermudah dan mengefektifkan penggunaan bahan kimia. Pada **Tabel 4.3** merupakan Tabel yang menampilkan jumlah bahan kimia per kapasitas produksi yang dibutuhkan dalam proses penyamakan kulit.

Tabel 4. 3 Kebutuhan Bahan Kimia Pada Industri X

Proses	Kapasitas Produksi	<i>Input</i>	
	Jumlah	Bahan	Jumlah
	kg		kg
<i>Tanning</i>	910 ± 262*	Garam	418,6 ± 121*
		Foryl	9,1 ± 2,6
		Natrium Asetat	36,4 ± 10,5
		Soda Kue	31,8 ± 9,2
		Proenzym MA	18,2 ± 5,2
		F.A	25 ± 7,2
		Natrium Metabisulfit	9,1 ± 2,6
		Trilon	0,9 ± 0,3
		Sodium Sulphate	45,5 ± 13,1
		Chromosal B	36,4 ± 10,5
		P.LSW	9,1 ± 2,6
		Busan	18,2 ± 5,2
<i>.Dyeing</i>	910 ± 262	Foryl	4,5 ± 1,3
		Trilon-B	1,8 ± 0,5
		Black NT	38,7 ± 11,1
		Asam Formiat	44,1 ± 12,7
		Fixing FC	9,1 ± 2,6
		P.LSW	18,2 ± 5,2
		Novaltan PF	27,3 ± 7,9
		Chromosal B	18,2 ± 5,2
		Natrium Asetat	18,2 ± 5,2
		Soda Kue	5,5 ± 1,6
		P-802	77,3 ± 22,3
		L-SAF	40,9 ± 11,8
		P.LMN	9,1 ± 2,6
Busan	0,2 ± 0,1		
PM 4700	2,3 ± 0,7		
<i>Milling</i>	910 ± 262	Talk	34 ± 8,6

*Keterangan: Data rata-rata ± Standar deviasi, dengan jumlah sampel sebanyak 5 sampel

4.3.3 Penggunaan Air dan Neraca Air

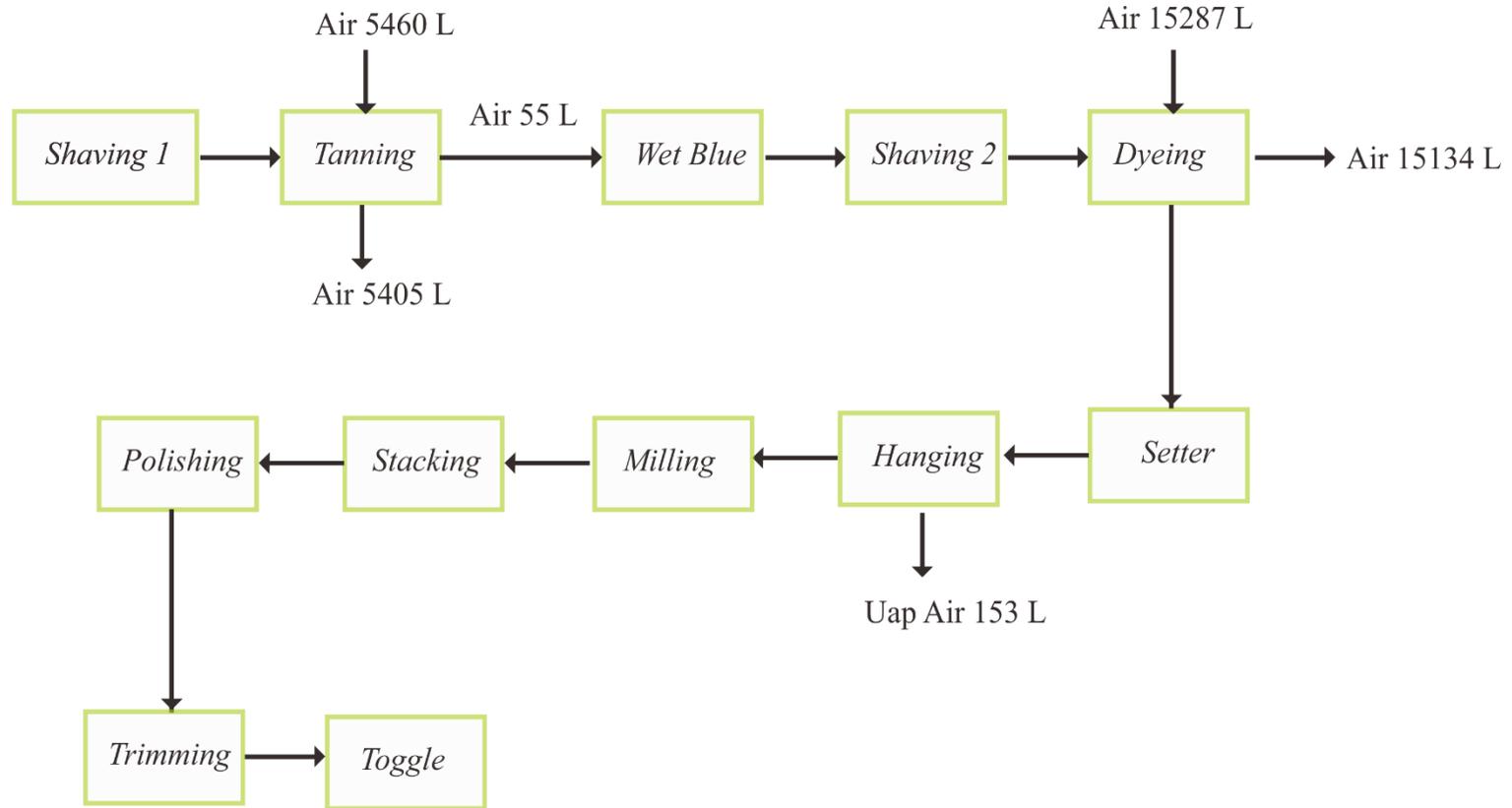
Air merupakan komponen yang tidak kalah penting dibandingkan dengan bahan kimia. Hadirnya air dalam proses produksi berfungsi sebagai pereaksi antara bahan kimia dan kulit. Dalam prosesnya, industri X menggunakan air hanya pada proses basah, khususnya pada tahap penyamakan (*tanning*) dan pewarnaan

(*dyeing*). Air yang digunakan untuk kegiatan produksi bersumber dari air sumur yang letaknya di samping lokasi industri. Pada **Tabel 4.4** merupakan Tabel yang menunjukkan jumlah kebutuhan air pada proses *tanning* dan *dyeing* dan pada **Gambar 4.28** menunjukkan diagram neraca air pada industri X.

Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Pada Proses Produksi di Industri X

Proses	Kapasitas Produksi	<i>Input</i>	
	Jumlah	Bahan	Jumlah
	kg		liter
<i>Tanning</i>	910 ± 262*	Air	5.460 ± 1.572*
<i>Dyeing</i>	910 ± 262	Air	15.287 ± 4.402

*Keterangan: Data rata-rata ± Standar deviasi, dengan jumlah sampel sebanyak 5 sampel



Gambar 4. 28 Diagram Neraca Air Industri X

Jumlah air yang dibutuhkan pada kedua tahap tersebut ditentukan berdasarkan resep yang sudah ada. Resep kebutuhan air ini didasarkan pada berat kulit yang akan diproses. Untuk tahap *tanning*, air yang dibutuhkan adalah sebesar 600% dari total berat kulit. Sementara itu untuk tahap *dyeing*, air yang dibutuhkan adalah sebesar 1680% dari total berat kulit. Pada **Tabel 4.5** di bawah ini menunjukkan jumlah kebutuhan air per kg produk pada industri X.

Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Per Kg Produk Pada Industri X

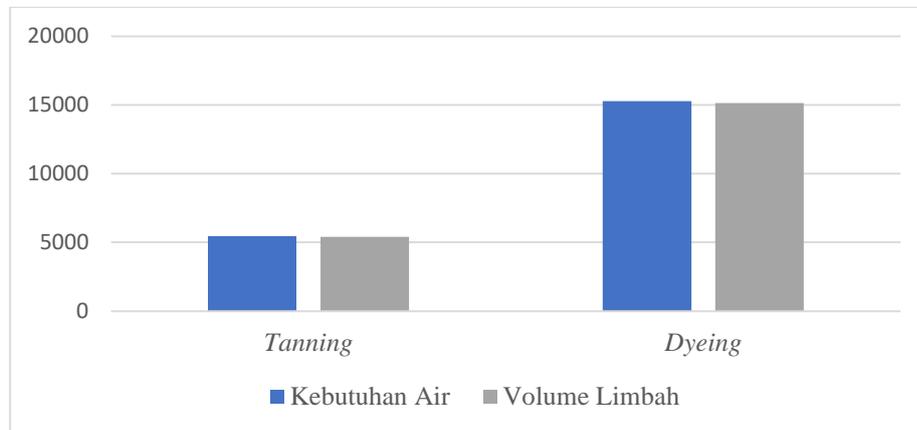
Proses	Kebutuhan Air	Kapasitas Produksi	Kebutuhan Air Per Kg
	liter	kg	liter/kg
<i>Tanning</i>	5.460	910	6
<i>Dyeing</i>	15.287	910	17
Total	20.747	910	23

Dari analisis yang dilakukan, limbah cair dihasilkan pada tahap *tanning* dan *dyeing*. Volume limbah cair pada industri X dapat dihitung dari resep yang ada dengan asumsi kehilangan air yang terjadi adalah 1% dengan pertimbangan bahwa sistem yang digunakan merupakan sistem *batch* sehingga tidak memungkinkan adanya kehilangan air yang besar. Pada **tabel 4.6** berikut menunjukkan volume air limbah yang dihasilkan.

Tabel 4. 6 Limbah Cair Pada Industri X

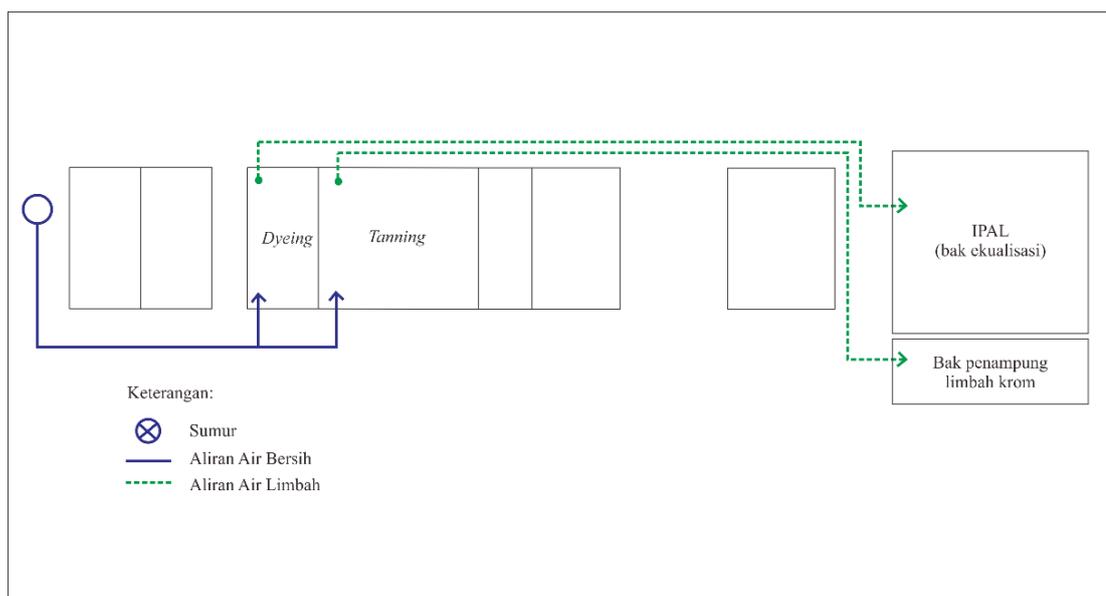
Proses	Hari	Kebutuhan Air	Volume Limbah	Kehilangan Air
		Liter	Liter	Liter
<i>Tanning</i>	1	5861	5802	59
	2	6516	6451	65
	3	6221	6159	62
	4	6019	5959	60
	5	2682	2655	27
	Rata-Rata	5460	5405	55
<i>Dyeing</i>	1	16410	16246	164
	2	18245	18062	183
	3	17418	17244	174
	4	16854	16685	169
	5	7510	7435	75
	Rata-Rata	15287	15134	153

Pada **Gambar 4.29** di bawah ini menunjukkan grafik perbandingan antara jumlah kebutuhan air dengan volume limbah cair yang dihasilkan pada tahapan *tanning* dan *dyeing*.



Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan Kebutuhan Air dan Limbah Cair Industri X

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, air untuk kebutuhan produksi bersumber dari air sumur yang terletak di samping industri. Sementara itu air limbah yang dihasilkan akan dialirkan ke IPAL. Berikut merupakan gambaran dari arah aliran air bersih maupun air limbah pada kegiatan produksi di industri X:



Gambar 4. 30 Arah Aliran Air Bersih dan Limbah Pada Industri X

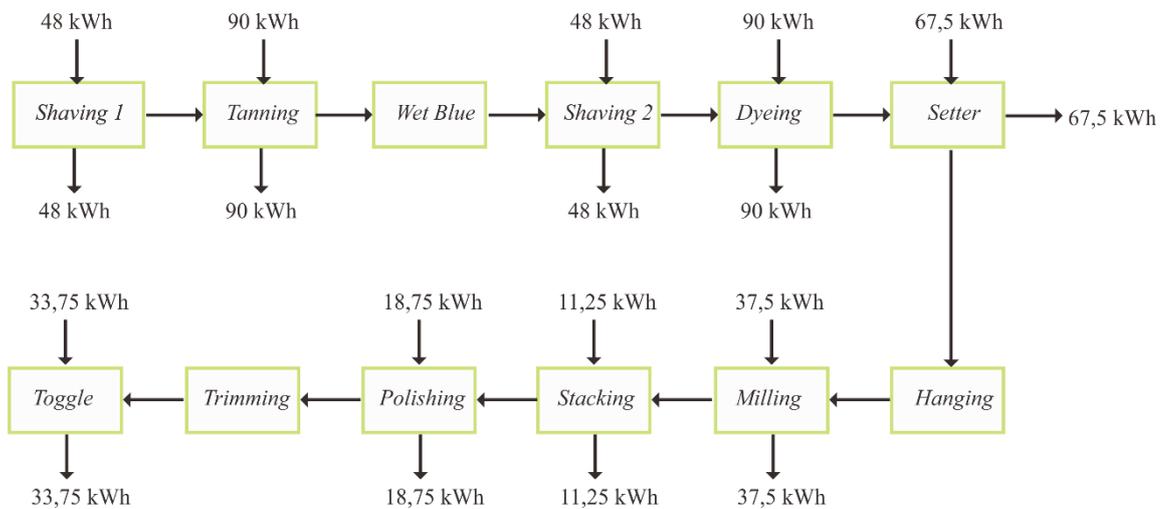
4.3.4 Penggunaan Energi dan Neraca Energi

Dalam melakukan proses produksi, industri X membutuhkan energi untuk menggerakkan mesin-mesin yang digunakan. Energi yang digunakan utamanya bersumber dari listrik yang dipasok oleh PLN. Namun, pada keadaan darurat industri X menyiapkan genset untuk sumber energi alternatif. Dari analisis yang dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik untuk proses produksi pada industri X adalah 444,75 kWh per *batch* (**Tabel 4.7**). Kebutuhan energi listrik terbesar bersumber dari proses *tanning* dan *dyeing* yang masing-masing menunjukkan angka 90 kWh. Besar atau kecilnya angka kebutuhan energi ditentukan oleh daya mesin yang digunakan serta lamanya durasi mesin digunakan.

Tabel 4. 7 Kebutuhan Energi Industri X

Proses	Durasi	Energi	Penggunaan Energi
	(jam)	kW	(kWh)
<i>Shaving 1</i>	4	12	48
<i>Tanning</i>	8	11,25	90
<i>Shaving 2</i>	4	12	48
<i>Dyeing</i>	8	11,25	90
<i>Setter</i>	5	13,5	67,5
<i>Milling</i>	5	7,5	37,5
<i>Stacking</i>	5	2,25	11,25
<i>Polishing</i>	5	3,75	18,75
<i>Toggle</i>	5	6,75	33,75
Jumlah			444,75

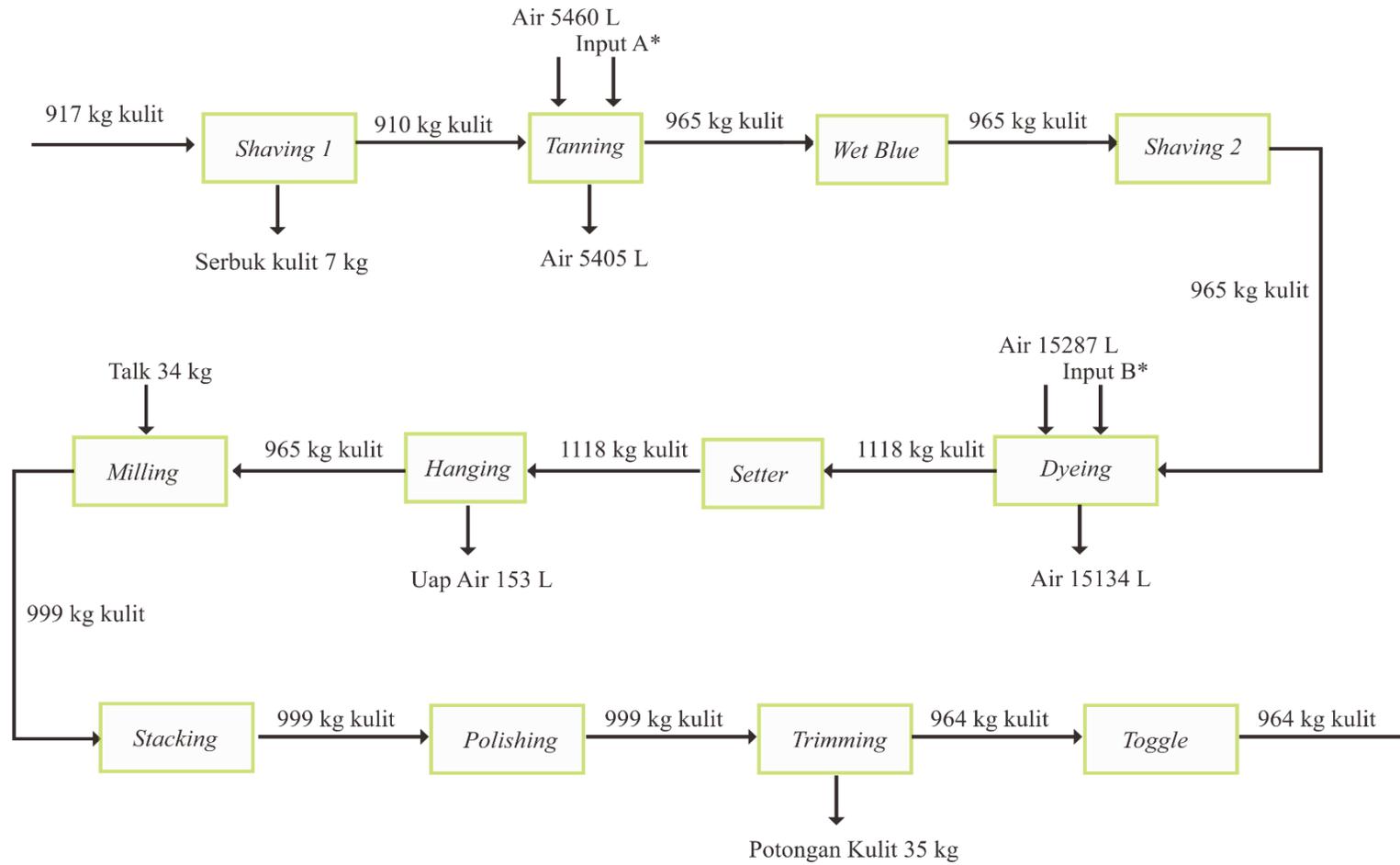
Apabila data penggunaan energi pada **Tabel 4.7** direpresentasikan dalam sebuah diagram neraca energi, maka hasilnya akan tergambar pada **Gambar 4.31**.



Gambar 4. 31 Diagram Neraca Energi Industri X

4.3.5 Neraca Massa

Dalam membuat neraca massa, hal pertama yang perlu dilakukan adalah menentukan *input* dan *output* pada proses produksi yang terjadi. Dalam menentukan *input* dan *output* tersebut dilakukanlah analisis penggunaan bahan baku, penggunaan air serta analisis jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan. Dari berbagai macam analisis yang dilakukan di industri X, keseluruhan *input* maupun *output* dapat disajikan dalam sebuah diagram neraca massa (**Gambar 4.32**).



*Keterangan: *input A* dan *input B* dapat dilihat di **Tabel 4.8**

Gambar 4. 32 Neraca Massa Industri X

Penjelasan mengenai keterangan *input* A dan *input* B pada neraca massa di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Keterangan Neraca Massa Industri X

<i>Input</i>	Bahan	Jumlah
		kg
A	Garam	418,6
	Foryl	9,1
	Natrium Asetat	36,4
	Soda Kue	31,8
	Proenzym MA	18,2
	Asam Formiat	25,0
	Sodium Meta Bisulfite	9,1
	Trilon	0,9
	Natrium Sulfat	45,5
	Chromosal B	36,4
	P.LSW	9,1
	Busan	18,2
	B	Foryl
Trilon-B		1,8
<i>Black NT</i>		38,7
Asam Formiat		44,1
<i>Fixing FC</i>		9,1
P.LSW		18,2
Novaltan PF		27,3
Chromosal B		18,2
Natrium Asetat		18,2
Soda Kue		5,5
P-802		77,3
L-SAF		40,9
P.LMN		9,1
Busan		0,2
PM 4700		2,3

Dalam perhitungan untuk membuat neraca massa, massa 1 liter air diasumsikan sebesar 1 kg. Kehilangan air yang terjadi pada proses produksi diakibatkan oleh terserapnya air yang bercampur dengan bahan kimia ke dalam pori-pori kulit sehingga massa kulit diakumulasikan dengan berat air yang terserap. Dari neraca massa di atas kemudian dapat direpresentasikan dalam **Tabel 4.9**.

Tabel 4. 9 *Input dan Output* Pada Proses Produksi di Industri X

Proses	Input		Output			
	Bahan	Jumlah	Product		Non Product Output	
		kg atau liter	Jenis	Jumlah kg atau liter	Jenis	Jumlah kg atau liter
<i>Shaving 1</i>	Kulit	917	Kulit	910	Limbah padat	7
<i>Tanning</i>	Kulit	910	Kulit	965	Limbah cair	5405
	Air	5460				
	Garam	418,6				
	Foryl	9,1				
	Natrium Asetat	36,4				
	Soda Kue	31,8				
	Proenzym MA	18,2				
	Asam Formiat	25				
	Sodium Meta Bisulfite	9,1				
	Trilon	0,9				
	Natrium Sulfat	45,5				
	Chromosal B	36,4				
	P.LSW	9,1				
	Busan	18,2				
<i>Wet blue</i>	Kulit	965	Kulit	965		
<i>Shaving 2</i>	Kulit	965	Kulit	965		
<i>Dyeing</i>	Kulit	965	Kulit	1118	Limbah cair	15134
	Air	15287				
	Foryl	4,5				
	Trilon-B	1,8				
	<i>Black NT</i>	38,7				
	Asam Formiat	44,1				
	<i>Fixing FC</i>	9,1				
	P.LSW	18,2				
	Novaltan PF	27,3				
	Chromosal B	18,2				
	Natrium Asetat	18,2				
	Soda Kue	5,5				
	P-802	77,3				
	L-SAF	40,9				
	P.LMN	9,1				
	Busan	0,2				
PM 4700	2,3					
<i>Setter</i>	Kulit	1118	Kulit	1118		
<i>Hanging</i>	Kulit	1118	Kulit	965	Uap air	153
<i>Milling</i>	Kulit	965	Kulit	999		
	Talk	34				

Proses	Input		Output			
	Bahan	Jumlah	Product		Non Product Output	
		kg atau liter	Jenis	Jumlah kg atau liter	Jenis	Jumlah kg atau liter
<i>Stacking</i>	Kulit	999	Kulit	999		
<i>Polishing</i>	Kulit	999	Kulit	999		
<i>Trimming</i>	Kulit	999	Kulit	964	Limbah padat	35
<i>Toggle</i>	Kulit	964	Kulit	964		
Jumlah	Kulit	917	Kulit	964	Limbah cair	20539
	Air	20747			Limbah padat	42
	Talk	34			Uap air	153
	21698			21698		

4.3.6 Analisis Limbah yang Dihasilkan

Dari analisis yang dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa pada proses produksi penyamakan kulit di industri X menghasilkan dua jenis limbah, yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair dihasilkan pada tahap *tanning* dan *dyeing*. Sementara itu limbah padat dihasilkan pada tahap *shaving I* dan *trimming*. Pada tahap *shaving I* dihasilkan limbah padat berupa serbuk kulit. Sementara itu pada tahap *trimming* dihasilkan limbah padat berupa potongan kulit. Jumlah limbah padat yang dihasilkan pada kedua tahap tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4. 10 Limbah Padat Pada Industri X

Proses	Hari	Limbah Padat
		Kg
<i>Shaving I</i>	1	6
	2	8
	3	7
	4	7
	5	6
	Rata-Rata	7
<i>Trimming</i>	1	38
	2	42
	3	40
	4	40
	5	15
	Rata-Rata	35

Berdasarkan data yang didapat, dapat dihitung besar presentase kehilangan air yang terjadi pada tahap *tanning* dan *dyeing*. Perhitungan kehilangan air dapat dilakukan dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air (tanning)} &= 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - \left(\frac{5405}{5460} \times 100\% \right) \\ &= 1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air (dyeing)} &= 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right) \\ &= 100\% - \left(\frac{15134}{15287} \times 100\% \right) \\ &= 1\% \end{aligned}$$

Kehilangan air yang terjadi pada tahap *tanning* maupun *dyeing* disebabkan oleh adanya sejumlah air yang terserap ke pori-pori kulit. Jumlah kehilangan air yang tidak terlalu besar yaitu sekitar 1% dapat dikarenakan sistem yang digunakan yaitu sistem *batch* sehingga sangat kecil kemungkinan adanya tumpahan serta penguapan air.

4.3.7 Penghematan yang Telah Diterapkan

Industri X pada kegiatan produksinya telah menerapkan beberapa penghematan, antara lain:

1. Penghematan listrik

Ruangan produksi pada industri X telah didesain sedemikian rupa sehingga pencahayaannya cukup dan tidak perlu menggunakan lampu. Listrik pada ruangan produksi digunakan untuk mesin-mesin produksi saja.

2. Pencegahan terjadinya *reject*

Sebelum melakukan produksi dalam skala besar, industri X melakukan uji coba terlebih dulu dalam skala kecil di laboratorium produksi yang dimiliki. Dalam laboratorium dilakukan proses produksi dari awal hingga didapatkan kulit samak yang sesuai permintaan konsumen. Kulit hasil uji coba ini kemudian akan dikirim ke konsumen untuk memastikan kesesuaiannya

dengan kriteria yang diminta. Setelah konsumen menyetujui baru dilakukan produksi dalam skala besar. Hal ini merupakan upaya untuk mencegah terjadinya produk *reject* serta mencegah pemborosan sumber daya dan kerugian yang mungkin timbul.

4.3.8 Identifikasi Berbagai Aspek Permasalahan Pada Kegiatan Produksi

Identifikasi permasalahan yang terjadi pada industri X tidak hanya mengenai limbah saja tetapi juga mencakup seluruh aspek produksi, seperti aspek bahan baku, teknologi, tata laksana dan produk. Permasalahan yang timbul mengenai bahan baku adalah adanya jumlah bahan baku kulit pada hari tertentu yang melebihi kapasitas produksi sehingga mengakibatkan pekerja harus lembur. Permasalahan teknologi yang timbul yaitu kebisingan. Kebisingan ditimbulkan dari mesin-mesin produksi pada proses *shaving, tanning, dyeing, setter, milling, stacking, polishing* dan *toggling*. Kebisingan akan lebih terasa pada saat-saat tertentu ketika mesin digunakan secara bersamaan. Permasalahan aspek tata laksana yang ada yaitu mengenai adanya cipratan air limbah buangan dari drum yang digunakan pada proses *tanning* dan *dyeing*. Meskipun sudah ada batas pada lantai, buangan air limbah tersebut terkadang terciprat ke lantai. Permasalahan tata laksana lain yaitu mengenai pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri yang semestinya ketika bersentuhan langsung dengan bahan kimia dengan alasan repot meskipun sudah dilakukan sosialisasi mengenai kesehatan dan keselamatan kerja. Selain itu permasalahan yang timbul yaitu bau yang menyengat yang ditimbulkan oleh bahan kimia.

Permasalahan selanjutnya adalah limbah. Mengenai limbah cair meskipun belum ada upaya minimisasi tetapi dirasa limbah telah terkelola dan terolah dengan baik dengan sistem pembuangan dan IPAL yang ada. Permasalahan yang dikeluhkan industri adalah limbah padat. Selama ini limbah padat selalu dikirim ke pihak ketiga karena belum terpikirkan bagaimana cara mengolah limbah padat tersebut. Sementara itu tidak ditemukan permasalahan yang timbul pada produk. **Tabel 4.11** merupakan ringkasan dari permasalahan yang timbul pada industri X.

Tabel 4. 11 Identifikasi Masalah Pada Industri X

Aspek	Proses	Permasalahan
Bahan baku	Seluruh proses	Pada saat tertentu jumlah bahan baku kulit melebihi kapasitas produksi sehingga pekerja diharuskan lembur
Teknologi	<i>Shaving, tanning, dyeing, setter, milling, stacking, polishing dan toggling</i>	Timbulnya kebisingan, terlebih ketika digunakan secara bersamaan
Produk	-	-
Tata laksana	<i>Dyeing dan tanning</i>	Adanya cipratan air limbah pada lantai
	Seluruh proses	Pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang memadai, bau bahan kimia
Limbah	<i>Dyeing dan tanning</i>	Belum ada upaya minimisasi
	<i>Shaving 1 dan trimming</i>	Belum ada pemanfaatan ataupun minimisasi

4.4 Analisis Tahapan Produksi Penyamakan Kulit Industri Y

4.4.1 Kapasitas Produksi

Dalam menjalankan proses produksinya, industri Y mendapat pasokan bahan baku langsung dari pemesan kulit *pickle*. Kulit mentah yang dikirim oleh pemesan jumlahnya berbeda-beda tiap kali produksi. Namun, berdasarkan data yang didapat dari industri Y, rata-rata tiap kali produksi kulit yang diproses adalah sebesar 1.000 kg.

Dalam penelitian yang dilakukan, kapasitas produksi yang digunakan adalah berdasarkan satu kali produksi. Satu kali produksi pada industri Y merupakan satu *batch* produksi. Pengamatan dilakukan selama 3 hari dan didapat data sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Kapasitas Produksi Industri Y

Hari	Jumlah Produksi
	Kg
Hari 1	920
Hari 2	1.000
Hari 3	900
Rata-Rata	940

4.4.2 Bahan Kimia

Sama halnya dengan industri X, pada industri Y juga telah ada resep khusus yang yang memuat persenan bahan kimia yang dibutuhkan dengan basis berat kulit yang diproduksi. Basis berat kulit yang digunakan adalah berat kulit yang telah melalui tahap penimbangan baik saat pertama kali maupun setelah melalui proses *fleshing*. Berikut merupakan tabel yang menampilkan kebutuhan bahan kimia pada tiap proses produk:

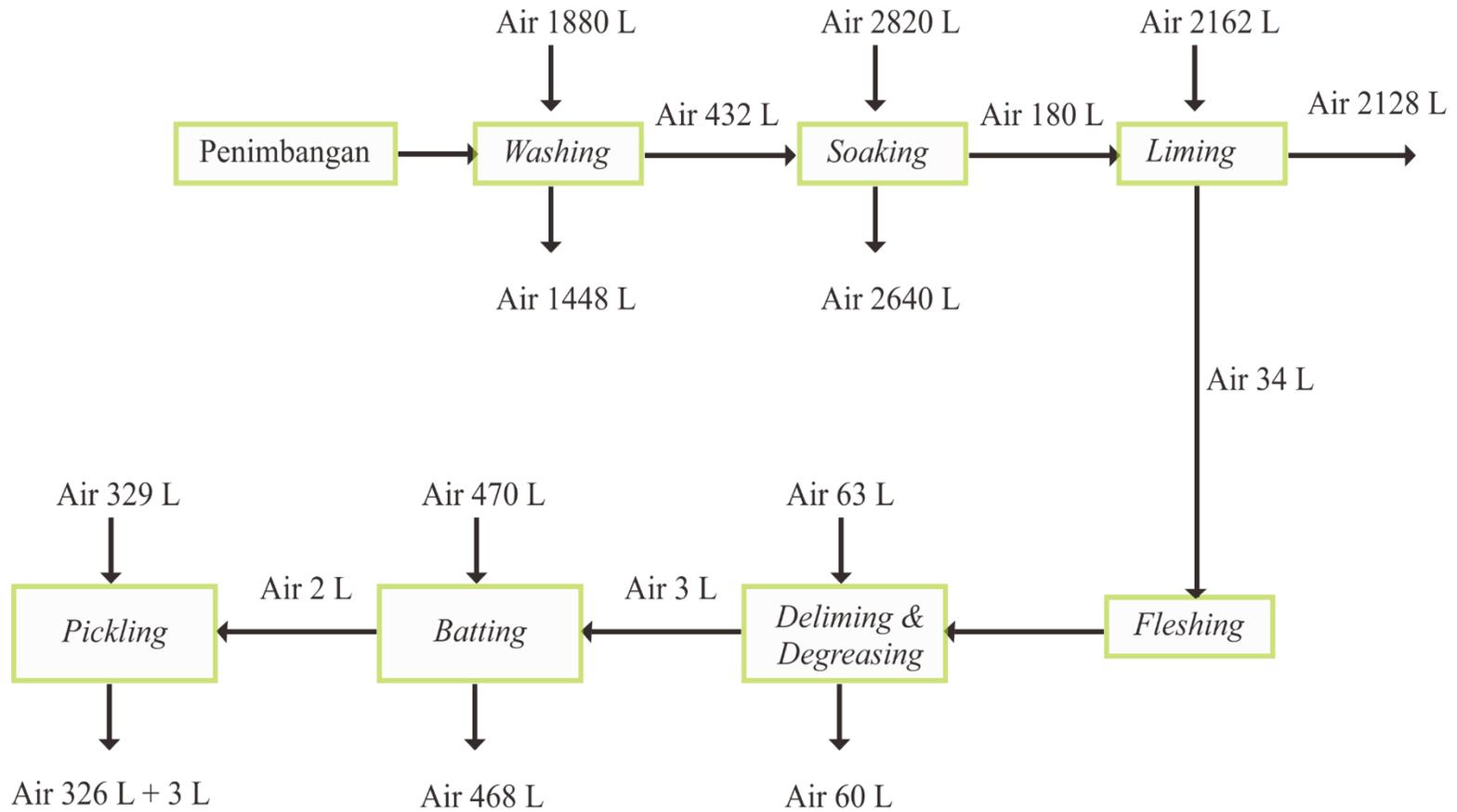
Tabel 4. 13 Kebutuhan Bahan Kimia Pada Industri Y

Proses	Kapasitas Produksi		Input	
	Jumlah		Bahan	Jumlah
	kg			kg
<i>Soaking</i>	940 ± 53*		<i>Wetting Agent</i> (sabun)	2,8 ± 0,2*
			Kaporit	2,8 ± 0,2
			Soda Abu	1,9 ± 0,1
<i>Liming</i>	940 ± 53		Kalsium Hidroksida	65,8 ± 3,7
			Natrium Sulfida	28,2 ± 1,6
<i>Deliming dan Degreasing</i>	470± 66		Ammonium Sulfat	1,9 ± 0,3
			Ammonium Klorit	1,9 ± 0,3
			Hidrogen Peroksida	0,9 ± 0,1
			<i>Degreasing DZ</i>	1,4 ± 0,2
			<i>Wetting Agent</i> (sabun)	0,9 ± 0,1
<i>Batting</i>	470± 66		Centrobate	2,4 ± 0,3
<i>Pickling</i>	470± 66		Garam	47 ± 6,6
			Asam Formiat	2,4 ± 0,3
			Asam Sulfat	5,6 ± 0,8
			Zenith	0,2 ± 0,03

*Keterangan: Data rata-rata ± Standar deviasi, dengan jumlah sampel sebanyak 3 sampel

4.4.3 Penggunaan Air dan Neraca Air

Dalam proses produksinya, industri Y menggunakan air hampir di semua tahapan proses. Air bersih yang digunakan bersumber dari air sumur. Pada **Gambar 4.33** menunjukkan diagram neraca air pada industri Y dan **Tabel 4.14** merupakan tabel yang menunjukkan jumlah kebutuhan air pada industri Y.



Gambar 4. 33 Diagram Neraca Air Industri Y

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Pada Proses Produksi di Industri Y

Proses	Kapasitas Produksi	Input	
	Jumlah	Bahan	Jumlah
	Kg		liter
<i>Washing</i>	940 ± 53*	Air	1880 ± 106*
<i>Soaking</i>	940 ± 53	Air	2820 ± 159
<i>Liming</i>	940 ± 53	Air	2162 ± 122
<i>Deliming & degreasing</i>	470± 66	Air	63 ± 9
<i>Batting</i>	470± 66	Air	470 ± 66
<i>Pickling</i>	470± 66	Air	329 ± 46

*Keterangan: Data rata-rata ± Standar deviasi, dengan jumlah sampel sebanyak 3 sampel

Sama halnya dengan industri X, pada industri Y perhitungan kebutuhan air tiap tahapan prosesnya juga telah ditentukan oleh resep. Perhitungan kebutuhan air ini juga didasarkan pada total berat kulit yang diproses, kecuali pada tahap *deliming* dan *dgreasing*. Pada tahap *washing* dibutuhkan 200% air per kg kulit, *soaking* 300% air per kg kulit, *liming* 230% air per kg kulit, *batting* 100% air per kg kulit dan *pickling* 70% air per kg kulit. Sementara itu pada tahap *deliming* dan *dgreasing* banyaknya air yang digunakan bergantung pada berat bahan kimia yang digunakan. Untuk bahan ammonium sulfat dilakukan pengenceran sebanyak 20 kali dan bahan lainnya seperti ammonium klorit, hidrogen peroksida, *dgreasing* DZ dan *wetting agent* diencerkan 5 kali. Pada **Tabel 4.15** di bawah ini menunjukkan besar kebutuhan air per kg produk pada industri Y.

Tabel 4. 15 Kebutuhan Air Per Kg Produk Pada Industri Y

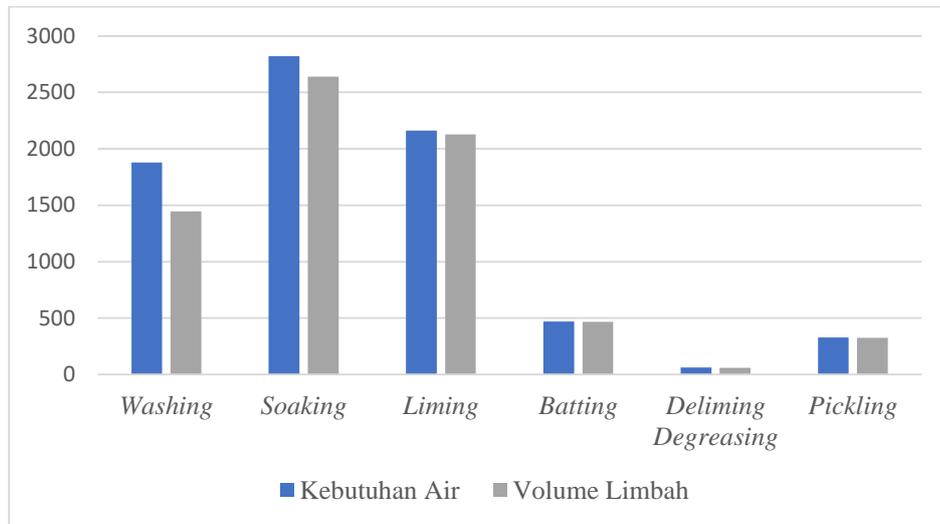
Proses	Kebutuhan Air	Kapasitas Produksi	Kebutuhan Air Per Kg
	liter	kg	liter/kg
<i>Washing</i>	1880	940	2
<i>Soaking</i>	2820	940	3
<i>Liming</i>	2162	940	2
<i>Deliming & degreasing</i>	63	470	0,13
<i>Batting</i>	470	470	1
<i>Pickling</i>	329	470	1
Total	7625	940	9,13

Dari analisis yang dilakukan, limbah cair dihasilkan pada tahap *washing*, *soaking*, *liming*, *deliming degreasing*, *batting* dan *pickling*. Volume limbah cair pada industri Y dihitung dengan menggunakan teknik perhitungan debit air pada saluran terbuka (dapat dilihat di lampiran). Pada **Tabel 4.16** berikut menunjukkan jumlah air limbah yang dihasilkan.

Tabel 4. 16 Limbah Cair Pada Industri Y

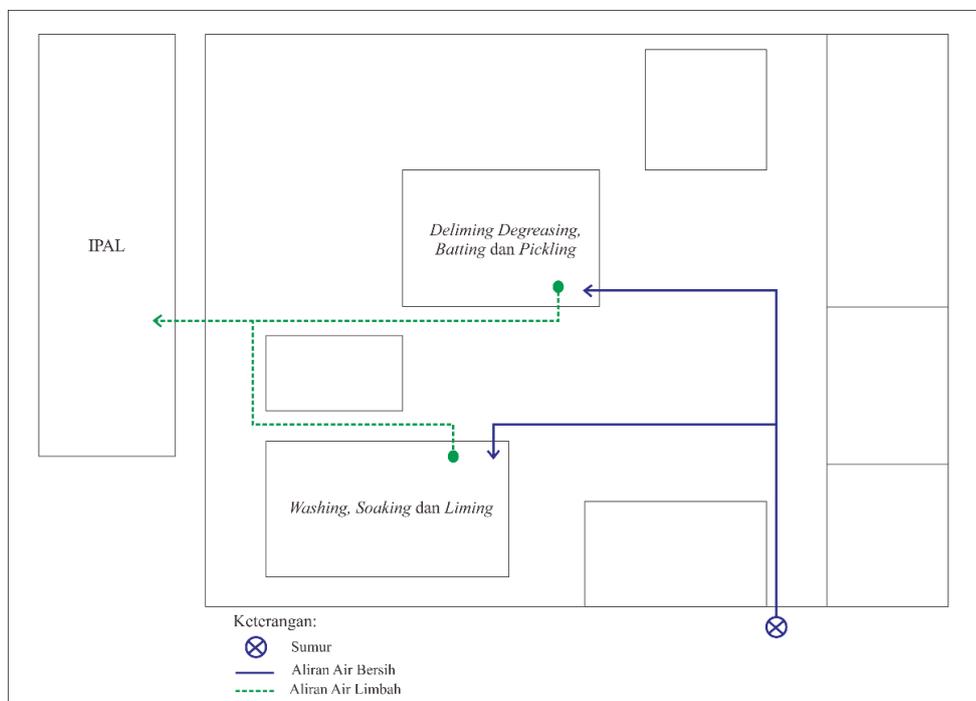
Proses	Hari	Kebutuhan Air	Volume Limbah
		Liter	Liter
<i>Washing</i>	1	1840	1262
	2	2000	1622
	3	1800	1459
	Rata-Rata	1880	1448
<i>Soaking</i>	1	2760	2650
	2	3000	2841
	3	2700	2428
	Rata-Rata	2820	2640
<i>Liming</i>	1	2116	2095
	2	2300	2264
	3	2070	2024
	Rata-Rata	2162	2128
<i>Deliming dan degreasing</i>	1	65	62
	2	54	50
	3	72	67
	Rata-Rata	63	60
<i>Batting</i>	1	480	398
	2	400	529
	3	530	478
	Rata-Rata	470	468
<i>Pickling</i>	1	336	277
	2	280	368
	3	371	334
	Rata-Rata	329	326

Pada **Gambar 3.34** menunjukkan grafik perbandingan antara jumlah kebutuhan air dengan limbah cair yang dihasilkan pada tahapan *washing*, *soaking*, *liming*, *deliming degreasing*, *batting* dan *pickling*.



Gambar 4. 34 Perbandingan Kebutuhan Air dan Limbah Cair Industri Y

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, air untuk kebutuhan produksi bersumber dari air sumur. Sementara itu air limbah yang dihasilkan akan dialirkan ke IPAL. Pada **Gambar 4.35** merupakan gambaran dari arah aliran air bersih maupun air limbah pada kegiatan produksi di industri Y.



Gambar 4. 35 Arah Aliran Air Bersih dan Air Limbah Pada Industri Y

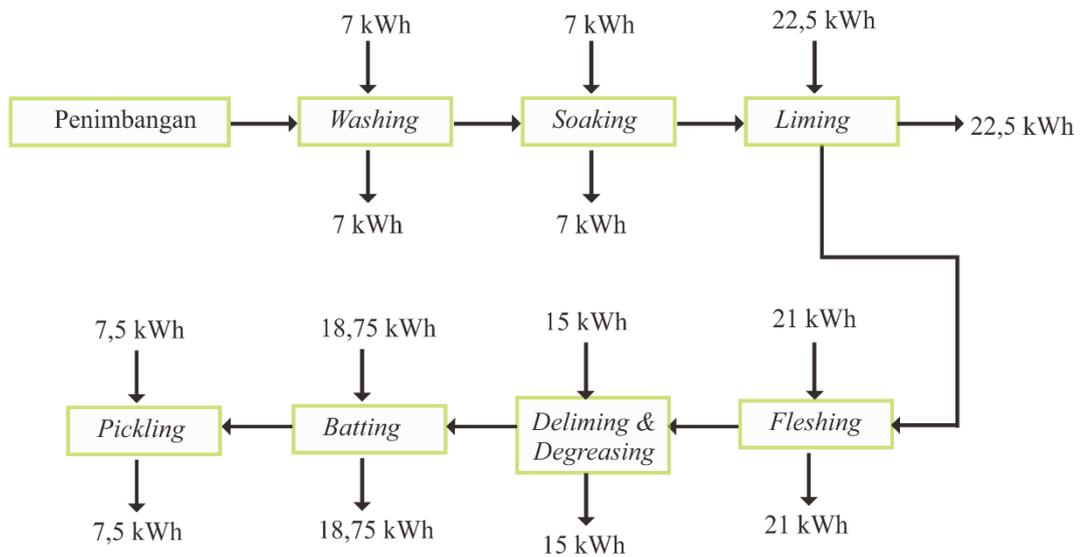
4.4.4 Penggunaan Energi dan Neraca Energi

Energi yang digunakan oleh industri Y untuk melakukan proses produksi utamanya bersumber dari energi listrik yang dipasok oleh PLN. Namun, pada saat keadaan darurat industri Y telah menyiapkan genset untuk sumber energi alternatif. Penggunaan energi listrik bersumber dari mesin- mesin yang digunakan dalam proses produksi penyamakan kulit. Mesin yang digunakan antara lain adalah drum putar dan mesin *fleshing*. Dari analisis yang dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik pada industri Y mencapai 85,9 kWh per *batch* (**Tabel 4.17**). Kebutuhan energi terbesar ada pada proses *liming* yaitu sebesar 22,5 kWh. Perbedaan besarnya angka kebutuhan energi ini disebabkan oleh dua faktor, yaitu daya mesin serta durasi penggunaan mesin.

Tabel 4. 17 Kebutuhan Energi Industri Y

Proses	Durasi	Energi	Penggunaan Energi
	(jam)	kW	(kWh)
<i>Washing</i>	1,25	5,625	7,0
<i>Soaking</i>	1,25	5,625	7,0
<i>Liming</i>	4	5,625	22,5
<i>Fleshing</i>	2	10,5	21,0
<i>Demiling dan Degreasing</i>	2	7,5	15,0
<i>Batting</i>	2,5	7,5	18,75
<i>Pickling</i>	1	7,5	7,5
Jumlah			98,8

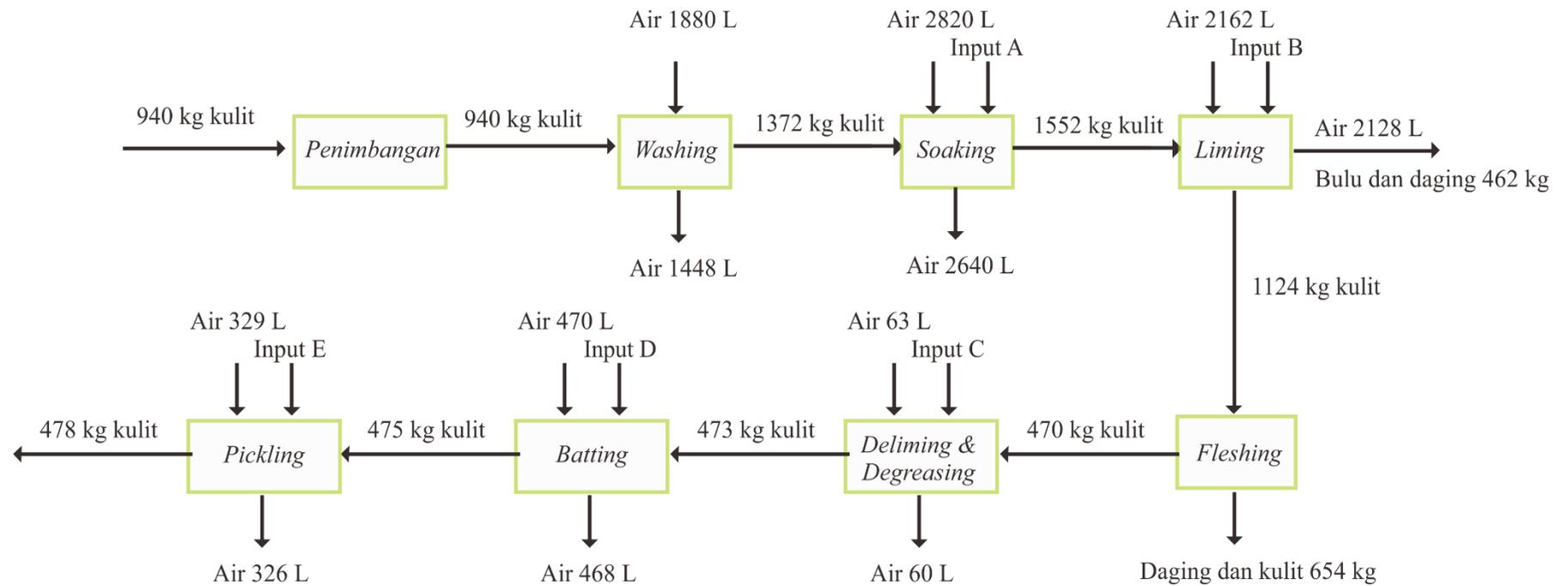
Apabila data penggunaan energi pada **Tabel 17** direpresentasikan dalam sebuah diagram neraca energi, maka hasilnya ada pada **Gambar 4.36**.



Gambar 4. 36 Neraca Energi Industri Y

4.4.5 Neraca Massa

Sama halnya dengan pembuatan neraca massa pada industri X, pada industri Y perlu menentukan terlebih dahulu *input* dan *output* pada proses produksi yang terjadi. Dalam menentukan *input* dan *output* tersebut dilakukanlah analisis penggunaan bahan baku, penggunaan air serta analisis jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan. Dari berbagai macam analisis yang dilakukan di industri Y, keseluruhan *input* maupun *output* dapat disajikan dalam diagram neraca massa (**Gambar 4.37**).



*Keterangan: input A, B, C dan E dapat dilihat di **Tabel 4.18**

Gambar 4.37 Neraca Massa Industri Y

Penjelasan mengenai keterangan *input* A, B, C, D dan E pada neraca massa di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Keterangan Neraca Massa Industri Y

<i>Input</i>	Bahan	Jumlah
		kg
A	<i>Wetting Agent</i> (sabun)	2,8
	Kaporit	2,8
	Soda Abu	1,9
B	Kalsium Hidroksida	65,8
	Natrium Sulfida	28,2
C	Ammonium Sulfat	1,9
	Ammonium Klorit	1,9
	Hidrogen Peroksida	0,9
	<i>Degreasing DZ</i>	1,4
	<i>Wetting Agent</i> (sabun)	0,9
D	Centrobate	2,4
E	Garam	47,0
	Asam Formiat	2,4
	Asam Sulfat	5,6
	Zenith	0,2

Dalam perhitungan untuk membuat neraca massa, massa 1 liter air diasumsikan sebesar 1 kg. Kehilangan air yang terjadi pada proses produksi diakibatkan oleh terserapnya air yang bercampur dengan bahan kimia ke dalam bulu dan pori-pori kulit sehingga massa kulit diakumulasikan dengan berat air yang terserap. Dari neraca massa di atas kemudian dapat direpresentasikan dalam sebuah tabel seperti pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4. 19 *Input dan Output* Pada Proses Produksi di Industri Y

Proses	Input		Output			
	Bahan	Jumlah	Product		Non Product Output	
		kg atau liter	Jenis	Jumlah	Jenis	Jumlah
				kg atau liter		kg atau liter
Penimbangan	Kulit	940	Kulit	940		
<i>Washing</i>	Kulit Air	940 1880	Kulit	1372	Limbah cair	1448
<i>Soaking</i>	Kulit Air <i>Wetting agent</i> Kaporit Soda Abu	1372 2820 2,8 2,8 1,9	Kulit	1552	Limbah cair	2640
<i>Liming</i>	Kulit Air Kalsium Hidroksida Natrium Sulfida	1552 2162 65,8 28,2	Kulit	1124	Limbah cair Limbah padat	2128 462
<i>Fleshing</i>	Kulit	1124	Kulit	470	Limbah padat	654
<i>Deliming & degreasing</i>	Kulit Air Ammonium Sulfat Ammonium Klorit Hidrogen Peroksida <i>Degreasing DZ</i> <i>Wetting agent</i>	470 63 1,9 1,9 0,9 1,4 0,9	Kulit	473	Limbah cair	60
<i>Batting</i>	Kulit Air Centrobate	473 470 2,35	Kulit	475	Limbah cair	468
<i>Pickling</i>	Kulit Air Garam Asam Formiat Asam Sulfat Zenith	475 329 47 2,4 5,6 0,2	Kulit	478	Limbah cair	326
Jumlah	Kulit Air	940 7724	Kulit	478	Limbah cair Limbah padat	7070 1116
	8664		8664			

4.4.6 Analisis Limbah yang Dihasilkan

Hasil analisis menunjukkan bahwa dari rangkaian proses produksinya, industri Y menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair dihasilkan dari proses *washing*, *soaking*, *liming*, *batting* dan *pickling*. Sementara itu limbah padat dihasilkan dari proses *liming* dan *fleshing*. Pada proses *liming* dihasilkan limbah padat berupa sisa bulu dan daging. Sementara itu pada proses *fleshing* dihasilkan limbah padat berupa sisa daging dan kulit. Jumlah limbah padat yang dihasilkan pada kedua tahap tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.20**.

Tabel 4. 20 Limbah Padat Pada Industri Y

Proses	Hari	Limbah Padat
		Kg
<i>Liming</i>	1	435
	2	590
	3	360
	Rata-Rata	462
<i>Fleshing</i>	1	651
	2	656
	3	656
	Rata-Rata	654

Berdasarkan data yang didapat, dapat dihitung besar presentase kehilangan air yang terjadi pada setiap tahapan yang menghasilkan limbah cair. Perhitungan kehilangan air dapat dilakukan dengan cara:

$$\begin{aligned}
 \text{Kehilangan air (washing)} &= 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right) \\
 &= 100\% - \left(\frac{1448}{1880} \times 100\% \right) \\
 &= 23\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kehilangan air (soaking)} &= 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right) \\
 &= 100\% - \left(\frac{2640}{2820} \times 100\% \right)
 \end{aligned}$$

$$= 7\%$$

$$\text{Kehilangan air (liming)} = 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right)$$

$$= 100\% - \left(\frac{2128}{2162} \times 100\% \right)$$

$$= 2\%$$

$$\text{Kehilangan air (deliming degreasing)} = 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right)$$

$$= 100\% - \left(\frac{60}{63} \times 100\% \right)$$

$$= 5\%$$

$$\text{Kehilangan air (batting)} = 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right)$$

$$= 100\% - \left(\frac{468}{470} \times 100\% \right)$$

$$= 1\%$$

$$\text{Kehilangan air (pickling)} = 100\% - \left(\frac{\text{volume limbah}}{\text{kebutuhan air}} \times 100\% \right)$$

$$= 100\% - \left(\frac{326}{329} \times 100\% \right)$$

$$= 1\%$$

Kehilangan air terbesar terjadi pada proses *washing* yaitu sebesar 23%. Besarannya angka kehilangan air tersebut dapat disebabkan karena adanya sejumlah air yang terserap ke kulit mentah yang masih mengandung bulu pada saat proses pencucian. Terserapnya air ke kulit dan bulu juga terjadi pada proses *soaking* dan *liming* tetapi angka kehilangan air yang tidak sebesar pada saat proses *washing*. Sementara itu presentase kehilangan air pada proses *deliming*

degreasing, *batting* dan *pickling* ada pada angka yang kecil. Hal tersebut disebabkan karena air hanya meresap ke pori-pori kulit karena bulu pada kulit sudah tidak ada. Faktor lain yang membuat angka kehilangan air ini tidak besar adalah karena sistem yang digunakan pada proses produksi adalah proses *batch* sehingga sangat kecil kemungkinan adanya tumpahan serta penguapan air.

4.4.7 Penghematan yang Telah Diterapkan

Industri Y pada kegiatan produksinya telah menerapkan beberapa penghematan, antara lain:

1. Penghematan listrik

Industri Y melakukan penghematan energi dengan cara mendesain ruangan produksinya dengan pencahayaan yang cukup, sehingga memungkinkan industri Y untuk tidak menggunakan lampu sebagai sumber penerangan. Penggunaan listrik pada ruangan produksi hanya untuk alat-alat produksi saja dan digunakan secukupnya, sesuai dengan durasi penggunaan yang semestinya.

2. Pencegahan produk *reject*

Pada proses terakhir (*pickling*) untuk memastikan kulit sudah menjadi kulit *pickle*, dilakukan beberapa pengecekan seperti kekentalan cairan serta pH kulit. Apabila belum memenuhi kriteria akan dilakukan proses pemutaran drum lebih lama sampai didapat kulit *pickle* yang sesuai kriteria. Hal ini merupakan upaya untuk mencegah terjadinya produk *reject* serta mencegah pemborosan sumber daya dan kerugian yang mungkin timbul.

4.4.8 Identifikasi Berbagai Aspek Permasalahan Pada Kegiatan Produksi

Identifikasi permasalahan dilakukan dalam berbagai aspek, antara lain adalah aspek bahan baku, teknologi, tata laksana, produk dan limbah. Permasalahan yang terjadi pada aspek bahan baku adalah kebalikan permasalahan dari yang terjadi pada industri X. Apabila industri X terkadang mengalami kelebihan bahan baku kulit, industri Y hanya menjalankan produksi apabila

terdapat pesanan. Apabila tidak terdapat pesanan maka tidak ada produksi. Permasalahan aspek teknologi yang timbul yaitu kebisingan. Kebisingan terjadi akibat pemakaian mesin drum putar serta mesin *fleshing* yang digunakan. Pada aspek tata laksana, terdapat beberapa permasalahan yang timbul, seperti adanya cipratan air limbah meskipun sudah ada pembatas pada lantai, kurangnya jumlah pekerja, kurang sadarnya pekerja akan kesehatan dan keselamatan kerja serta timbulnya bau yang menyengat pada ruang produksi. Pada aspek limbah, baik pada limbah cair dan padat keduanya sama-sama belum ada upaya untuk diminimisasi. Limbah cair yang timbul dikelola dan diolah oleh IPAL yang dimiliki industri Y. Namun, limbah padat yang dihasilkan belum dimanfaatkan dan terkadang dikelola dengan cara dibakar. Berikut merupakan tabel ringkasan yang memuat permasalahan yang timbul pada industri Y:

Tabel 4. 21 Identifikasi Masalah Pada Industri Y

Aspek	Proses	Permasalahan
Bahan baku	Seluruh proses	Apabila tidak ada pesanan maka tidak ada produksi
Teknologi	<i>Washing, soaking, liming, fleshing, degreasing deliming, batting dan pickling</i>	Timbulnya kebisingan, terlebih ketika digunakan secara bersamaan
Tata laksana	<i>Washing, soaking, liming, batting dan pickling</i>	Adanya cipratan air limbah pada lantai
	Seluruh proses	Terbatasnya jumlah pekerja, pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang memadai, bau
Produk	-	-
Limbah	<i>Washing, soaking, liming, batting dan pickling</i>	Belum ada upaya minimisasi
	<i>Liming dan fleshing</i>	Belum ada pemanfaatan ataupun minimisasi, limbah padat dibakar

4.5 Alternatif Minimisasi Limbah yang Ditawarkan

Saat ini upaya untuk meminimisasi dampak lingkungan dari kegiatan penyamakan kulit sudah menjadi sebuah konsen bagi beberapa peneliti. Salah satu upaya untuk meminimisasi dampak lingkungan adalah dengan *pollution prevention* atau minimisasi limbah. Dengan kegiatan minimisasi, limbah dapat tereduksi dari sumbernya. Melihat kuantitas limbah cair yang besar pada industri X dan Y, maka beberapa alternatif minimisasi limbah yang ditawarkan dapat dilihat pada **Tabel 4.22** dan **Tabel 4.23**.

Tabel 4. 22 Alternatif Minimisasi Limbah Pada Industri X

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
Tanning	Reuse air limbah tanning untuk proses tanning	<p>Penggunaan air limbah <i>tanning</i> secara langsung untuk proses <i>tanning</i> dengan penambahan bahan kimia sesuai dengan modifikasi dari formulasi bahan kimia yang digunakan. Teknik <i>reuse</i> yang digunakan tidak mempengaruhi atau merubah kualitas kulit yang dihasilkan.</p>	(Aqim, Hansen, & Gutterres, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi jumlah penggunaan air bersih hingga 42% - Mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan - Penggunaan garam pada proses <i>tanning</i> dapat dikurangi karena air limbah yang digunakan kembali masih mengandung garam - Teknik <i>reuse</i> yang digunakan tidak memengaruhi daya serap kulit terhadap krom - Analisis terhadap minyak dan lemak menunjukkan bahwa teknik <i>reuse</i> tidak meningkatkan konsentrasi minyak dan lemak - Tidak ada kenaikan pH yang berarti yang dapat menyebabkan <i>reject</i> pada kulit 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri membutuhkan sistem baru (untuk <i>storage tank</i> dan <i>sieve</i>) 	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Tanning</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>tanning</i> untuk proses <i>tanning</i> dan <i>pickling</i>	Efluen dari proses <i>tanning</i> dapat digunakan kembali untuk proses <i>pickling</i> dan <i>tanning</i> karena pada umumnya limbah <i>tanning</i> mengandung garam, sulfat, krom, lemak dan padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi dan lemak dari efluen harus diolah terlebih dahulu. Apabila pH pada efluen tinggi/basa, maka perlu ditambahkan asam sulfat atau asam format untuk menurunkan pH nya (pH untuk <i>tanning</i> pada umumnya adalah 4). Hal ini dirumuskan dengan <i>circular economy model</i> (CE model).	(Hu et al., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah limbah cair yang dihasilkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri membutuhkan alat tambahan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi dan lemak - Pada industri X tidak ada proses <i>pickling</i> 	*
<i>Tanning</i>	<i>Recovery</i> krom dari proses <i>tanning</i>	<i>Recovery</i> bahan penyamak krom dapat dilakukan dengan teknik <i>chemical precipitation</i> menggunakan NaOH serta dengan elektrokoagulasi menggunakan elektroda Al, Cu dan Fe. Percobaan yang dilakukan pada tahap <i>tanning</i> menggunakan krom hasil <i>recovery</i> menunjukkan hasil yang baik.	(Mella, Glanert, & Gutterres, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi penggunaan bahan krom serta limbah yang dihasilkan - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri membutuhkan sistem tambahan untuk <i>chemical precipitation</i> - Industri membutuhkan sistem tambahan untuk elektrokoagulasi - Industri membutuhkan biaya lebih untuk penyediaan NaOH 	**

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Tanning</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>tanning</i> untuk proses <i>tanning</i>	Dengan pre-treatment menggunakan kombinasi dari <i>microfiltration</i> dan <i>reverse</i> osmosis, limbah <i>tanning</i> dapat digunakan kembali untuk proses <i>tanning</i> .	(Bhattacharya et al., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mengurangi kandungan COD, BOD dan TDS pada air limbah hingga 91% - Hasil kulit samak yang menggunakan air olahan lebih baik kualitasnya daripada yang menggunakan air bersih - Mengurangi jumlah kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah timbulan air limbah - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	- Biaya teknologi sangat mahal	*

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Tanning</i>	<i>Recovery</i> krom dari proses <i>tanning</i>	<p><i>Recovery</i> bahan penyamak krom dapat dilakukan dengan <i>chemical precipitation</i> menggunakan magnesium oksida (MgO).</p> <p>Percobaan <i>tanning</i> menggunakan krom dari proses <i>recovery</i> menunjukkan hasil yang baik</p>	(Zehra, Rub, Ali, & Nadeem, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi penggunaan bahan krom serta limbah yang dihasilkan - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri membutuhkan sistem tambahan untuk <i>chemical precipitation</i> - Industri membutuhkan biaya lebih untuk penyediaan bahan MgO - Industri membutuhkan waktu dan biaya tambahan untuk mengubah supernatant krom menjadi krom sulfat yang bisa digunakan kembali 	**

Tabel 4. 23 Alternatif Minimisasi Limbah Pada Industri Y

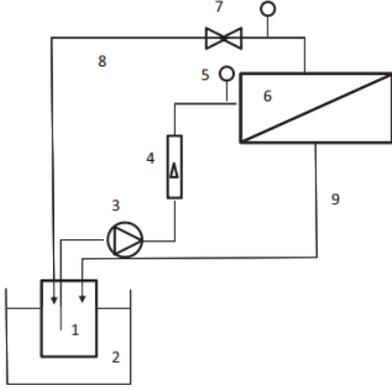
Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
Soaking	Recycle air limbah soaking untuk proses soaking	<p>Air limbah dari proses <i>soaking</i> berbahan baku kulit yang digarami dapat digunakan kembali setelah didaur ulang terlebih dahulu dengan menambahkan sejenis desinfektan. Alternatif yang ditawarkan berupa <i>counter-current soaking</i>, dimana air limbah dari proses <i>soaking</i> dari <i>batch</i> pertama dapat digunakan kembali pada <i>batch</i> kedua dan ketiga dengan skema seperti berikut:</p>	<p>(Rao et al., 2003)</p> <p>(Sundar et al., 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dengan menggunakan teknik ini jumlah air yang dapat dihemat mencapai 60-65% dari proses <i>soaking</i> biasa. - Karakteristik fisik dari kulit yang dihasilkan dengan teknik ini sebanding dengan kulit dari proses <i>soaking</i> biasa - Mengurangi jumlah kebutuhan air - Mengurangi jumlah timbulan limbah cair - Mengurangi biaya kebutuhan air dan pengolahan limbah 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri harus menyiapkan anggaran lebih untuk menyediakan desinfektan yang dibutuhkan - Industri harus membuat sistem atau tempat khusus untuk menampung air limbah yang akan di-<i>recycle</i>. 	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Washing</i>	<i>Reduce</i> kebutuhan air pada proses <i>washing</i>	Pengurangan limbah dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah air yang digunakan. Pengurangan jumlah air yang digunakan dalam proses <i>washing</i> atau pencucian dapat dicapai dengan cara memodifikasi kecepatan putaran pada drum. Hal ini dirumuskan dengan <i>circular economy model</i> (CE model).	(Hu et al., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi jumlah kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	- Diperlukan perawatan drum yang lebih dari sebelumnya	***
<i>Liming</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>liming</i> untuk proses <i>liming</i>	Air limbah dari proses <i>liming</i> dapat digunakan kembali setelah melalui beberapa tahapan proses seperti pengurangan materi tersuspensi, pengaturan suhu serta penambahan kapur, sulfida dan air. <i>Recycle</i> ini dapat dilakukan sampai 10 kali dalam 1 siklus.	(Rao et al., 2003)	<ul style="list-style-type: none"> - Dengan daur ulang air limbah proses <i>liming</i> ini dapat mengurangi penggunaan air hingga 50%. - Karakteristik fisik dari kulit yang dihasilkan dengan teknik ini sebanding dengan kulit dari proses <i>liming</i> biasa 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri harus menyiapkan anggaran khusus untuk bahan tambahan seperti kapur dan sulfida. - Industri harus membuat sistem atau tempat khusus untuk menampung air limbah yang akan di-<i>recycle</i>. - Industri harus membuat atau menyediakan sistem ataupun teknologi khusus untuk me-<i>recycle</i> air limbah. 	**

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Liming</i>	Substitusi bahan baku	Penggunaan enzim dari bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dapat menggantikan peran natrium sulfida dan kapur dalam proses <i>liming</i> . Hasil menunjukkan bahwa substitusi ini dapat mengurangi waktu <i>liming</i> hingga 50% dan tidak memerlukan step <i>deliming</i> lagi karena tidak ada penggunaan kapur.	(Dettmer, Cavalli, Ayub, & Gutterres, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada penggunaan bahan kimia - Kultur bakteri <i>Bacillus s.</i> tergolong murah - Tidak diperlukan tahap <i>deliming</i> - Dapat mengurangi kandungan COD pada air limbah - Mengurangi jumlah kebutuhan air - Mengurangi timbulan limbah - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri harus menyiapkan kultur bakteri - Industri harus menghilangkan alat pada proses <i>deliming</i> karena tidak dibutuhkan lagi 	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Liming</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>liming</i> untuk proses <i>liming</i>	<p>Air bersih digunakan hanya pada <i>batch</i> pertama proses <i>liming</i>. Pada <i>batch</i> kedua air yang digunakan adalah limbah dari <i>batch</i> pertama dengan penambahan bahan kimia sesuai resep (Na_2S dan kapur). Pada <i>batch</i> selanjutnya digunakan air limbah dari <i>batch</i> sebelumnya. Penambahan bahan kimia juga terus dilakukan tiap <i>batch</i> namun jumlahnya lebih sedikit dari <i>batch</i> sebelumnya.</p> <p>Pengulangan siklus <i>recycle</i> ini dapat dilakukan sampai dengan 4 kali tanpa merubah kualitas kulit yang dihasilkan. Dengan teknik ini dapat mengurangi konsentrasi COD sampai 50% dan konsentrasi sulfida sampai dengan 73%. Selain itu juga dapat mengurangi kebutuhan air sampai dengan 58% dan bahan kimia sampai dengan 28%.</p>	(Nazer, Al-sa, & Siebel, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mengurangi kandungan COD dan sulfida pada limbah akhir proses <i>liming</i> - Mengurangi jumlah kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah timbulan air limbah - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah - Tidak memengaruhi kualitas kulit yang dihasilkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Industri membutuhkan sistem baru 	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Liming</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>liming</i> untuk proses <i>liming</i>	<p>Dengan analisis <i>circular economy model</i> (CE model) dan analisis kualitas air yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa air limbah dari proses <i>liming</i> dapat langsung digunakan kembali dengan hanya menambahkan <i>filter</i> sederhana untuk menyaring padatan yang ada serta mengendapkan kapur yang terkandung di dalam air limbah.</p> <p><i>Filter</i> yang dibutuhkan bukan merupakan <i>filter</i> khusus, namun hanya sebuah alat saring sederhana untuk memisahkan antara air limbah yang akan dibuang dengan sisa bulu dan daging yang rontok ketika proses <i>liming</i> selesai.</p>	(Hu et al., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah limbah cair yang dihasilkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	- Industri membutuhkan alat <i>filter</i> tambahan	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Deliming-degreasing dan batting</i>	<i>Recycle air limbah deliming dan batting untuk proses yang sama</i>	<p>Air limbah dari proses <i>deliming</i> dan <i>batting</i> dapat digunakan kembali untuk proses yang sama setelah melalui <i>pre-treatment</i> menggunakan <i>microfiltration membrane</i>.</p>  <p>1. Feed tank. 2. Thermostatic bath 3. Feed pump. 4. Flowmeter. 5. Manometer. 6. Membrane module 7. Retentatevalve. 8. Reject stream. 9. Permeatestream</p>	(Gallego, Mendoza, Aguado, & Galiana, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mengurangi kandungan nitrogren hingga 53% - Kulit samak yang menggunakan air olahan menunjukkan hasil yang baik - Mengurangi jumlah kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah timbulan air limbah - Mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	- Biaya teknologi mahal	*

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Batting</i>	<i>Reuse</i> air limbah <i>batting</i> untuk proses <i>deliming</i> dan <i>batting</i>	Dengan analisis <i>circular economy model</i> (CE model) dan analisis kualitas air yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa air limbah dari proses <i>batting</i> dapat digunakan kembali untuk proses <i>deliming</i> dan <i>batting</i> . Kesimpulan ini didapat karena apabila diterapkan untuk proses <i>soaking</i> dan <i>liming</i> , kandungan efluen dari proses <i>batting</i> akan memengaruhi kulit yang diproses karena adanya reaksi yang ditimbulkan antara enzim pada efluen dan kalsium yang digunakan pada <i>soaking</i> dan <i>liming</i> . Namun, pengaruhnya akan berkurang apabila diterapkan pada <i>deliming</i> dan <i>batting</i> .	(Hu et al., 2011)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengurangi kebutuhan air bersih - Mengurangi jumlah limbah cair yang dihasilkan - Mengurangi biaya untuk pembelian air bersih serta pengolahan limbah 	- Industri membutuhkan sistem baru	***

Tahapan Proses	Alternatif Minimisasi	Rincian Minimisasi	Sumber Referensi	Pertimbangan		Compatibility
				Keuntungan	Kerugian	
<i>Pickling</i>	<i>Reuse</i> air limbah <i>pickling</i> untuk proses <i>tanning</i>	Pada proses <i>pickling</i> , air dalam kondisi asam atau pada pH 2,5-3. Saat dimulainya proses <i>tanning</i> , pH yang dikehendaki tidak jauh berbeda dari pH tersebut. Pada proses penyamakan konvensional, 50% air limbah dari proses <i>pickling</i> dapat digunakan pada proses <i>tanning</i> . Namun dengan sebuah sistem <i>loop</i> tertutup yang melibatkan kedua proses tersebut dapat meningkatkan presentase penggunaan air limbah <i>pickling</i> sebagai bahan baku air pada proses <i>tanning</i> .	(Rao et al., 2003)	- Dengan membuat sistem khusus akan menambah presentase air limbah <i>pickling</i> dapat digunakan untuk proses <i>tanning</i> sehingga limbah yang dihasilkan lebih sedikit.	- Industri harus membuat sebuah sistem baru atau menambah teknologi baru untuk melakukan alternatif ini. - Pada industri Y tidak ada proses <i>tanning</i>	*
<i>Pickling</i>	<i>Recycle</i> air limbah <i>pickling</i> dan <i>tanning</i>	Dengan memadukan proses <i>pickling</i> dan <i>tanning</i> yang dinamai <i>pickle-tan closed loop system</i> , dapat mengurangi penggunaan air bersih. Kombinasi bahan seperti alutan dan BCS (<i>basic chromium sulphate</i>) dapat mengurangi kebutuhan beberapa bahan lain.	(Rao et al., 2003)	- Dapat mengurangi kebutuhan air bersih - Dapat mengurangi nilai BOD, COD dan TSS - Kombinasi alutan-BCS dapat mengurangi kebutuhan bahan kimia lain.	- Industri harus membuat sebuah sistem baru atau menambah teknologi baru untuk melakukan alternatif ini. - Pada industri Y tidak ada proses <i>tanning</i>	*

4.6 Alternatif Minimisasi Limbah yang Direkomendasikan

Dalam menentukan *compatibility* atau kesesuaian alternatif minimisasi limbah yang ditawarkan, dibuat sebuah kriteria untuk menilai apakah alternatif tersebut cocok dan dapat diterapkan pada industri (**Tabel 3.1**). Dari kriteria penilaian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak tanda bintang yang ada, menunjukkan semakin baik atau semakin cocok alternatif tersebut untuk diterapkan di industri. Berdasarkan alternatif yang telah ditawarkan sebelumnya, maka dapat dipilih alternatif yang berbintang tiga untuk direkomendasikan. Pada poin-poin berikut merupakan rincian pilihan rekomendasi minimisasi limbah yang dipilih:

1. Penggunaan air limbah *tanning* secara langsung untuk proses *tanning* dengan penambahan bahan kimia sesuai dengan modifikasi dari formulasi bahan kimia yang digunakan (Aquim, Hansen, & Gutterres, 2019). Sebagian air limbah pada proses *tanning* dapat digunakan untuk proses *tanning* selanjutnya dengan penambahan bahan kimia yang telah diformulasikan sebelumnya. Teknik ini diperkirakan dapat mengurangi jumlah kebutuhan air bersih sampai dengan 42%. Tetapi yang menjadi catatan adalah bahwa teknik ini dapat dilakukan apabila tiap kali proses *tanning* kapasitas produksinya sama. Pada **Tabel 4.24** merupakan perkiraan perbandingan kebutuhan air bersih sebelum dan setelah teknik *reuse* ini diterapkan.

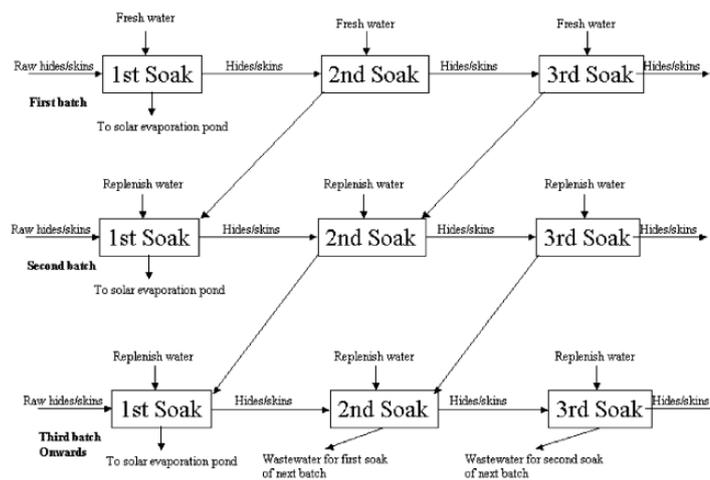
Tabel 4. 24 Perbandingan Kebutuhan Air Sebelum dan Setelah *Reuse*

<i>Tanning</i> Hari Ke-	Kapasitas Produksi	Sebelum <i>Reuse</i>		Sesudah <i>Reuse</i>	
		Kebutuhan Air Bersih	Debit Limbah	Kebutuhan Air Bersih	Debit Limbah
	Kg	Liter	Liter	Liter	Liter
1	910	5.460	5.405	5.460	5.405
2		5.460	5.405	3.167	3.135
Jumlah		10.920	10.810	8.627	8.540

Di dalam referensi yang disebutkan bahwa persen penghematan air bersih pada tiap industri dapat berbeda dikarenakan formulasi bahan kimia yang

digunakan juga berbeda. Oleh karena itu sebelum melakukan teknik *reuse* ini industri harus melakukan evaluasi lebih lanjut.

2. Pengurangan limbah (*reduce*) dari proses *washing* dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah air yang digunakan dengan cara memodifikasi kecepatan putaran pada drum (Hu et al., 2011).
3. Daur ulang (*recycle*) air limbah dari proses *soaking* dengan penambahan desinfektan sebelum air limbah dapat digunakan kembali (*reuse*) dengan sistem *counter-current soaking* (Rao et al., 2003) (Sundar et al., 2001). Air limbah dari proses *soaking* dari *batch* pertama dapat digunakan kembali pada *batch* kedua, ketiga dan seterusnya dengan skema seperti berikut:



Gambar 4. 38 Skema *Counter-current Soaking*

Pada proses *soaking* biasa, air dan bahan kimia dimasukkan secara bersamaan. Namun dengan sistem ini *soaking* dibagi menjadi 3 tahap. Tahap pertama hanya diproses dengan menggunakan air, sedangkan proses kedua dan ketiga baru ada penambahan bahan kimia. Dalam referensi disebutkan bahwa penghematan yang air dapat dicapai adalah 67%. Pada **Tabel 4.25** merupakan perkiraan perbandingan kebutuhan air bersih sebelum dan setelah teknik ini diterapkan.

Tabel 4. 25 Perbandingan Kebutuhan Air Sebelum *Counter-current Soaking*

Proses	Kapasitas Produksi	Sebelum <i>Counter-current Soaking</i>	Penghematan	Sesudah <i>Counter-current Soaking</i>
		Kebutuhan Air Bersih		Kebutuhan Air Bersih
	Kg	Liter		Liter
<i>Soaking</i>	940	2.820	67%	931

4. Penggunaan kembali (*reuse*) air limbah dari proses *liming* dapat dilakukan setelah adanya pengendapan kapur serta penambahan *filter* sederhana (Huet et al., 2011). Dari uji laboratorium yang dilakukan menunjukkan angka COD yang tinggi pada efluen proses *liming* yang disebabkan oleh adanya struktur protein yang rusak, bulu dan epidermis dan banyaknya kapur. Air limbah ini dapat digunakan kembali setelah dilakukan penyaringan benda-benda padat dan mengendapkan kapur yang terkandung di dalam limbah.
5. Daur ulang (*recycle*) air limbah proses *liming* dapat dilakukan hingga 4 kali dengan penambahan Na_2S dan kapur (Nazer, Al-sa, & Siebel, 2006). Air bersih digunakan hanya pada *batch* pertama proses *liming*. Pada *batch* kedua air yang digunakan adalah limbah dari *batch* pertama dengan penambahan bahan kimia sesuai resep (Na_2S dan kapur). Pada *batch* selanjutnya digunakan air limbah dari *batch* sebelumnya. Penambahan bahan kimia juga terus dilakukan tiap *batch* namun jumlahnya lebih sedikit dari *batch* sebelumnya. Pengulangan siklus *recycle* ini dapat dilakukan sampai dengan 4 kali tanpa merubah kualitas kulit yang dihasilkan. Dengan teknik ini dapat mengurangi konsentrasi COD sampai 50% dan konsentrasi sulfida sampai dengan 73%. Selain itu juga dapat mengurangi kebutuhan air sampai dengan 58% dan bahan kimia sampai dengan 28%. Pada **Tabel 4.26** merupakan perkiraan perbandingan kebutuhan air bersih sebelum dan sesudah *recycle*. Sementara itu pada **Tabel 4.27** merupakan konsentrasi COD dan sulfida sebelum dan sesudah *recycle* dan pada **Tabel 4.28** merupakan perbandingan kebutuhan bahan kimia sebelum dan sesudah *recycle*.

Tabel 4. 26 Perbandingan Kebutuhan Air Sebelum dan Sesudah *Recycle*

Proses	Kapasitas Produksi	Sebelum <i>Recycle</i>	Penghematan	Sesudah <i>Recycle</i>
		Kebutuhan Air Bersih		Kebutuhan Air Bersih
	Kg	Liter		Liter
<i>Liming</i>	940	2.162	58%	908

Tabel 4. 27 Perbandingan Konsentrasi COD dan Sulfida Pada Efluen *Liming* Sebelum dan Sesudah *Recycle*

Parameter	Sebelum <i>Recycle</i>	Pengurangan	Sesudah <i>Recycle</i>
	Konsentrasi		Konsentrasi
	mg/L		mg/L
COD	58.750*	50%	29.375
Sulfida	3,584*	73%	0,97

*Keterangan: konsentrasi didapat dari penelitian studi karakteristik limbah cair

Tabel 4. 28 Perbandingan Kebutuhan Bahan Kimia Sebelum dan Sesudah *Recycle*

Bahan	Kapasitas Produksi	Sebelum <i>Recycle</i>	Penghematan	Sesudah <i>Recycle</i>
		Kebutuhan Bahan Kimia		Kebutuhan Bahan Kimia
	Kg	Kg		Kg
Na ₂ S	940	28,2	28%	20,3
Kapur		65,8		47,4

6. Penggunaan enzim dari bakteri *Bacillus subtilis* dapat menggantikan peran natrium sulfida dan kapur dalam proses *liming* (Dettmer, Cavalli, Ayub, & Gutterres, 2013). Selain meniadakan penggunaan bahan kimia, dengan menggunakan enzim ini juga membuat proses *deliming* tidak diperlukan. Setelah dilakukan analisis, kandungan BOD dan COD pada air limbah *liming*, *deliming* dan *batting* juga berkurang. Presentase pengurangan BOD dapat dilihat pada **Tabel 4.29**.

Tabel 4. 29 Persen Pengurangan BOD dan COD Setelah Penggantian Bahan Kimia Proses *Liming*

Proses	Pengurangan BOD	Pengurangan COD
<i>Liming</i>	39,78%	42,11%
<i>Deliming</i>	100%	100%
<i>Batting</i>	81,73%	82,29%

Sementara itu pada **Tabel 4.30** merupakan konsentrasi BOD dan COD sebelum dan sesudah teknik ini diterapkan.

Tabel 4. 30 Perbandingan Konsentrasi BOD dan COD Setelah Penggantian Bahan Kimia Proses *Liming*

Proses	BOD		COD	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
<i>Liming</i>	6.782	4.084	58.750*	34.010
<i>Deliming</i>	13.071	0	72.750*	0
<i>Batting</i>	3.395	620	47.250*	8.368

*Keterangan: konsentrasi didapat dari penelitian studi karakteristik limbah cair

7. Penggunaan kembali (*reuse*) air limbah dari proses *batting* untuk proses *deliming* dan *batting* (Hu et al., 2011). Berdasarkan analisis yang dilakukan, efluen pada proses *batting* mengandung garam amonium, garam kalsium, enzim, protein terhidrolisis dan epidermis. Apabila efluen digunakan pada proses *soaking* dan *liming*, enzim dan kalsium akan memengaruhi kualitas kulit. Sementara itu, pengaruh yang disebabkan kedua bahan itu akan lebih sedikit bila efluen digunakan untuk proses *deliming* dan *batting*.