

**PELUANG-PELUANG PRODUKSI BERSIH
PADA INDUSTRI TEKSTIL *FINISHING BLEACHING***
**(*STUDI KASUS PABRIK TEKSTIL FINISHING BLEACHING
PT. DAMAITEK SEMARANG*)**



Tesis
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

Sri Moertinah
L4K005035

PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008

LEMBAR PENGESAHAN

**PELUANG-PELUANG PRODUKSI BERSIH
PADA INDUSTRI TEKSTIL *FINISHING BLEACHING***

**(*STUDI KASUS PABRIK TEKSTIL FINISHING BLEACHING
PT. DAMAITEX SEMARANG*)**

Disusun oleh :

Sri Moertinah
L4K005035

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 25 September 2008
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua :

Dr. Ir. Purwanto, DEA

Tanda tangan

.....

Anggota:

1. Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng

.....

2. Ir. Agus Hadiyanto, MT

.....

3. Dra Sri Suryoko, M.Si.

.....

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan Seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain, telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, 25 September 2008.

Sri Moertinah

BIODATA PENULIS



Sri Moertinah lahir tanggal 25 April 1949 di Bojonegoro, menyelesaikan pendidikan SD sampai SMA di Salatiga. Lulus SMA tahun 1967. Kemudian melanjutkan di jurusan Tehnik Kimia Fakultas Tahnik Universitas Diponegoro pada tahun 1968 dan lulus pada tahun 1977.

Pada tahun 1979 sampai sekarang bekerja di Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Jl. Ki Mangunsarkoro 6 Semarang sebagai peneliti. Bulan Agustus 2005 melanjutkan program pendidikan pada Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Tesis dengan judul Penelitian Peluang-peluang Produksi Bersih pada Industri Tekstil *Finishing Bleaching* (Studi Kasus Pabrik Tekstil *Finishing Bleaching* PT.DamaiteX) telah selesai dilaksanakan pada bulan September 2008.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmad dan karunia Nya maka penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir dengan judul “Peluang-Peluang Produksi Bersih pada Industri Tekstil *Finishing Bleaching* Studi Kasus Pabrik Tekstil *Finishing Bleaching* PT.DamaiteX”, diajukan sebagai syarat untuk menempuh gelar Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Produksi bersih adalah strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dimana pada prinsip pelaksanaannya adalah upaya mencegah, mengurangi dan menghilangkan terbentuknya limbah atau pencemar pada sumbernya atau dengan memanfaatkan limbah. Dalam rangka membantu pengusaha tekstil untuk mengelola limbahnya dengan cara yang lebih baik dan ekonomis supaya tidak mengganggu lingkungan maka penelitian peluang produksi bersih pada industri tekstil *finishing bleaching* ini dilakukan.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Ir. Purwanto, DEA selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Agus Hadiarto, MT dan Ibu Dra. Sri Suryoko, M.Si, sebagai dosen penguji.
5. Bapak Kepala BBTPPI yang telah memberikan izin kepada kami untuk melanjutkan studi.
6. Pimpinan PT DamaiteX beserta staff yang memberika tempat pelaksanaan studi ini.
7. Ibu Wihandayani Retnowati, Amd yang telah banyak membantu kami dalam menyelesaikan tugas ini.

-
8. Rekan-rekan Bidang Litbang BBTPPI Semarang yang telah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
 9. Karyawan dan karyawan Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro yang telah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
 10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan serta bantuan selama penyelesaian tugas akhir ini..

Dalam tugas akhir ini masih banyak dijumpai kekurangan yang berkaitan dengan keterbatasan waktu, kemampuan, dana dengan demikian penyusun sangat mengharapkan saran-saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan untuk penelitian selanjutnya.

Harapan kami semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat membantu pengusaha tekstil dalam pengelolaan limbahnya.

Semarang, 25 September 2008.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
BIODATA PENULIS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Teknologi Proses Industri Tekstil dan Limbahnya	5
2.1.1. Tinjauan teknologi proses	5
2.1.2. Tinjauan limbah cair industri tekstil	14
2.1.2.1. Sumber dan karakteristik limbah Cair serta pengaruhnya terhadap lingkungan.....	14
2.1.2.2. Baku mutu limbah cair industri Tekstil.....	18
2.2. Tinjauan Produksi Bersih dan Penerapannya di Industri Tekstil ..	18
2.2.1. Pengertian produksi bersih	18
2.2.2. Prinsip-prinsip pokok produksi bersih	20
2.2.3. Good Housekeeping	24
2.2.4. Penerapan produksi bersih pada industri tekstil	30

BAB III. METODE PENELITIAN	36
3.1. Rancangan penelitian	36
3.2. Ruang lingkup penelitian	36
3.3. Lokasi penelitian	36
3.4. Jenis dan sumber data	37
3.5. Instrumen penelitian	38
3.6. Teknik pengumpulan data	38
3.7. Analisa data	38
3.8. Waktu penelitian	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Data umum perusahaan	39
4.2. Proses produksi dan limbah	41
4.2.1. Proses produksi	41
4.2.2. Tinjauan limbah	49
4.3. Produksi bersih	61
4.3.1. Upaya produksi bersih yang sudah Dilakukan perusahaan	61
4.3.2. Hambatan dalam penerapan produksi	62
4.3.3. Peluang-peluang Produksi Bersih	64
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1. KESIMPULAN	87
5.2. SARAN	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1. Karakteristik limbah cair penyempurnaan basah pada kapas, polyester, rayon dan campurannya. Hasil pemantauan dari industri tekstil di indonesia (anonim, 1999. Panduan Teknologi Bersih untuk Industri Tekstil dengan Pencelupan)	17
Tabel 2. BMLC industri tekstil lampiran B Kep.Men. 51/Men/LH/10/1995	18
Tabel 3. Kebutuhan Bahan Baku dan Bahan Penolong	40
Tabel 4. Hasil analisa air limbah terolah PT. DamaiteX yang dibuang ke lingkungan sebelum perbaikan IPAL	52
Tabel 5. Hasil analisa air limbah IPAL Baru PT. DamaiteX dibanding dengan BMLC industri tekstil (<i>Sizing-desizing</i> , pengukusan-pemasakan, pemucatan, merserisasi)	56
Tabel 6. Hasil analisa air limbah PT. DamaiteX dibandingkan Baku Mutu Air	58
Tabel 7. Hasil pengukuran masing-masing sumber air buangan PT.DamaiteX, debit, suhu dan pH	65
Tabel 8. Hasil pengukuran debit (l/menit) <i>influent</i> dan <i>effluent</i> IPAL PT.DamaiteX pada bulan Maret 2008	66
Tabel 9. Hasil pengukuran debit air limbah penyerap gas buang pembakaran batu bara dari pengukuran perusahaan April 2008	67
Tabel 10. Perbandingan pemakaian batu bara dan <i>caustic soda</i> (Sumber PT. DamaiteX), Uji coba.	76

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1. Diagram alir proses <i>finishing- dyeing</i> (pewarnaan)	9
Gambar 2. Diagram alir proses industri tekstil <i>finishing-bleaching</i> (pemutihan)	11
Gambar 3. Diagram alir proses industri tekstil <i>finishing-printing</i> (pencapan)	13
Gambar 4. Tahapan prioritas upaya pencegahan pencemaran	23
Gambar 5. Konsep Keluaran Bukan Produk	26
Gambar 6. Format diagram alir	27
Gambar 7. Diagram alur piker	36
Gambar 8. Neraca penggunaan air	41
Gambar 9. Diagram alir proses proses produksi <i>finishing bleaching-cotton</i>	42
Gambar 10. Diagram alir proses proses produksi <i>finishing bleaching-rayon</i>	47
Gambar 11. Diagram alir proses pengolahan air limbah PT. Damaitec yang baru	55
Gambar 12. Struktur organisasi PT Damaitec – Semarang	83

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. PERHITUNGAN NERACA BAHAN *COTTON*
- Lampiran 2. PERHITUNGAN NERACA BAHAN RAYON
- Lampiran 3. PERHITUNGAN BAK
- Lampiran 4. MATRIK *ACTION PLAN*
- Lampiran 5. DAFTAR PERTANYAAN PENELITIAN PELUANG PRODUKSI BERSIH

ABSTRAK

PT. Damaitex adalah pabrik tekstil *finishing bleaching* yang mengelola air limbahnya dengan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Air limbah terolah belum memenuhi Baku Mutu Limbah Cair yang dipersyaratkan. Pendekatan pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan mempunyai berbagai kelemahan. Kelemahan-kelemahan ini dapat didekati dengan gabungan penerapan produksi bersih dan pengolahan limbah yang sudah terbentuk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peluang-peluang produksi bersih yang dapat diterapkan pada industri tekstil *finishing bleaching* PT.Damaitex. Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer dan sekunder, pengamatan langsung ke lapangan, pengambilan contoh, analisa lapangan laboratorium air limbah. Evaluasi peluang produksi bersih yang dapat diterapkan diperusahaan ditinjau dari aspek teknis ekonomis dan lingkungan.

Dari hasil penelitian peluang-peluang produksi bersih yang dapat diterapkan adalah :

- Pemanfaatan air pendingin mesin *singeing* yang masih bersih yang dapat menghemat air 71,748 m³/hari, senilai Rp 4.154.209,2/tahun.
- Pemanfaatan air limbah terolah sebagai pengganti air sumur penyerap abu terbang batu bara boiler dengan penghematan air 270 m³/hari senilai Rp 15.633.000,-/tahun.
- Pemanfaatan kondensat untuk umpan boiler yang dapat menghemat 56,5 m³/hari air, batubara 341,49 kg/hari, 40 kg garam dapur/hari dengan biaya total penghematan Rp 48.450.150,-/tahun..
- Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda* yang dapat menurunkan beban cemaran 32 m³/hari, air limbah merserisasi dengan pH = 11,02. Penghematan biaya adalah perolehan NaOH 20 °Be 500 l/jam, penurunan pemakaian 29,4 l/jam H₂SO₄ untuk netralisasi air limbah. Keuntungan pertahun adalah Rp 927.498.500,-
- Pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* untuk desizing-scouring sehingga dapat menghemat 29,808 m³/hari air dengan biaya Rp 1.725.883,2 /tahun.
- Penerapan ketatarumahtangaan yang baik pada semua unit.

Hambatan-hambatan penerapan produksi bersih diperusahaan adalah komitmen manajemen puncak, kemampuan sumber daya manusia dan belum jelasnya tugas personil dalam penerapan produksi bersih di perusahaan.

Kata kunci = tekstil *finishing bleaching*, peluang produksi bersih.

ABSTRACT

PT. Damaitex is a textile bleaching industries which manage their waste water with end pipe of treatment approach before environmental discharging. Their waste water not yet full fill with effluent standard regulation.

End pipe of treatment approach have many kind of risk. This risk can be solved by combine of cleaner production implementation and end pipe of treatment approach.

The goal of this research is identify cleaner production opportunities which can be implemented in finishing bleaching textile PT. Damaitex. Research can be done by secondary and primary data collecting, direct field observation, sampling field and laboratory analyze of waste water. Environmental and economic evaluation of Cleaner Production opportunities.

From the research result shown that Cleaner Production which can be implementaed are :

- *Reuse of clean cooling waste water Singeing machine which can be save 71,748 m³/dailly water with economic benefit each year Rp 4.154.209,2.*
- *Reuse of treated waste water as substitute of clean water absorber fly ash coal boiler which can save dailly water 270 m³ with economic benefit each year Rp 15.633.000,-.*
- *Condensat reuse for boiler feed water wich can save dailly water 56,5 m³, coal 341,49 kg/hari, salt 40 kg with total economic benefit each year Rp 48.450.150,-.*
- *Reactivation of recovery caustic soda equipment which can reduce pollution load of mercerizing waste water 32 m³ each day pH = 11,02, so that economic benefit can be get from result of 500 l/hour 20 °Be NaOH, reduce of 29,4 l/hour H₂SO₄ for which is used for neutralize waste water with total value each year Rp 927.498.500,-*
- *Reuse of bleaching waste water washing for desizing scouring 29,808 m³ each ady with economic each year Rp 1.725.883,2.*
- *Implementation of Good Housekeeping at all of Unit.*

The obstacles of cleaner production implementation in the company are commitment of top management, human resources capability and not yet clear personal deity in cleaner production implementation in the company.

Key words: textile finishing bleaching, cleaner production opportunistis.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam proses produksinya selain produk tekstil, industri tekstil juga menghasilkan limbah baik berupa limbah padat, cair maupun gas dan kebisingan yang apabila tidak dikelola secara benar dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pada industri tekstil yang melakukan proses basah secara lengkap dimulai dari proses persiapan, pencelupan, pencapan dan penyempurnaan maka jumlah air limbahnya cukup besar dan karakteristik air limbahnya juga cukup polutif. Selain dari karakteristiknya, dalam memproduksi sebagian besar industri tekstil juga masih terdapat banyak komponen-komponen produksi yang terbuang ke lingkungan sehingga menambah beban cemaran dalam air limbah tersebut.

Pada umumnya para pengusaha tekstil belum tahu cara yang tepat untuk mengelola air limbahnya agar tidak mengganggu lingkungannya. Saat ini sebagian industri tekstil dalam mengelola air limbahnya masih banyak yang melakukannya dengan cara pendekatan pengolahan limbah yang sudah terbentuk yaitu dengan mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. PT. Damaitex adalah salah satu industri tekstil *finishing bleaching* dengan jenis produksi kain mori kapas dan rayon, berlokasi di Simongan kota Semarang. Sudah sejak lama perusahaan berusaha mengolah air limbahnya dengan pendekatan pengolahan limbah yang sudah terbentuk supaya dapat memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan. Pada saat ini perusahaan sudah menyempurnakan pengolahan air limbahnya dengan sistem fisika-kimia-biologis lumpur aktif, namun parameter debit masih diatas ambang Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil yang disyaratkan. Sementara itu perusahaan juga merasakan beratnya biaya pengolahan disamping tingginya biaya investasi unit pengolah air limbah. Suatu kenyataan yang harus diakui

bahwa pendekatan pengolahan limbah yang sudah terbentuk mempunyai berbagai kelemahan, antara lain :

- Tidak efektif memecahkan masalah lingkungan karena limbah masih terbentuk dan hanya berpindah dari satu media ke media lainnya.
- Pendekatan ini sifatnya reaktif.
- Pengolahan limbah memberikan kontribusi terhadap peningkatan biaya proses produksi karena biaya investasi dan operasi pengolahan serta pembuangan limbah.
- Peraturan perundang-undangan yang menerapkan persyaratan limbah yang dibuang setelah dilakukan pengolahan pada umumnya cenderung untuk dilanggar bila pengawasan dan penegakan hukum lingkungan tidak efektif dijalankan.

Dalam pengelolaan limbah dikenal juga pendekatan produksi bersih yaitu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimisasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan.

Pada prinsipnya pelaksanaan produksi bersih adalah mencegah, mengurangi dan menghilangkan terbentuknya limbah atau pencemar pada sumbernya atau dan memanfaatkan limbah.

Dengan penerapan produksi bersih selain menutupi kekurangan dari pendekatan pengolahan limbah yang sudah terbentuk berbagai keuntungan dapat diperoleh antara lain :

- Pemakaian sumber daya alam yang semakin efisien dan efektif.
- Pengurangan atau pencegahan terbentuknya zat-zat pencemar.
- Menghemat penggunaan bahan baku.
- Menggantikan bahan beracun dengan yang tidak beracun.
- Meningkatkan produktifitas, efisiensi dan mutu.

- Mengurangi biaya untuk mematuhi peraturan.
- Menyiapkan perusahaan untuk menggunakan Standard Internasional.

Sebaiknya pengelolaan air limbah industri tekstil dilakukan dengan pendekatan penerapan produksi bersih digabung dengan pengolahan limbah yang sudah terbentuk.

Dalam rangka membantu pengusaha tekstil untuk mengelola limbahnya dengan cara yang lebih baik dan ekonomis supaya tidak mengganggu lingkungan maka akan dilakukan penelitian peluang-peluang produksi bersih pada industri tekstil. Dalam hal ini penelitian direncanakan akan di lakukan di pabrik tekstil *finishing bleaching* PT. Damaitec.

1.2 Perumusan Masalah

- PT. Damaitec merupakan pabrik tekstil *finishing bleaching* yang masih menekankan pengolahan limbah sebagai upaya pengelolaan lingkungan dan belum melakukan identifikasi peluang-peluang produksi bersih.
- PT. Damaitec belum mengkaji keuntungan secara ekonomi dan lingkungan apabila menerapkan produksi bersih.

1.3 Tujuan Penelitian

- Identifikasi peluang produksi bersih yang dapat diterapkan pada industri tekstil *finishing bleaching* PT. Damaitec.
- Menghitung biaya penerapan produksi bersih dan keuntungan yang diperoleh dari aspek ekonomi dan lingkungan.

1.4 Manfaat Penelitian

- Melalui penelitian dan analisis hasil penelitian dapat meningkatkan pemahaman tentang produksi bersih.
- Masukan data bagi industri dalam meningkatkan keuntungan secara ekonomi dan memperkecil resiko lingkungan.
- Mempersiapkan industri tekstil dalam menyongsong era globalisasi.
- Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi guna menambah khasanah pengetahuan terkait dengan penerapan produksi bersih di industri tekstil.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teknologi Proses Industri Tekstil dan Limbahnya

2.1.1 Tinjauan teknologi proses

2.1.1.1 Gambaran umum

Industri tekstil dimulai dari industri pembuatan benang (pemintalan), industri pembuatan kain (pertenunan dan perajutan), industri penyempurnaan (*finishing*) hingga industri pakaian jadi (garmen).

Bahan baku industri tekstil dapat menggunakan serat alam baik dari serat-serat tumbuhan seperti kapas, serat hewan seperti wol, sutra, maupun dari bahan sintetik lain seperti nilon, polyester, akrilik dan lain-lain.

Di Indonesia industri tekstil sangat bervariasi baik dalam hal skala produksi (skala kecil, menengah sampai skala besar) dengan teknologi dari padat karya sampai padat modal, maupun variasi proses yang meliputi proses pemintalan, proses pertenunan/ perajutan, proses penyempurnaan sampai proses pakaian jadi. Banyak pabrik yang hanya melakukan beberapa proses tersebut, tetapi ada pula yang merupakan suatu pabrik yang terintegrasi dimulai dari pembuatan benang hingga proses penyempurnaan bahkan dilengkapi dengan proses pembuatan garmen. Dengan demikian permasalahan yang dihadapi oleh suatu pabrik tekstil dan dampaknya terhadap lingkungan sangat dipengaruhi variasi tersebut, termasuk penggunaan bahan baku, teknologi proses dan

jumlah produk yang dihasilkan (Ismorningsih Gitopadmojo, 2002)

Dalam proses produksinya industri tekstil dapat menghasilkan limbah padat, cair, gas, maupun kebisingan. Limbah padat industri tekstil adalah berupa sisa serat, benang, kain, bahan bungkus seperti plastik, kertas, dan limbah padat yang berasal dari IPAL. Limbah padat dari IPAL adalah lumpur dari pengendapan awal, dan pengendapan kimia dengan proses koagulasi, selain itu juga dari pengolahan biologi. Lumpur yang berasal proses pengendapan kimia dimasukkan pada limbah B3. (PP No.18 dan 85 tahun 1999 tentang Pengolahan Limbah B3)

Industri pemintalan yang mengolah serat menjadi benang termasuk proses kering dalam industri tekstil. Limbah yang dihasilkan dari tahapan proses pemintalan adalah debu dari serat pendek dan kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin. Tingkat kebisingan serta konsentrasi debu yang dikeluarkan dari setiap tahapan proses ditentukan oleh jenis dan kualitas serat yang diolah serta jenis alat/ mesin yang digunakan. Pada industri pertenunan dan perajutan, benang dengan melalui beberapa tahapan pengerjaan diolah menjadi kain tenun atau kain rajut. Benang yang ditenun/ dirajut berupa benang mentah ataupun benang yang telah dicelup.

Industri pertenunan/ perajutan sebetulnya merupakan industri yang melakukan proses kering, limbah yang dikeluarkan adalah debu, potongan kain dan kebisingan. Akan tetapi pada proses penganjian benang lusi digunakan larutan kanji dalam air, sehingga akan dikeluarkan limbah cair berupa sisa larutan kanji.

Industri penyempurnaan akan menghasilkan kain putih, kain celup atau kain cap (Ismorningsih Gitopadmojo,

2002). Tahapan proses penyempurnaan dapat berbeda, bergantung pada jenis kain (serat), kualitas produk yang ingin dihasilkan, alat mesin yang digunakan, kondisi proses serta jenis bahan kimia pembantu yang digunakan. Proses penyempurnaan tekstil adalah proses basah tekstil yang paling banyak menimbulkan pencemaran, karena mengerjakan tekstil dengan larutan zat kimia dalam medium air, dan merupakan penghasil limbah cair terbesar dari semua proses pada industri tekstil. Dari proses ini juga dihasilkan limbah udara dan uap senyawa kimia volatile, uap air dan debu serat. Selain itu juga dihasilkan limbah padat dan IPAL.

Industri pakaian jadi (garmen) yang hanya melakukan proses konfeksi tidak menghasilkan limbah cair, tetapi hanya limbah padat yang dapat dimanfaatkan kembali, tetapi industri “jean” yang melakukan proses pelusuhan dan pencucian akan menghasilkan limbah cair dan bahkan kebisingan dan limbah debu.

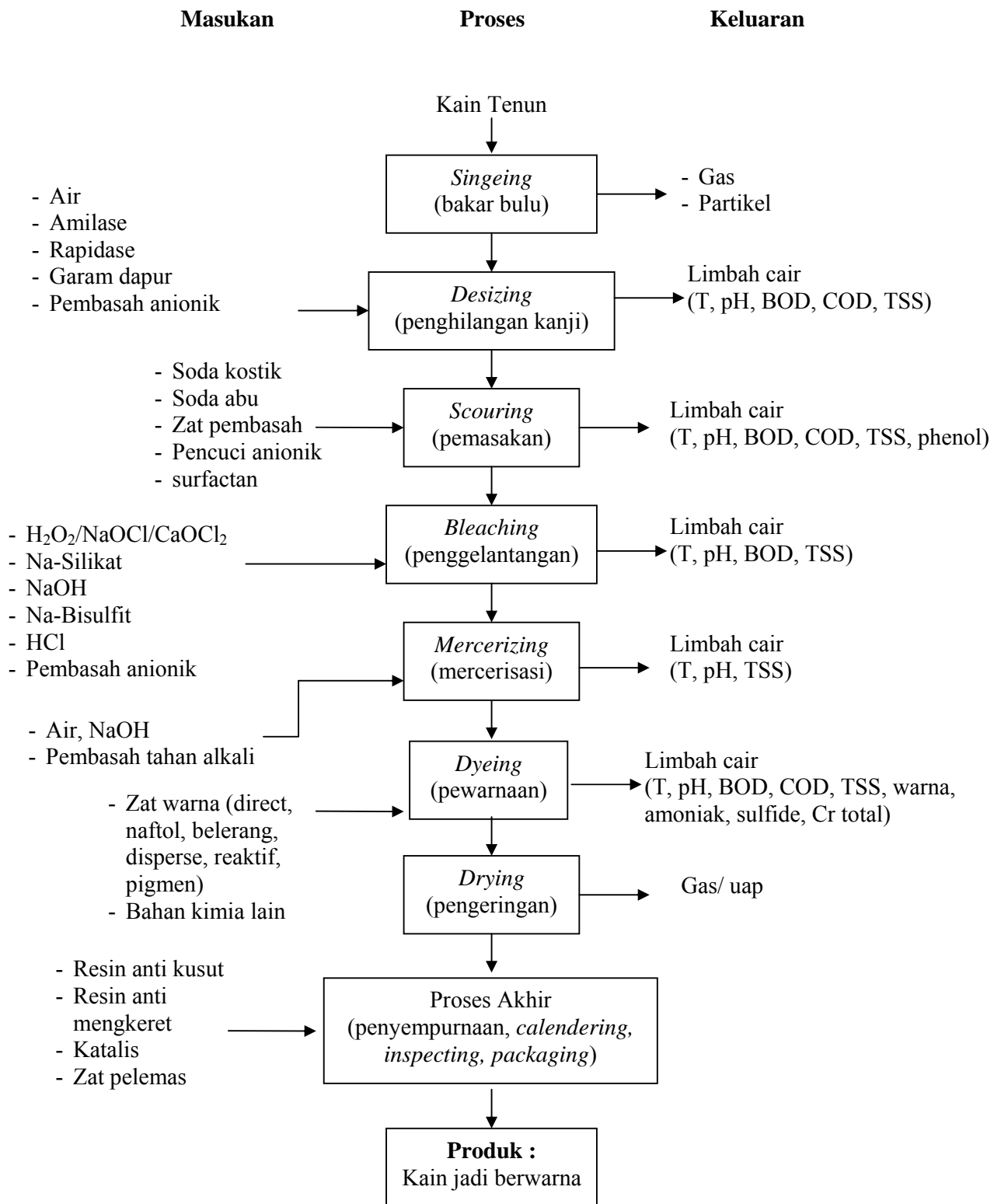
2.1.1.2 Industri tekstil *finishing* (penyempurnaan)

Proses *finishing*/ penyempurnaan pada industri tekstil, merupakan proses basah karena banyak menggunakan bahan kimia dan air. Bahan bakunya adalah kain tenun dan produk akhirnya kain jadi. Sehingga proses *finishing* ini banyak dikeluarkan limbah cair. Berikut adalah proses *finishing* (penyempurnaan) pada industri tekstil yang dibedakan sebagai berikut :

2.1.1.2.1 Industri tekstil *finishing* pewarnaan (*dyeing*)

Mula-mula bahan baku kain tenun dikenakan proses *singeing* untuk membakar bulu-bulu yang ada pada permukaan kain, kemudian dilakukan proses *desizing* untuk menghilangkan kanji. Setelah itu dilakukan proses pemasakan (*scouring*) untuk menghilangkan minyak/ lemak alam, dan diteruskan dengan proses *bleaching* (penggelantangan) untuk menghilangkan pigmen-pigmen alam dan dilanjutkan proses merserasi untuk menambah kekuatan dan daya serap kain terhadap zat warna, kemudian dilakukan proses pencelupan (*dyeing*) untuk mewarnai kain, dan selanjutnya dilakukan pengeringan kain (*drying*). Untuk penyempurnaan produk yang lain, maka dilakukan proses akhir yang terdiri dari *calendering* untuk meratakan kain. Pemeriksaan (*inspecting*) untuk memeriksa kualitas kain jadi dan terakhir *packaging* untuk pengepakan kain jadi (produk).

Berikut adalah diagram alir proses *finishing*-pewarnaan (*dyeing*), lihat gambar 1.

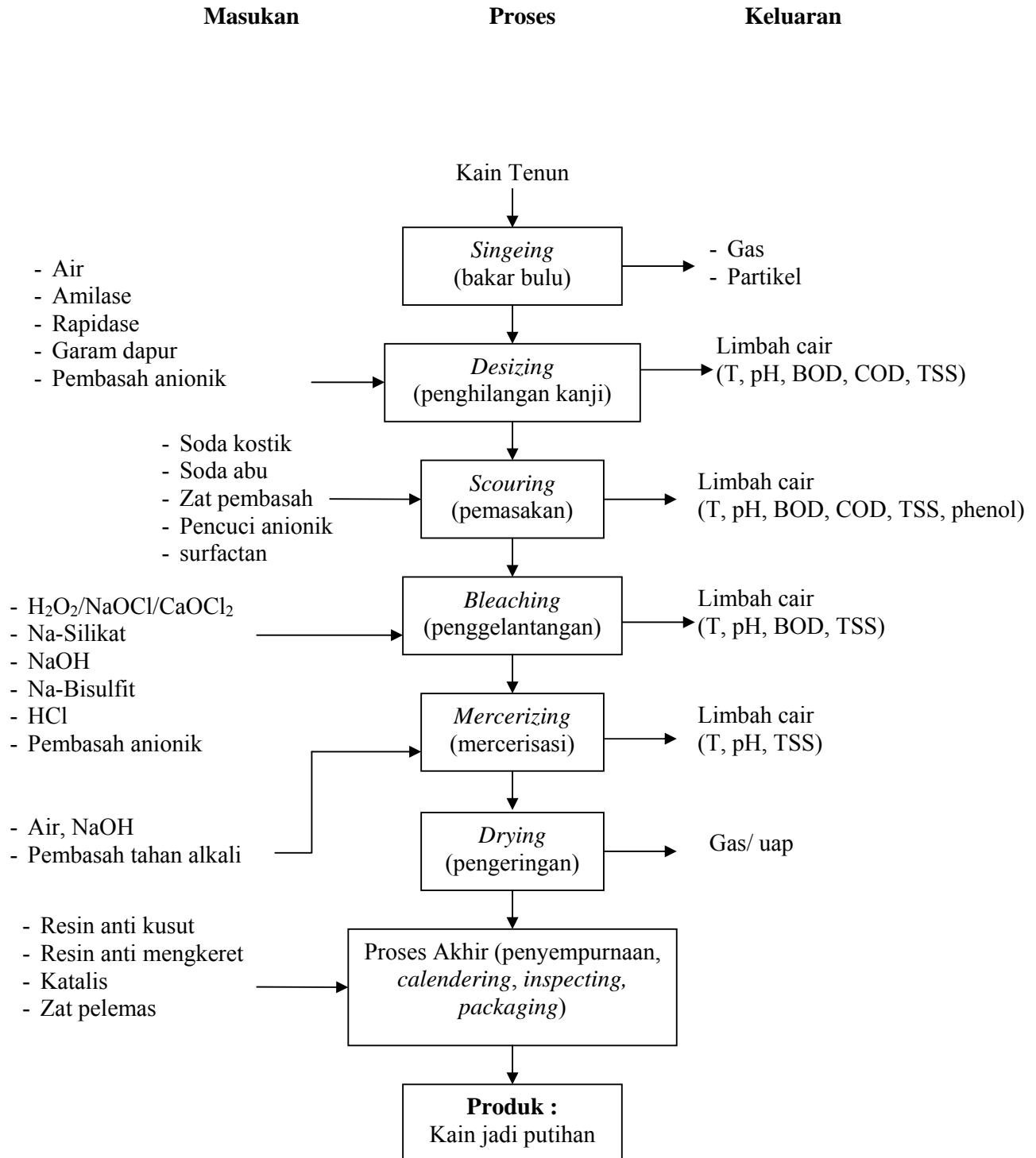


Gambar 1. Diagram alir proses *finishing-dyeing* (pewarnaan).

2.1.1.2.2 Industri tekstil *finishing bleaching* (pemutihan)

Untuk proses *finishing-bleaching* (pemutihan) tahapannya hampir sama dengan proses pewarnaan, hanya setelah dilakukan mercerisasi, diteruskan ke proses drying dan proses akhir (penyempurnaan, *calendering*, inspecting dan packaging). Bahan bakunya kain tenun, produk akhirnya kain putihan.

Berikut adalah diagram alir proses industri tekstil *finishing-bleaching* (pemutihan), lihat gambar 2.

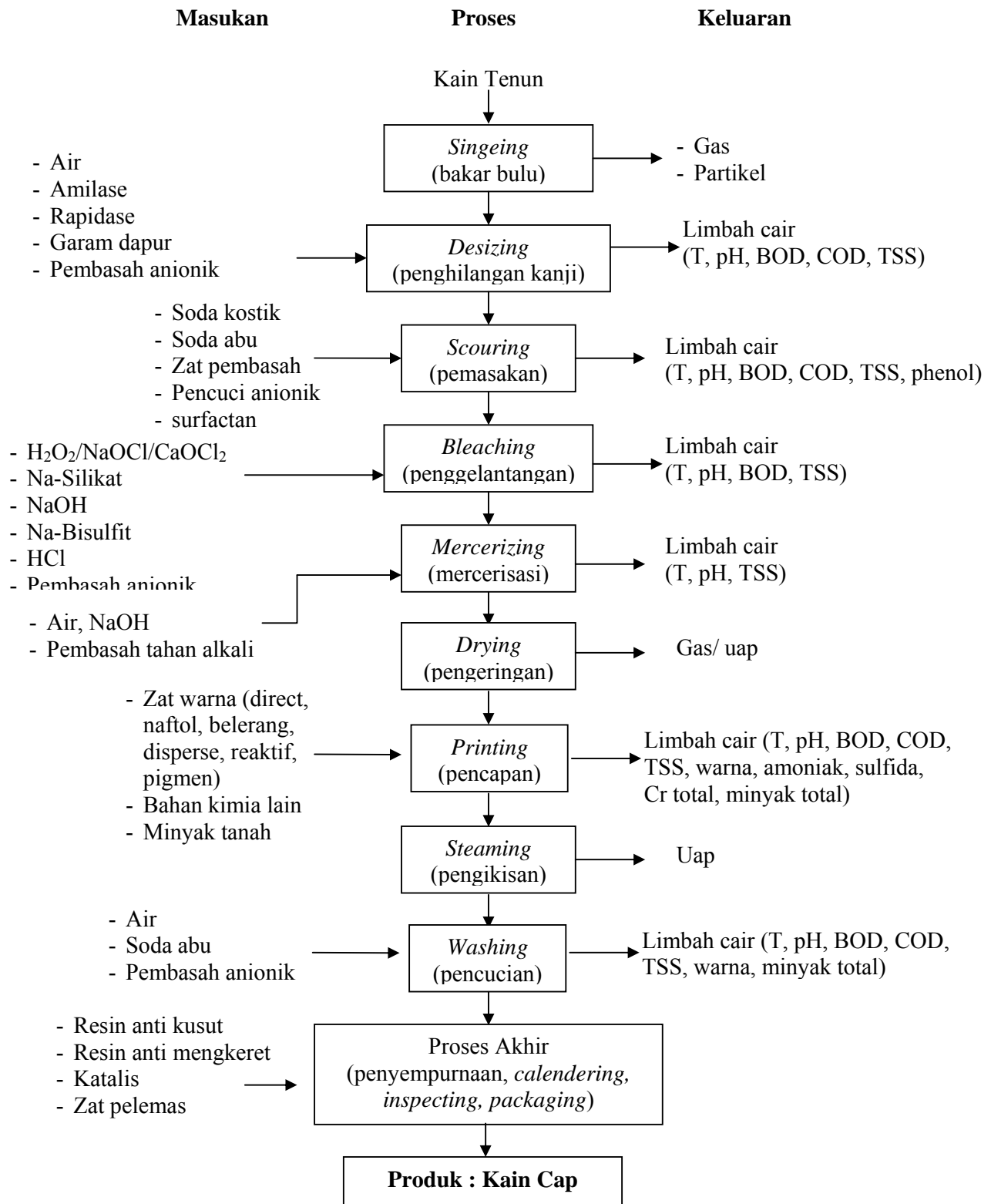


Gambar 2. Diagram alir proses industri tekstil *finishing-bleaching* (pemutihan).

2.1.1.2.3 Industri tekstil *finishing-printing* (pencapan)

Pada proses *finishing-printing* (pencapan) tahapan proses produksinya hampir sama dengan proses pewarnaan dan proses pemutihan, hanya setelah mencapai mercerisasi dan drying dilanjutkan dengan pencapan/ *printing* untuk memberi corak dan warna pada kain, setelah itu dilakukan steaming, untuk pengeringan kain dan dilanjutkan dengan *washing*/ pencucian kain setelah dicap. Kemudian dilakukan penyempurnaan dengan menambahkan resin anti kusut, anti mengkerut, zat pelemas dan terakhir dilakukan inspecting untuk memeriksa kualitas kain jadi, kemudian dikemas dan jadilah produk kain cap jadi.

Berikut adalah diagram alir proses industri tekstil *finishing-printing* (pencapan), lihat gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir proses industri tekstil *finishing-printing* (pencapan)

2.1.2 Tinjauan limbah cair industri tekstil

2.1.2.1 Sumber dan karakteristik limbah cair serta pengaruhnya terhadap lingkungan (Jones HR, 1993)

Industri tekstil termasuk salah satu industri yang menggunakan air dalam jumlah yang sangat banyak dalam proses produksinya. Teknologi proses produksi dalam industri tekstil pada umumnya dapat dilakukan secara proses kering atau proses basah. Proses kering dilakukan dalam industri tekstil tidak memerlukan air sebagai medium proses, tetapi hanya digunakan sebagai bahan pembantu saja. Yang termasuk dalam proses kering tekstil antara lain adalah proses pembuatan benang (pemintalan), pembuatan kain (pertenunan), perajutan dan pembuatan kain jadi (garment). Proses basah dilakukan pada industri tekstil yang menggunakan air sebagai medium proses, sehingga proses tidak dapat berlangsung tanpa adanya air sebagai bahan penolong utama. Proses penyempurnaan tekstil merupakan proses basah yang paling banyak menimbulkan pencemaran di lingkungan industri tekstil yang meliputi industri tekstil pemutihan, pencelupan, pencapan. Proses penyempurnaan meliputi proses penghilangan kanji, pemasakan, penggelantangan, mercerisasi, pencelupan, pencapan, pencucian, penyempurnaan akhir, dan lain-lain.

Larutan penghilang kanji biasanya langsung dibuang dan ini mengandung zat kimia penganji dan penghilang kanji pati, PVA, CMC, enzim, asam. Penghilang kanji biasanya memberikan BOD yang paling banyak dibandingkan dengan proses-proses lain. Pemasakan dan mercerisasi kapas serta pemucatan kain adalah sumber-sumber limbah cair yang penting, yang menghasilkan asam, basa, COD, BOD, padatan tersuspensi dan zat-zat kimia. Proses-proses ini menghasilkan

limbah cair dengan volume besar, pH yang bervariasi dan beban pencemaran yang tergantung pada proses dari zat kimia yang digunakan. Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai seperti phenol dan logam. Di Indonesia zat warna berdasar logam (khrom) tidak banyak dipakai.

Parameter utama pencemaran air untuk industri tekstil adalah TSS, BOD, khrom total, phenol, pH, warna dan suhu. Selain itu parameter lain yang mungkin ada dalam limbah cair di pabrik tekstil adalah sulfida, amonia, nitrogen, seng, tembaga, dan nikel. Pencemaran organik yang mungkin ada adalah benzene, naftalena, kloro etilena, kloro etana, dan ptalat. Jumlah air buangan yang dikeluarkan oleh industri tekstil tergantung pada jenis proses dan faktor lain yang berpengaruh. Salah satu cara yang tepat untuk menghitung jumlah air buangan adalah memasang flowmeter pada air buangan keluar. Sebagaimana diketahui tekstil dapat dibagi 3 kelompok yaitu *cotton*, wool, dan sintetis yang tahapan proses dan pewarnaannya berlainan. Disamping itu masing-masing kelompok dapat diproses dengan berbagai cara dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda-beda terutama pada proses pewarnaannya, oleh karena itu limbahnya juga berlainan komponennya. Apabila limbah cair tidak dikelola secara baik dapat berpengaruh negatif pada lingkungan. Pengaruhnya tergantung karakteristik limbahnya.

Apabila BOD tinggi dibuang ke badan air penerima akan mengambil oksigen dari badan air penerima, pengendapan dari bahan tersuspensi dan terendap mengakibatkan keadaan tanpa oksigen. Alkalinitas yang tinggi dan adanya bahan-bahan beracun seperti sulfide dan chromium akan mempengaruhi kehidupan di badan air

penerima, beberapa bahan pewarna juga beracun. Warna pada badan air penerima akan sangat mengganggu apabila air akan digunakan untuk air industri. Adanya sulfida menyebabkan air limbah bersifat korosif, khususnya untuk bangunan beton. Ammonia yang tinggi dapat mengganggu kehidupan di air selain itu apabila digunakan untuk air irigasi menyebabkan padi bertambah subur tetapi tidak berbuah (gabuk). Kandungan Na yang tinggi pada air limbah dapat merusak struktur tanah, apabila digunakan untuk irigasi (tanaman akan mati).

Tabel 1 : Karakteristik limbah cair penyempurnaan basah pada kapas, polyester, rayon dan campurannya. Hasil pemantauan dari industri tekstil di Indonesia (anonim, 1999. Panduan Teknologi Bersih untuk Industri Tekstil dengan Pencelupan).

No.	Parameter	Satuan	Penyempurnaan basah		
			Kapas	Poliester	Campuran (T/R, TC)*
1.	pH	-	7,9 - 12,5	4,9 - 12,1	5,1 - 12,4
2.	TSS	mg/L	160 - 1.215	28 - 856	23 - 495
3.	BOD5	mg/L	200 - 864	56 - 1.862	57 - 1.505
4.	COD	mg/L	438 - 3.619	211 - 3.260	128 - 4584
5.	Fenol	mg/L	0,12 - 0,42	0 - 0,54	0 - 1,88
6.	Minyak dan lemak	mg/L	3,2 - 16,4	6,0 - 72,2	1,2 - 28,4
7.	Krom (Cr)	mg/L	0 - 1,42	0 - 1,35	0 - 0,17
8.	Besi (Fe)	mg/L	0,15 - 3,75	0 - 3,00	0,05 - 0,07
9.	Mangan (Mn)	mg/L	0 - 0,10	0 - 2,44	0 - 0,49
10.	Tembaga (Cu)	mg/L	td **	0 - 0,08	td **
11.	Seng (Zn)	mg/L	0,1 - 0,30	0,02 - 1,00	0 - 0,7
12.	Timbal (Pb)	mg/L	td **	0 - 0,11	td **

Keterangan

- Sumber = Hasil pengujian BBT
- (T/R, TC)* = (Poliester / Rayon, Poliester / Cotton)
- td ** = tidak terdeteksi

2.1.2.2 Baku mutu limbah cair industri tekstil

Baku Mutu Limbah Cair industri adalah batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Baku Mutu Limbah Cair industri tekstil di Indonesia mengacu pada Kep.Men.51/Men,LH/1Q/1995, sesudah tahun 2000, acuannya adalah lampiran B Men.Kep.Men tersebut. Berdasarkan acuan tersebut masing-masing daerah membuat BMLC dengan ketentuan boleh lebih ketat namun tidak boleh lebih longgar.

Tabel 2 : BMLC industri tekstil lampiran B Kep.Men 51/Men/LH/10/1995

Parameter	Kadar Maks Mg/l	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (Kg/ton)							
		Tekstil terpadu	Pencucian kapas, pemintalan, penenunan	Perekatan (Seizing, Desizing)	Pengikisan pemasakan (Keiring, Scouring)	Pemucatan (<i>Bleaching</i>)	Merceri sasi	Pencelupan (<i>Dyeing</i>)	Pencetakan (<i>Printing</i>)
BODs	60	6	0,42	0,6	1,44	1,08	0,9	1,2	0,36
COD	150	15	1,05	1,5	3,6	2,7	2,25	3,0	0,9
Fenol total	0,5	0,05	0,04	0,005	0,012	0,009	0,008	0,01	0,003
Krom total (Cr)	1,0	0,01	-	-	-	-	-	0,02	0,006
Ammonia total (NH ₃ -N)	8,0	0,8	0,056	0,08	0,192	0,144	0,12	0,16	0,048
Sulfida (sebg.S)	0,3	0,03	0,002	0,003	0,007	0,0054	0,005	0,006	0,002
Minyak dan lemak	3,0	0,3	0,021	0,003	0,072	0,054	0,045	0,06	0,018
pH	6,0 ~ 9,0								
Debit limbah Maks (M ³ /ton produk tekstil)	~	100	7	10	24	18	15	20	6

2.2 Tinjauan Produksi Bersih dan Penerapannya di Industri Tekstil

2.2.1 Pengertian produksi bersih

Berbagai istilah yang digunakan untuk kegiatan produksi bersih adalah "*pollution prevention*" (pencegahan pencemaran), "*waste minimization*" (minimisasi limbah), "*waste reduction*" (pengurangan

timbulan limbah). UNEP (*United Nations Environmental Program*) dan negara-negara Eropa menggunakan istilah “*Cleaner Production*”, Amerika dan Canada memakai istilah “*Pollution Prevention*”, sedang negara-negara lain mengikuti UNEP. Menurut US EPA (*Environmental Protection Agency*), pencegahan pencemaran adalah teknologi produksi dan strategi yang menghasilkan pencegahan atau pengurangan terbentuknya limbah. Pencegahan pencemaran didefinisikan sebagai pemakaian bahan, proses, praktek yang dapat mengurangi atau menghilangkan timbulan pencemaran atau limbah pada sumbernya, termasuk praktek yang dapat mengurangi pemakaian bahan-bahan berbahaya, energi, air, dan sumber daya lainnya dan praktek yang melindungi sumber daya alam melalui konservasi atau penggunaan yang lebih efisien.

Menurut UNEP, produksi bersih adalah strategi pencegahan dampak lingkungan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses, produk, jasa untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan dan mengurangi resiko terhadap manusia maupun lingkungan.

Kementerian Lingkungan Hidup mendefinisikan produksi bersih adalah: strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu kehilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimisasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan. Dari ketiga pengertian mengenai produksi bersih maka kata kunci yang dipakai untuk pengelolaan lingkungan adalah : pencegahan, proses, produk dan jasa, peningkatan efisiensi, minimisasi resiko.

Untuk proses penerapan produksi bersih berarti meningkatkan efektifitas pemakaian bahan berbahaya dan beracun dengan tujuan

mengurangi terbentuknya limbah baik dalam volume maupun toksisitas.

Untuk produk penerapan produksi bersih berarti mengurangi dampak pada keseluruhan daur hidup produk tersebut mulai dari pengambilan bahan baku sampai pembuangan akhir setelah produk tersebut tidak digunakan. Sedang pada bidang jasa, produksi bersih dipadukan dengan masalah-masalah lingkungan kedalam perancangan dan layanan jasa.

2.2.2 Prinsip-prinsip pokok produksi bersih

Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih dituangkan dalam 5 R (*Rethink, Reduction, Reuse, Recovery dan Recycle*).

a. “*Rethink*” (berpikir ulang)

Merupakan suatu konsep pemikiran yang harus dimiliki pada saat awal kegiatan akan beroperasi:

- 1) Perubahan dalam pola produksi dan konsumsi, diterapkan pada proses maupun produk yang dihasilkan sehingga analisis daur hidup produk harus dipahami.
- 2) Upaya produksi bersih tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan dalam pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak yang terkait pemerintah, masyarakat maupun kalangan usaha.

b. “*Reduction*” (pengurangan)

Merupakan upaya untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari suatu kegiatan.

Adalah upaya mengurangi volume, konsentrasi, toksisitas dan tingkat bahaya limbah yang akan keluar dengan cara pencegahan langsung pada sumber pencemar. Dapat dilakukan pada bagian bagian proses yaitu bahan baku, teknologi, operasi dan produk.

Berbagai cara reduksi pada sumber adalah :

1) Tata laksana rumah tangga yang baik

Merupakan usaha yang dilakukan oleh suatu perusahaan dalam menjaga kebersihan lingkungan pabrik dengan mencegah terjadinya cecceran, tumpahan atau kebocoran bahan serta menangani limbah yang terjadi dengan sebaik mungkin

2) Segregasi aliran limbah

Adalah pemisahan berbagai jenis aliran limbah menurut jenis komponen, konsentrasi atau keadaannya sehingga dapat mempermudah mengurangi volume atau mengurangi biaya pengolahan limbah. Selain hal tersebut cara ini juga memberikan kemungkinan pemanfaatan limbah salahsatu aliran. Aliran yang encer lebih mudah untuk dimurnikan karena mengandung sedikit kontaminan aliran pekat lebih mudah untuk didaur ulang, digunakan kembali atau "direcovery" karena konsentrasi aliran itu besar.

3) Pelaksanaan "*preventive maintenance*"

Adalah pemeliharaan/ penggantian alat atau bagian alat menurut waktu yang telah dijadwalkan berdasarkan perkiraan waktu kerusakan alat. Program "*maintenance*" yang dilaksanakan dengan ketat akan menghindarkan terjadinya kerusakan alat yang pada akhirnya akan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

4) Pengelolaan bahan

Merupakan suatu upaya agar persediaan bahan selalu cukup untuk meyakini kelancaran produksi, tetapi tidak berlebihan agar tidak menimbulkan gangguan lingkungan. Penyirnpangan diusahakan agar tetap rapi dan selalu terkontrol, sehingga tidak terjadi cecceran atau kerusakan bahan, yang mengurangi jumlah limbah yang terjadi. Pengelolaan bahan merupakan

cara yang mudah untuk dilakukan tetapi kesalahan dalam melaksanakannya sering berpotensi menghasilkan limbah.

5) Pengaturan kondisi proses dan operasi yang baik

Pengoperasian proses produksi pada kondisi optimum dan pengoperasian alat sesuai dengan pedoman pengoperasian alat, mengurangi terjadinya limbah sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi kehilangan bahan akibat kebocoran dan tumpahan.

6) Modifikasi proses dan atau alat

Memasang alat proses atau memodifikasi alat sehingga lebih efisien akan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan, mengurangi bahan yang harus didaur ulang dan limbah yang dibuang.

7) Modifikasi / substitusi bahan

Substitusi bahan beracun dengan bahan lain yang kurang daya racunnya atau mereformulasi bahan mentah dapat mengurangi keluarnya limbah berbahaya, penggantian bahan juga dapat mengurangi jumlah limbah yang keluar.

8) Pengubahan produk

Pengubahan produk sebagai pengganti produk yang sudah ada yang fungsinya sama dapat mengurangi terjadinya limbah B-3 baik yang keluar dari proses produksi maupun yang dikeluarkan pada saat pemakaian hasil produksi oleh konsumen.

9) Penggunaan teknologi bersih

Pemilihan teknologi bersih yang tidak atau kurang potensinya untuk mengeluarkan limbah B-3 dengan efisiensi yang cukup tinggi. Hal ini sebaiknya dilakukan pada saat pengembangan pabrik baru atau pada saat penggantian sebagian unitnya.

c. "Reuse" (pakai ulang/ penggunaan kembali)

Adalah upaya yang memungkinkan supaya suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia atau biologi.

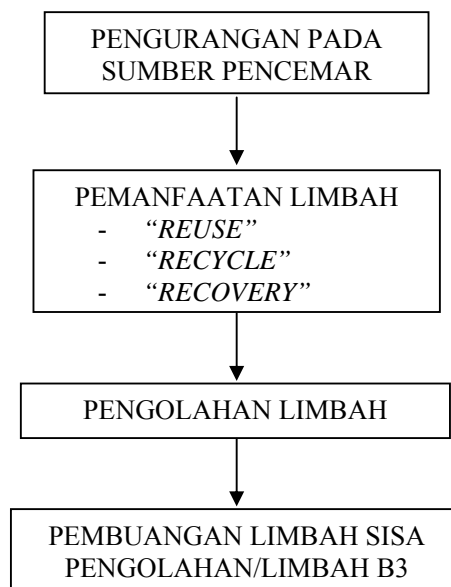
d. *“Recycle”*(daur ulang)

Adalah upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memrosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia, dan biologi.

e. *“Recovery/ reclaim”* (pungut ulang, ambil ulang)

Adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan kedalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.

Secara garis besar urutan prioritas upaya pencegahan pencemaran adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Tahapan prioritas upaya pencegahan pencemaran

Apabila ditinjau dari biaya pelaksanaan maka urut-urutannya terbalik. Dalam pelaksanaan program teknologi produksi bersih akan tergantung pada jenis industri, jenis proses, kapasitas produksi dan lain-lain. Jadi pada dasarnya pelaksanaan program ini akan sangat tergantung pada kondisi masing-masing industri.

Agar supaya program ini dapat terlaksana dengan baik maka kesadaran lingkungan ini dari para pengusaha serta karyawannya memegang peranan paling utama demikian perlu adanya usaha meningkatkan pengetahuan dari seluruh jajaran perusahaan, pendidikan dan penyuluhan serta penerapan tata tertib dan peraturan yang ketat dan bijaksana.

2.2.3 *Good Housekeeping*

2.2.3.1 Pendahuluan

Good Housekeeping atau pengelolaan internal yang baik adalah upaya-upaya produksi bersih berupa tindakan sederhana untuk mengurangi pemakaian air, energi dan bahan-bahan kimia. Upaya-upaya tersebut berkaitan dengan langkah praktis yang dapat segera dilaksanakan oleh perusahaan.

Tiga manfaat *Good Housekeeping* :

- Penghematan biaya
- Kinerja lingkungan hidup lebih baik.
- Penyempurnaan organisasional.

Konsep *Good Housekeeping* :

- Rasionalisasi pemakaian masukan bahan baku, air dan energi, sehingga mengurangi kerugian masukan bahan berbahaya dan karenanya mengurangi biaya operasional.
- Mengurangi volume dan atau toksisitas limbah, limbah air, dan emisi yang berkaitan dengan produksi.
- Menggunakan limbah dan atau mendaur ulang masukan primer dan bahan kemasan secara maksimal.
- Memperbaiki kondisi kerja dan keselamatan kerja dalam perusahaan.
- Mengadakan perbaikan organisasi.

Dengan menerapkan *Good Housekeeping* maka perusahaan mendapat berbagai keuntungan selain itu juga dapat mengurangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh kegiatan perusahaan. Sebagai contoh adalah meminimisasi pemakaian bahan baku, energi dan air serta limbah dan air limbah yang dapat menghasilkan pengurangan biaya.

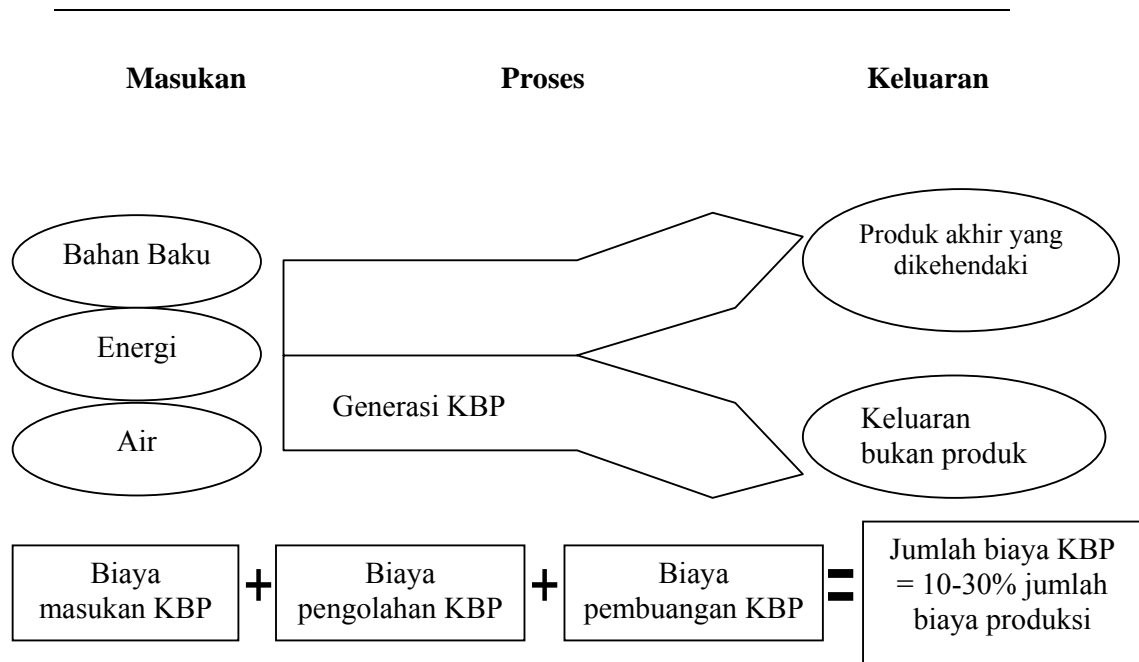
2.2.3.2 Tools *Good Housekeeping*

Pemahaman atas keluaran bukan produk (KBP) atau Non Produk Output (NPO) merupakan langkah awal dalam melakukan analisis sebelum penerapan konsep *Good Housekeeping*. KBP didefinisikan sebagai seluruh bahan, energi dan air yang dipakai dalam proses produksi namun tidak terkandung dalam produk akhir.

Total biaya KBP merupakan penjumlahan biaya KBP dari input, biaya KBP dari proses produksi dan biaya KBP dari output. Secara umum total biaya KBP berkisar antara 10-30% dari total biaya produksi.

Dengan menganalisa masukan dan keluaran proses produksi dengan cara terperinci perusahaan mempunyai peluang untuk melihat lebih dekat operasi mereka dan mengidentifikasi peluang lebih lanjut guna mengurangi biaya dan meningkatkan produktifitas. Dengan melihat keluaran KBP merupakan pendekatan yang efektif untuk mengidentifikasi peluang perbaikan lebih lanjut.

Konsep KBP dapat digambarkan sebagai berikut :

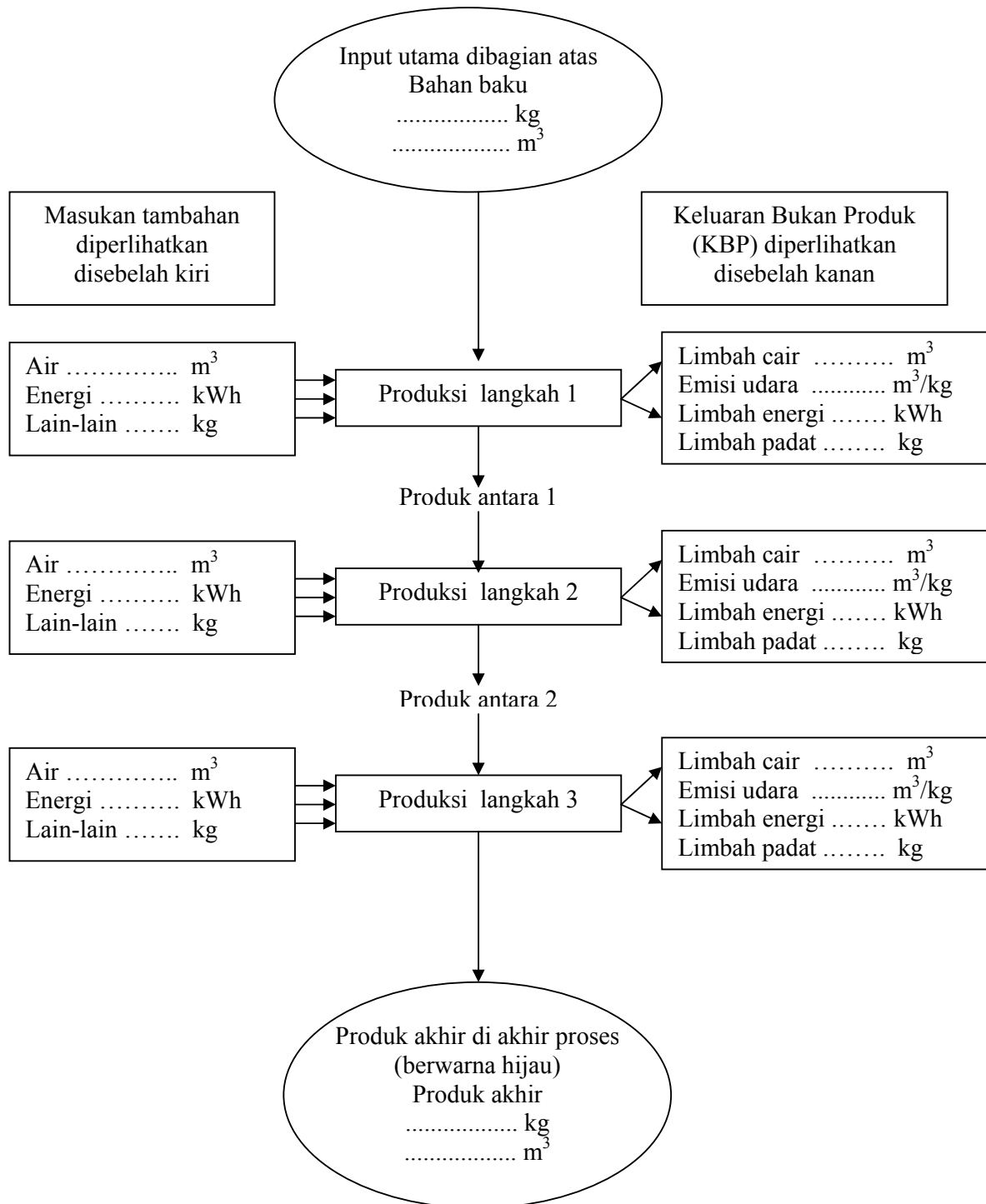


Gambar 5 : Konsep Keluaran Bukan Produk

Dalam rangka mengidentifikasi peluang *Good Housekeeping* digunakan tools diagram alir KBP.

Diagram alir bermanfaat untuk menganalisa masukan dan keluaran proses produksi yang merupakan jumlah masukan dan keluaran pada seluruh tahap produksi yang berbeda-beda.

Format diagram alir diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Format diagram alir

Diagram alir menyediakan kerangka kerja untuk menganalisa masukan dan keluaran dari seluruh proses produksi. Sebagian besar dari data yang diperlukan mungkin sudah tersedia. Konsumsi bahan baku, bahan penolong, air dan energi (masukan) yang dipakai setiap tahun dan jumlah produk yang dihasilkan selama setahun biasanya mudah dikumpulkan atau diperkirakan.

Keluaran biasanya lebih sulit untuk dianalisa karena :

- a. Terdapat produk antara, yang merupakan keluaran dari satu langkah proses produksi dan merupakan masukan pada langkah selanjutnya yang berakhir pada produk akhir yang dikehendaki.
- b. Terdapat limbah atau KBP seperti reject, limbah padat, air limbah, bahan yang terkandung di air limbah, panas dan emisi dari tiap proses produksi yang tidak berakhir pada produk akhir dan harus ditangani.

Dengan demikian untuk mendapatkan gambaran umum dari seluruh proses produksi perlu diperkirakan/dihitung banyaknya KBP.

Apabila keluaran tiap langkah produksi dianalisa secara terperinci maka akan diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai proses produksi yang mempermudah usaha mengidentifikasi peluang guna mengoptimalkan proses produksi, penggunaan bahan baku secara lebih efisien, mengurangi dampak negatif lingkungan hidup dan sebagainya.

2.2.3.3 Pedoman *Good Housekeeping*

Sebagai pedoman untuk mengidentifikasi langkah-langkah apa yang dapat dilaksanakan untuk menerapkan *Good Housekeeping* dalam perusahaan maka dapat disusun

dalam bentuk daftar periksa yang mencakup 6 bidang kegiatan yang berkaitan dengan *Good Housekeeping* yang meliputi bahan, limbah, penyimpanan dan penanganan bahan, air dan air limbah, energi, proteksi keselamatan dan kesehatan tempat kerja. Masing-masing daftar periksa membuat serangkaian pertanyaan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul, penyebabnya dan tingkat korektif yang dapat diambil dalam lingkungan perusahaan pada keenam bidang tersebut. Keenam daftar periksa memuat langkah yang disarankan berkaitan dengan :

- Bahan.
Penggunaan yang efisien atas bahan dan pengkajian dampak lingkungan.
- Limbah
Pengurangan, pemakaian kembali, pendauran ulang yang ramah lingkungan dan pengolahan limbah.
- Penyimpanan dan penanganan bahan
Penyimpanan, penanganan dan pengangkutan bahan yang sesuai.
- Air dan air limbah
Pengurangan konsumsi air, air limbah dan polusi
- Energi
Pengurangan konsumsi energi dan pemanfaatan limbah panas sumber energi yang baik dari segi lingkungan hidup.
- Proteksi keselamatan dan kesehatan tempat kerja
Proteksi terhadap kecelakaan, zat berbahaya, bau, kebisingan dan cedera.

2.2.4 Penerapan produksi bersih pada industri tekstil

2.2.4.1 Cara-cara penerapan produksi bersih pada industri tekstil

Penerapan produksi bersih pada industri tekstil antara lain dapat dilakukan dengan cara:

2.2.4.1.1 Reduksi limbah pada sumber

- 1). Ketatalaksanaan rumah tangga yang baik antara lain mencegah terjadinya kebocoran, ceceran-ceceran mengembangkan program pelatihan dan kompetisi yang dapat meningkatkan partisipasi karyawan, menerapkan sistem FIFO dalam penggudangan.
- 2). Pengurangan penggunaan air.
 - a. Pemasangan alat ukur air (*flow meter*) pada lokasi tertentu dalam pipa air, sehingga pemakaian air dapat diperkirakan dan juga dengan cepat dapat terdeteksi apabila terjadi pemakaian air yang berlebihan.
 - b. Pemasangan alat penghentian otomatis air untuk mcnghindari terjadinya kebocoran dan kerusakan lain selama pabrik tidak beroperasi.
 - c. Penggunaan secara konsisten prinsip *counter current* untuk semua proses pencucian.
- 3). Perubahan material input
 - a. Mengganti surfactan yang mempunyai rantai bercabang dengan jenis yang linier sehingga lebih mudah terurai di alam.

-
- b. Penggantian cat warna celup dengan jenis yang mempunyai affinitas tinggi (90 %) dapat mengurangi pemakaian air dan memperbaiki kualitas air buangan.
- 4). Pemilihan dan modifikasi proses dan peralatan, misal :
 - a. Pemutihan dengan peroksida
 - b. Mercerisasi panas menggantikan mercerisasi dingin dapat menghindari pencucian terpisah.
 - c. Kombinasi zat warna dispersi dengan zat warna reaktif/ direk untuk pencelupan kain dengan kandungan selulosa yang rendah.
 - 5). Mengoptimalkan pemakaian zat kimia dan menghindarkan pemakaian bahan kimia berbahaya.

2.2.4.1.2 Pemanfaatan

- 1) Energi panas : gas buang dari mesin diesel yang mempunyai suhu 400 °C dialirkan melalui alat penukar panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan air, menghasilkan uap, sehingga dapat meminimisasi pemakaian bahan bakar.
- 2) Kumpulan debu serat dari ruang hembus, serat yang jatuh dan sisa penyisiran dan pembersihan limbah serat kain dari proses pemintalan dapat dimanfaatkan kembali dengan menggunakan mesin pintal khusus untuk memproduksi benang sebagai produk sekunder misalnya berupa benang kasar, karpet, produk *non woven* dan sebagainya.
- 3) *Recovery caustic soda* dari buangan mercerisasi. Air buangan mercerisasi yang mengandung soda dan p.H nya tinggi apabila dibuang akan mencemari lingkungan jadi harus diolah terlebih dahulu maka dapat di-*recovery caustic* sodanya.

-
- 4) Penggunaan kembali sisa pasta *printing*. Pada proses *printing* dengan mesin *flat printing* maupun *rotary printing* selalu akan terdapat sisa pasta *printing*. Sisa tersebut akan berada pada *rackel* dan pada selang dari pompa ke *rackel*, serta pada gentong tempat pasta. Sisa pasta *printing* bila dibuang ke lingkungan akan memberikan beban cemaran yang cukup tinggi karena mengandung zat warna, pengental, zat pengemulsi dan bahan pembantu lainnya sehingga memberikan beban COD dan BOD yang tinggi. Pasta *printing* bila dikumpulkan sampai batas waktu tertentu (kira-kira 1 minggu hingga 1 bulan) masih dapat digunakan lagi atau dapat dikumpulkan untuk mendapatkan warna hitam.
 - 5) Pemanfaatan kembali CO₂ dari gas buang untuk menetralisasi air limbah. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan asam yang digunakan untuk mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

2.2.4.2 Langkah-langkah penerapan produksi bersih di perusahaan

Dalam rangka penerapan program teknologi produksi bersih di perusahaan secara garis besar langkah-langkah penting yang dapat ditempuh adalah sebagai berikut :

- 1) Komitmen manajemen puncak merupakan langkah awal yang harus diperoleh dalam pelaksanaan program teknologi produksi bersih. Hal ini dapat dimulai dengan pembuatan proposal program. Dalam proposal hendaknya ditonjolkan secara jelas tentang keuntungan pelaksanaan program dan peluang-peluang keberhasilan sehingga akan didapat dukungan dari manajemen puncak.
- 2) Pembentukan tim satgas produk bersih yang terdiri dari wakil-wakil dari unit utama.
 - Tugas dan tanggung jawab Tim adalah antara lain:

-
- Mendapatkan persetujuan dan dukungan dari manajemen.
 - Membuat sasaran program.
 - Membuat jadwal pelaksanaan.
 - Memilih anggota Tim pengumpul data.
 - Membuat prosedur untuk memantau aliran limbah.
 - Melaksanakan penelitian serta survai dalam pabrik.
 - Mengadakan studi kelayakan beberapa alternatif pemecahan.
 - Memilih beberapa alternatif yang layak untuk dilaksanakan.
 - Memonitor kinerja salah satu kegiatan yang telah berhasil dilaksanakan.
- 3) Menetapkan sasaran kerja dan membuat jadwal
- Sasaran kerja harus didefinisikan secara jelas sedapat mungkin dapat dikualifikasikan dalam bentuk besaran terukur, dengan demikian dapat dijadikan pedoman keberhasilan pelaksanaan program.
- 4) Pengumpulan data aliran limbah
- Tujuan dari kegiatan adalah mengidentifikasi dan mengkarakterifikasi fasilitas-fasilitas aliran limbah.
- Data aliran limbah yang dikumpulkan meliputi :
- Tempat, sumber limbah bahan kimia berbahaya maupun bahan kimia yang tidak berbahaya.
 - Macam bahan bakar yang menyebabkan terjadinya limbah.
 - Laju aliran sumber limbah tersebut dan frekuensi pengeluaran limbah.
 - Karakteristik sumber limbah
 - Pengelolaan limbah-limbah sebelumnya
 - Efisiensi proses yang dioperasikan selama ini.

5) Evaluasi data

Data yang telah dikumpulkan dan diidentifikasi dievaluasi sehingga dapat disimpulkan aliran limbah mana yang paling kritis dan paling memungkinkan untuk diminimalkan beban cemaran.

Sebagai tolok ukur evaluasi adalah :

- Pertimbangan kesesuaian dengan peraturan yang ada.
- Tingkat keracunan
- Kuantitas aliran
- Biaya mengelola limbah.
- Peluang sukses
- Daya dukung lingkungan

6) Inspeksi ke lapangan

Tujuan inspeksi ke lapangan adalah agar anggota dapat lebih memperdalam pengetahuan tentang operasi harian yang selama ini dilakukan.

7) Realisasi peluang yang mudah

Peluang yang mudah dan tidak membutuhkan biaya harus segera direalisasikan.

8) Pemilihan alternatif yang telah ditentukan

Dalam melaksanakan identifikasi alternatif peluang produksi bersih susunlah dalam suatu peringkat lakukan dalam suatu forum tukar menukar pendapat untuk mengevaluasi temuan beberapa alternatif sebelum dijadikan keputusan untuk dilaksanakan dampaknya terhadap lingkungan, kemungkinan untuk peningkatan efisiensi dan produktifitas dan lain-lain.

9) Evaluasi ekonomi

Alternatif yang telah terpilih berdasarkan kriteria teknik selanjutnya dievaluasi lagi berdasar kriteria ekonomi. Alternatif-alternatif yang tidak dipilih pada saat ini harus

disimpan karena ada kemungkinan masih dapat dipakai lagi dikemudian hari.

10) Rekomendasi

Setelah alternatif program teknologi produk bersih diseleksi baik dari aspek teknis, lingkungan dan ekonomi, tahap selanjutnya adalah penyusunan rekomendasi kepada manajemen dengan tujuan supaya disetujui baik dalam pendanaan maupun penerapan program ini.

Cara yang paling efektif dengan menulis laporan dan presentasi.

Laporan berisi tentang tujuan dari program dan hasil penelitian serta evaluasi tekno ekonomi, prosedur didalam penyelesaian beberapa alternatif, strategi penerapan serta usulan program yang layak dilaksanakan. Laporan harus dibuat rinci termasuk informasi biaya dan gambaran hasil pengurangan kandungan bahan pencemar.

11) Penerapan alternatif yang terpilih

Setelah disetujui oleh pihak manajemen maka program produksi bersih dilaksanakan. Pelaksanaan dilaksanakan dari program yang mudah selain itu juga berdasarkan perhitungan atas dasar seberapa kritis masalah limbah terus harus segera diselesaikan.

12) Pemantauan kemajuan dan presentasi

Pemantauan pelaksanaan program dilaksanakan secara berkala dan hasilnya dipresentasikan baik kepada pihak manajemen dan anggota tim yang terlibat.

13) Perbaikan berkelanjutan

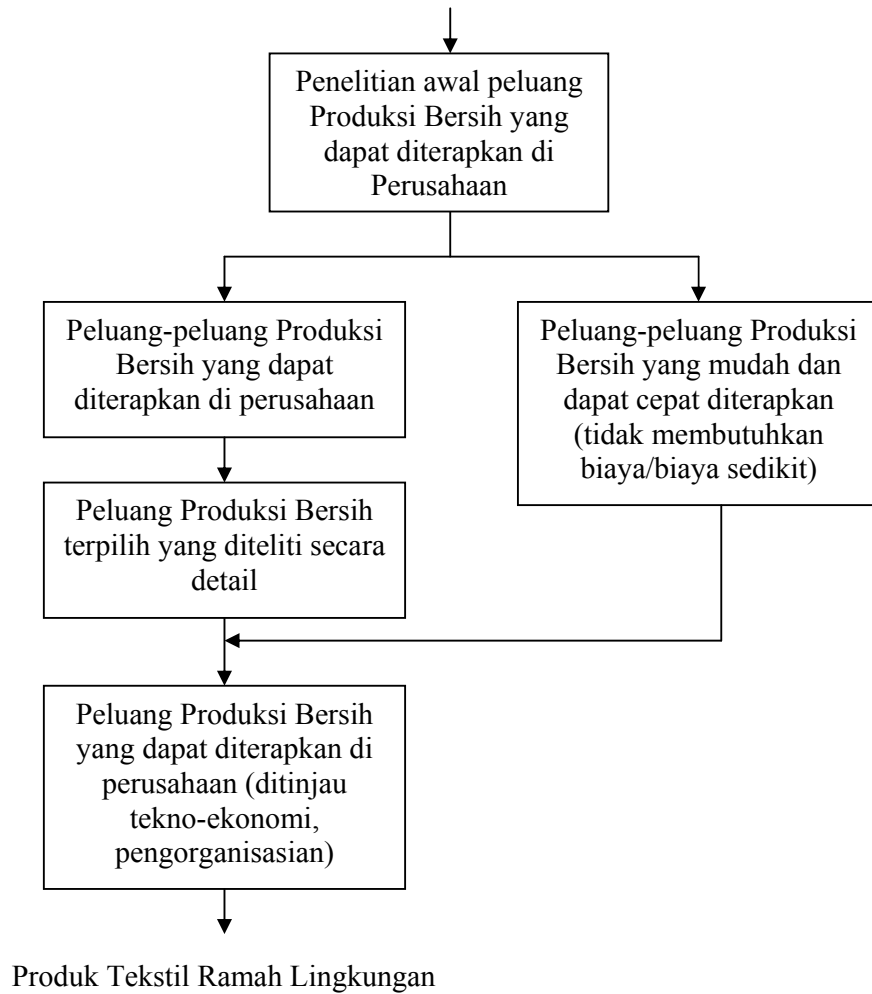
Hal yang tak kalah penting adalah merayakan keberhasilan, mempertahankan target telah dicapai dan selanjutnya mengimplementasikan untuk peluang lainnya. Produksi bersih pada dasarnya adalah bagian dari pekerjaan dan bukan suatu program dan industri harus melaksanakan dengan filosofi perbaikan berkelanjutan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan yang dimaksudkan untuk memperoleh peluang-peluang produksi bersih pada salah satu industri tekstil yang setuju untuk dipakai sebagai penelitian.

Penawaran Proposal pada Industri Tekstil



Gambar 7 : Diagram alur pikir

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

- Penekanan peluang produksi bersih dibatasi pada industri tekstil *finishing-bleaching* PT.Damaitex dan difokuskan pada peluang Produksi Bersih yang berkaitan dengan masalah limbah Cair.
- Penekanan peluang produksi bersih dibatasi pada konsep wacana upaya peluang produksi bersih dengan pendekatan upaya *Good Housekeeping*.
- Selain penelitian peluang produksi bersih juga dilakukan penelitian hambatan-hambatan penerapan produksi bersih diperusahaan.

3.3. Lokasi Penelitian

- Penelitian dilakukan di industri tekstil *finishing* PT. Damaitex Semarang.

3.4. Jenis dan Sumber Data

- 1) Data primair yang terkait dalam pemilihan peluang produksi bersih. Sumber data dari industri antara lain :
 - Data bahan yang masuk dan keluar proses, limbah, air dan limbah cair, energi, penyimpanan dan penanganan bahan, K3.
 - Data umum perusahaan termasuk organisasi.
 - Data proses dari unit operasi yang ada dalam perusahaan, bahan baku, pembantu, utilitas, limbah, pengelolaan lingkungan yang sudah dilakukan.
- 2) Data sekunder dari pustaka, internet, catatan-catatan yang ada di perusahaan, dan lain-lain :
 - Data proses tekstil, limbah, baku mutu air limbah tesktil.
 - Pengelolaan limbah tesktil dan berbagai hal mengenai produksi bersih.
 - Catatan-catatan yang ada di perusahaan mengenai limbah, bahan-bahan yang masuk dan keluar proses, dan lain-lain.

3.5. Instrumen Penelitian

- *Cheklis / questioner*
- Pedoman wawancara.

3.6. Teknik Pengumpulan Data

- Pengamatan lapangan.
- Pengukuran dan analisa laboratorium bila diperlukan.
- Wawancara.
- Dari catatan – catatan perusahaan.

3.7. Teknik Analisa Data

- Peluang Produksi Bersih yang dapat diterapkan di industri tekstil yang diteliti, dievaluasi dari kemungkinan pengurangan limbah langsung pada sumber dan kemungkinan pemanfaatan. Dalam hal ini juga dilakukan evaluasi tekno-ekonomi dan manajemen.
- Sebagai tolak ukur evaluasi pengelolaan lingkungan yang sudah dilakukan oleh perusahaan adalah dengan menggunakan Baku Mutu Limbah.
- Kehilangan bahan dievaluasi dari perhitungan neraca bahan. Sebagai basis perhitungan digunakan 1 unit yang memproses 2000 m kain/hari

3.8. Waktu Penelitian

- Penelitian dilakukan pada bulan Februari s/d Mei 2008.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Umum Perusahaan

4.1.1. Lokasi dan produksi

PT. Damaitex merupakan industri tekstil *finishing bleaching* (pemutihan) berlokasi di Jl. Simongan No. 100, Kelurahan Ngemplak Simongan, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Luas lahan 16.702 m² dengan lahan terbuka 59,07 % dan lahan tertutup 41,93 %. Jumlah karyawan 230 orang dengan status 25 orang pegawai tetap dan 205 orang pegawai lepas / kontrak. Waktu operasional pabrik adalah 24 jam sehari.

Jenis produksi adalah kain mori (tekstil *finishing bleaching*) dengan kapasitas riil 50.000 m/hari dan kapasitas menurut ijin 70.000 m/hari (1 kg mori = 5 – 8 yard, 1 yard = 0,9144 m).

Jenis produksi kain mori kapas dan rayon dengan kapasitas produksi tergantung order, untuk tahun 2007 komposisinya adalah 80% kapas dan 20 % rayon.

4.1.2. Bahan baku dan penolong

Produksi PT. Damaitex yang berupa kain mori dalam proses produksinya memerlukan bahan baku utama berupa kain grey (belacu) dan bahan-bahan penolong. Kebutuhan bahan baku dan bahan penolong disajikan pada tabel.

Tabel 3. Kebutuhan bahan baku dan bahan penolong

No.	Bahan Baku/ Penolong	Kapasitas (vol/waktu)	Bentuk Fisik	Sifat Bahan	Asal Bahan	Cara Penyimpanan
I.	Bahan Baku					
1.	Kain grey	1.500.000 m/bl	Padat	Mudah terbakar	DN	Gudang
II.	Bahan Penolong					
1.	Ecowet	500 kg/bl	Cair	Iritasi	DN	Drum seng lapis plastik
2.	Protase	1200 kg/bl	Cair coklat	Sedikit iritasi	DN	Drum plastik
3.	H ₂ O ₂	500 kg/bl	Cair jernih	Oksidator & korosif	DN	Drum plastik
4.	Leocophor	400 kg/bl	Cair violet	Iritasi	DN	Drum plastik
5.	Soda abu	700 kg/bl	Serbuk	Iritasi	DN	Karung plastik
6.	Sodium hypochlorid	3500 kg/bl	Cair kuning	Oksidator & korosif	DN	Drum plastik
7.	Natrium thiosulfat	20 kg/bl	Kristal	-	DN	Kantong plastik
8.	Sodium hidrosulfit	10 kg/bl	Serbuk	Reduktor & korosif	DN	Drum seng
9.	Caustic soda flake	1700 kg/bl	Flake	Korosif, racun	DN	Kantong plastik
10.	Water glas	125 kg/bl	Gel	-	DN	Drum seng
11.	Oxalic acid	75 kg/bl	Kristal	Korosif	DN	Kantong plastik
12.	Prolovet	100 kg/bl	Gel	Iritasi	DN	Drum plastik
13.	Garam	6500 kg/bl	Padat	Korosif	DN	Karung plastik
14.	Caustic soda air	27.500 kg/bl	Cair	Korosif, racun	DN	Tangki

Sumber : PT. DamaiteX, 2007

4.1.3. Penggunaan energi

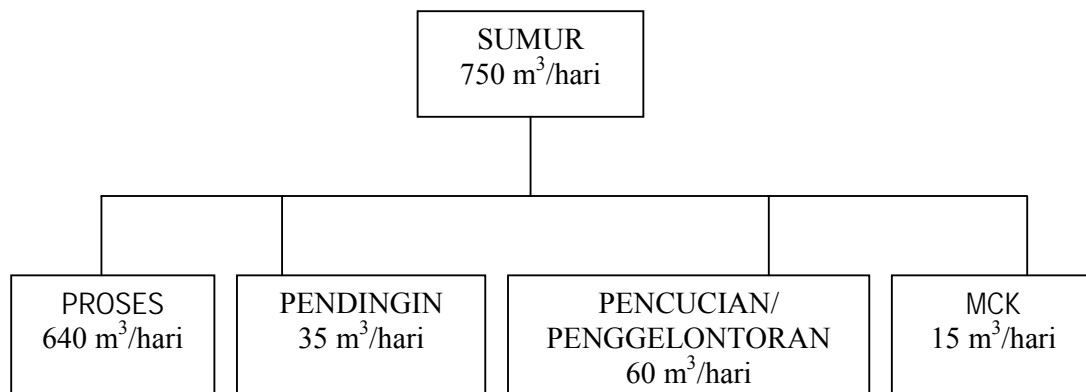
Penggunaan energi di PT. DamaiteX Semarang terutama untuk proses produksi, penerangan dan kantor. Tenaga listrik yang digunakan berasal dari PLN dengan kapasitas 240 kVA dan pemakaian 5700 kWh/bulan dan generator untuk cadangan 250 kVA.

Kebutuhan energi yang lain adalah LPG 100 kg/hari untuk proses bakar bulu dan batubara 12-14 ton/hari untuk bahan bakar boiler.

4.1.4. Penggunaan air

Untuk operasional proses produksi dan untuk kebutuhan domestik di PT.Damaitec penggunaan airnya dicukupi dengan menggunakan air bawah tanah.

Air bawah tanah tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan. Neraca penggunaan air disajikan pada gambar.



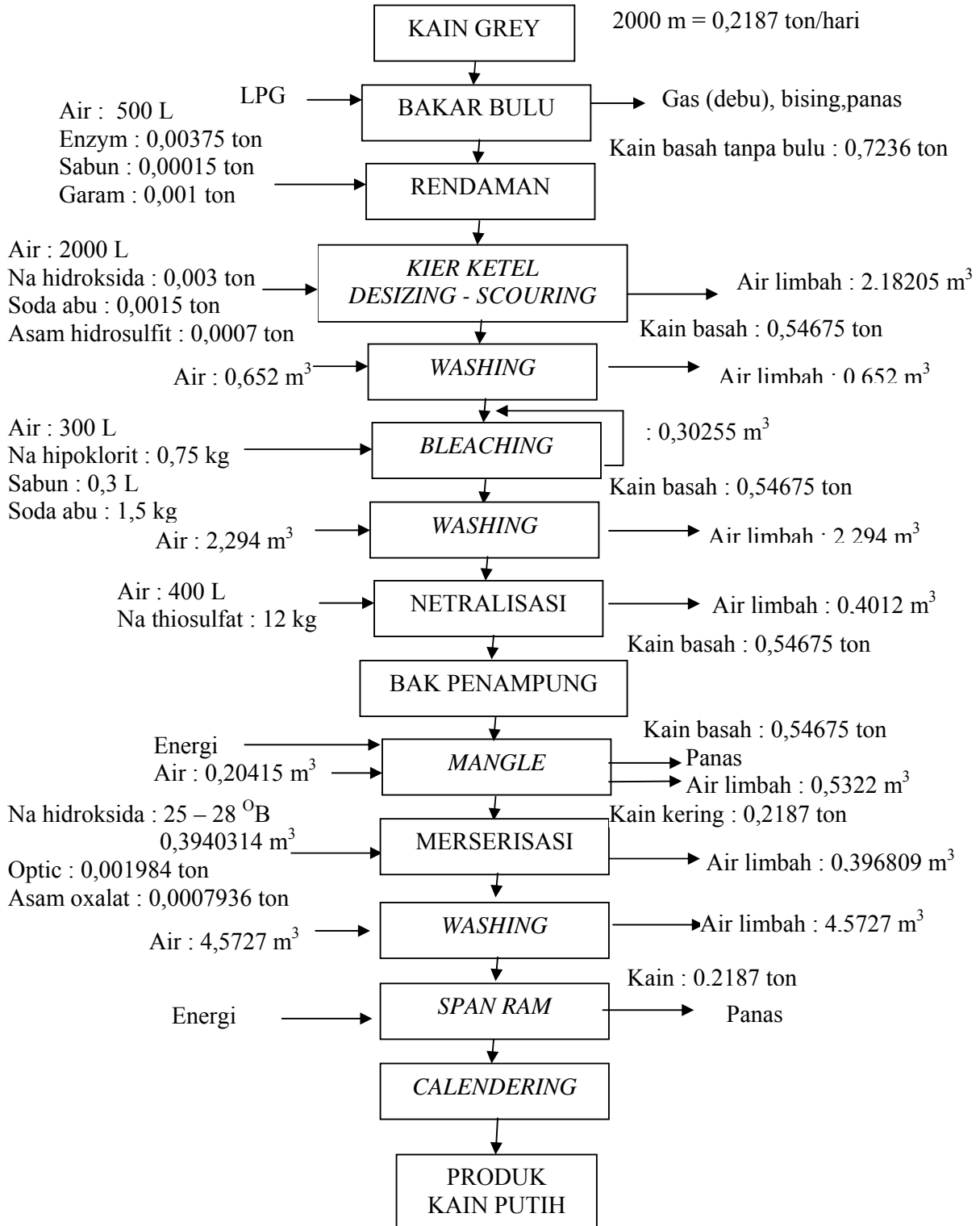
Gambar 8. Neraca penggunaan air

4.2. Proses Produksi dan Limbah

4.2.1. Proses produksi

Produksi PT. Damaitec adalah kain *finishing – bleaching cotton* dan rayon. Perbandingan jumlah produksi *cotton* dan rayon tergantung dari pesanan. Untuk tahun 2007 produksi kain putih *cotton* 80% dan rayon 20%.

4.2.1.1. Proses *cotton*



Gambar 9: Diagram alir / neraca bahan proses produksi *finishing bleaching-cotton*

4.2.1.1.1. Proses bakar bulu

Terdiri dari 2 bagian yaitu :

1) *Pembakaran kain* :

Kain grey (belacu) dibakar dengan menggunakan gas LPG pada mesin pembakar.

Tujuannya agar bulu-bulu pada kain dapat hilang dan kain menjadi bersih sehingga tidak mengganggu proses berikutnya.

2) *Perendaman* :

Agar kanji dapat hilang dari kain grey maka kain grey dimasukkan dalam bak rendaman yang berisi air dan obat-obat *desizing* (penghilang kanji), seperti enzim, garam dan sabun.

Tujuan penghilangan kanji adalah :

- Menghilangkan kanji dari permukaan kain
- Menambah daya absorpsi kain
- Memperbaiki pegangan kain, dll.

pH : 5,5 – 7,5 dan suhu : 60 – 80 °C, waktu : 8 – 10 jam.

4.2.1.1.2. Proses *Kier Ketel*

Grey cotton yang telah direncanakan dalam bak perendaman pada proses bakar bulu kemudian diproses *kier ketel*. Bagian ini memiliki tahapan :

1) *Washing robe I* :

Yaitu *grey cotton* ditarik dan dilewatkan pada mesin *washing robe* (pencucian) agar kotoran/ kanji dapat larut.

2) *Kier ketel (Scouring)* :

Dari *washing robe* kain ditarik/ dimasukkan pada *kier ketel* untuk dimasak (*scouring*).

Tujuan dari pemasakan adalah menghilangkan zat-zat yang merupakan kotoran yang terdapat pada serat. Dengan pemasakan maka lemak, lilin, minyak, kotoran-kotoran yang menempel pada serat dan kotoran yang larut dalam air akan hilang.

Bahan dimasukkan ke dalam *kier ketel* dan dimasak dengan larutan pemasak yang mengandung NaOH, soda abu, sabun, Na Hidrosulfit. Kemudian proses pemasakan berlangsung pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ dan waktu sekitar 6 jam. Setelah pemasakan selesai kemudian larutan dibuang keluar, selanjutnya dimasukkan air panas ke dalam *keir ketel* dengan cara dipompa dan dibiarkan bersirkulasi beberapa kali lalu dipompa keluar. Ulangi lagi cara tersebut tetapi dengan menggunakan air dingin. Setelah *kier ketel* menjadi dingin baru boleh dibuka dan bahan dikeluarkan untuk dilakukan proses pencucian.

3) *Washing robe II* :

Setelah diproses pada *kier ketel* kain diturunkan ke *washing rob* (didinginkan dan dibersihkan) lama pencucian selama 4 jam, selanjutnya dimasukkan dalam bak pemutih.

4) *Bleaching (penggelantangan)* :

Proses penggelantangan bertujuan untuk menghilangkan pigmen-pigmen alam yang ada dalam serat sehingga warna bahan menjadi putih. Pigmen-pigmen alam tersebut belum hilang sewaktu proses pemasakan dan merupakan senyawa organik yang mempunyai ikatan rangkap yang dapat direduksi menjadi senyawa-senyawa yang mempunyai ikatan tunggal sehingga menjadi tidak berwarna.

Di dalam bak pemutih kain kain ditata sedemikian rupa untuk dilakukan proses pemutihan. Penggelantangan dilakukan dengan merendam bahan dalam larutan hypoclorit, sabun, soda abu pada suhu kamar selama 60 menit. Setelah selesai larutan penggelantang tidak dibuang namun dipakai kembali, selanjutnya dilakukan proses pencucian dengan air selama 4 jam.

5) *Netralisasi* :

Setelah menjadi kain putih kemudian kain dinetralkan agar fisik kain menjadi lembut dan halus. Netralisasi dilakukan dengan penambahan Na thiosulfat selama 15 menit pada suhu kamar dalam bak netralisasi.

6) *Penampungan* :

Melalui *washing robe* yang diberi air (pencucian) kain ditarik dari bak netralisasi ke bak penampungan untuk diproses *mangle*.

4.2.1.1.3. *Proses Mangle*

Tujuan dari proses *mangle* adalah mencuci ulang dan mengeringkan kain (setengah kering) sebelum dimasukkan ke proses *span ram* dan *calendering (finishing)*.

4.2.1.1.4. *Mercerizing*

Bertujuan untuk menambah kekuatan dan daya serap kapas terhadap zat warna. Dikerjakan dalam larutan NaOH 25 – 28 % pada suhu 20 °C selama 40 detik. Untuk memperbaiki penyerapan ditambahkan zat pemasak, Kemudian bahan dicuci dengan air proses dan dinetralkan dengan larutan asam encer.

4.2.1.1.5. Proses *Span ram*

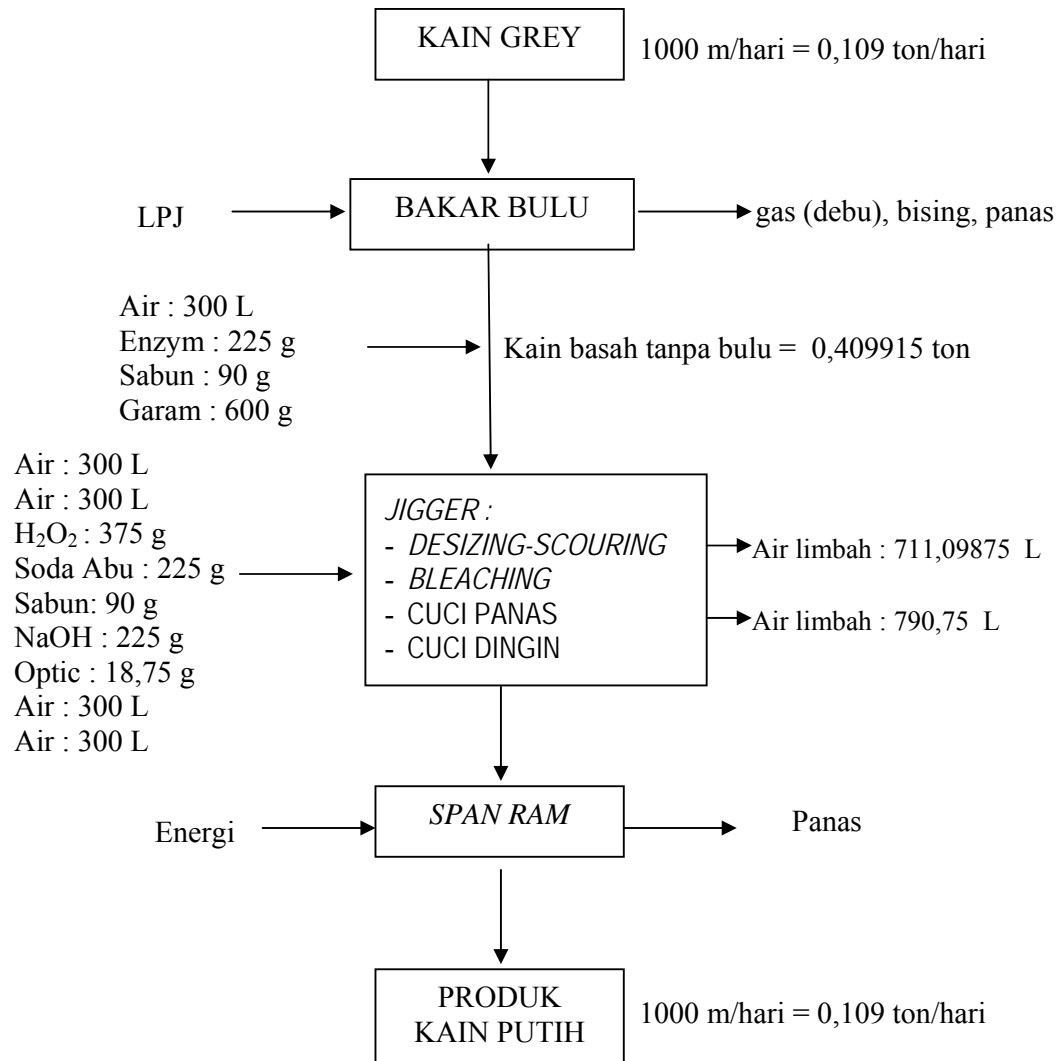
Kain dari proses *mangle* ditarik ke mesin *span ram* untuk diproses tahap terakhir atau proses pengeringan. Setelah kering kain ditarik melalui penjepit kain masuk ke dalam ruang/ kamar pemanas. didalam ruangan tersebut dengan menggunakan penjepit kain pada sisi-sisinya, kain ditarik sesuai lebar yang telah ditetapkan dan dipanaskan pada suhu tertentu sehingga lebar kain menjadi baku.

4.2.1.1.6. Proses *Calender*

Proses ini hanya untuk kain *cotton*, setelah melalui proses *span ram* dan mendapat lebar yang ditetapkan, kain *cotton* dimasukkan pada mesin *callender* untuk dilicinkan sehingga menghasilkan kain yang baik dan selanjutnya masuk ruang *quality control* dan *packing*.

4.2.1.2. Proses rayon

Diagram alir proses produksi *finishing bleaching* rayon disajikan pada gambar 8.



Gambar 10. Diagram alir neraca bahan proses produksi *finishing bleaching*-rayon

4.2.1.2.1. Proses bakar bulu

Proses terdiri dari 2 bagian yaitu :

1) Pembakaran kain :

Kain grey yang dibakar dengan menggunakan gas LPG pada mesin pembakar. Tujuannya agar bulu-bulu pada kain dapat hilang dan kain menjadi bersih.

2) Perendaman :

Agar kanji dapat hilang dari kain grey maka kain grey dimasukkan dalam bak rendaman yang berisi air dan obat-obat *desizing* seperti enzim, garam dan sabun.

4.2.1.2.2. Proses *Jigger*

Proses ini untuk kain rayon terdiri dari :

1) *Scouring*

Proses ini merupakan penyempurnaan setelah proses bakar yaitu agar kain menjadi lebih bersih dan kanji/kotoran yang melekat dapat hilang.

2) *Bleaching*

Yaitu kain yang sudah bersih dilakukan pemutihan.

Untuk proses *scouring* dan *bleaching* dimasak dengan larutan H₂O, soda abu, sabun, Na hidrosulfit, suhu 95^oC selama 6 jam, selanjutnya larutan dibuang.

3) Cuci panas

Setelah grey menjadi kain putih kemudian dicuci dengan air panas.

4) Cuci dingin

Merupakan tahap terakhir pada proses *jigger* adalah dengan mendinginkan kain dengan memakai air. Proses pencucian selama 2 jam.

4.2.1.2.3. Proses *Span ram*

Kain dari proses pencucian ditarik ke mesin *Span ram* untuk diproses tahap terakhir atau proses pengeringan. Setelah kering kain ditarik melalui penjepit kain masuk ke dalam ruang/ kamar pemanas. Di dalam ruang tersebut dengan menggunakan penjepit kain pada sisi-sisinya, kain ditarik sesuai lebar yang telah ditetapkan dan dipanaskan pada suhu tertentu sehingga lebar kain menjadi baku.

4.2.2. Tinjauan limbah

4.2.2.1. Gas dan kebisingan

Gas berasal dari penggunaan bahan bakar batubara pada boiler untuk menghasilkan uap, sedangkan kebisingan berasal dari mesin-mesin produksi.

Untuk karyawan di sekitar mesin produksi yang mengeluarkan kebisingan disediakan *earplug*. Sedang untuk mengurangi kebisingan dilakukan dengan penanaman pohon-pohonan di lingkungan pabrik. Untuk gas buang dikelola dengan disemprot dengan air dan abu terbang akan mengendap didalam air.

4.2.2.2. Limbah padat

- Limbah padat sisa kemasan

Sisa kemasan/ pengepakan yang dihasilkan seperti potongan tali plastik (rafia), karung plastik (bagor), kardus dan plat seng (ban dessert), dikumpulkan sesuai dengan jenisnya dan secara berkala dijual kepada pengumpul, pengusaha barang bekas/ sisa.

- **Limbah padat rumah tangga/ kantin**

Limbah dari kantin/ dapur dimasukkan dalam bak sampah yang telah tersedia di belakang pabrik. Sampah tersebut kemudian dikumpulkan dalam karung untuk kemudian secara berkala dibuang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

- **Limbah padat / lumpur hasil IPAL**

Limbah padat hasil pengolahan dari IPAL berasal dari proses koagulasi kimia dengan Ferosulfat dikeringkan di *drying bed* ditampung di bak penampung. Jumlah lumpur 2 karung / minggu digunakan untuk mengurug tanah di pabrik. Selain itu juga limbah padat lumpur aktif namun karena IPAL masih baru, limbah biologi belum ada.

- **Limbah Padat Sisa Pembakaran Batubara**

- * *Fly ash* : Abu terbang yang diserap oleh air.
- * *Bottom ash* : Limbah padat dari sisa pembakaran batubara menjadi tanggung jawab dari *supplier* batubara untuk mengelolanya. Jumlah 12 karung/ shift.

4.2.2.3. Limbah cair

Limbah Cair berasal dari :

- Utilitas : ketel, *cooling tower*, *softener*
- Unit proses yaitu dari proses :
 - * Produksi *Cotton* yaitu dari
 - ✓ *Kier Ketel* : pada proses penghilangan kanji dan *scouring*, pada proses pencucian kain setelah penghilangan kanji, *scouring dan pencucian bleaching*.

-
- ✓ Netralisasi
 - ✓ *Mangle*
 - ✓ Merserisasi
 - * Produksi rayon
 - ✓ Jigger : pada proses *desizing*, *scouring*, *bleaching*, cuci panas, cuci dingin.
 - * Lantai proses
 - * Pendinginan mesin-mesin
 - * Bengkel : ceceran minyak
 - * *Scrubber air* penyerap batubara.

Hasil analisa air limbah sebelum perbaikan IPAL diperlihatkan pada tabel 4.

Contoh Perhitungan beban pencemaran :

Debit air limbah : 110 m³/hari, kapasitas produksi 3 ton/hari

Analisa BOD5 : 263 mg/l.

Beban BOD5 : 263 x 10⁻⁶ kg/10⁻³ m³ x 110 m³/hari
: 28930 x 10⁻³ kg/hari
: 28930/3 x 10⁻³ kg/ton produk
: 9,643 kg/ton produk

Parameter yang lain cara perhitungannya sama.

Tabel 4. Hasil analisa air limbah terolah PT. Damaitec yang dibuang ke lingkungan sebelum perbaikan IPAL

PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA PEMANTAUAN						BMLC Industri Tekstil Perda Prop. Jateng No. 10 th. 2004	
		3 Maret 2007		26 Mei 2007		9 Juli 2007		Desizing- Scouring, Bleaching- Mercerisasi	
		Kualitas mg/l	Beban kg/ton	Kualitas mg/l	Beban kg/ton	Kualitas mg/l	Beban kg/ton	Kadar maks mg/l	Beban maks. kg/ton produk
I. FISIKA									
1. Suhu	°C	31,2		28,7		33,1		38	
2. Zat padat tersuspensi	mg/l	41	1,503	60	2,2	16	0,587	50	3,35
II. KIMIA									
1. BOD5	mg/l	263	9,643	63,38	1,96	74,33	2,725	60	4,02
2. COD	mg/l	512,6	18,767	101,2	3,71	111,9	4,103	150	10,05
3. Fenol total	mg/l	0,025	0,001	0,006	0,0002	0,019	0,0007	0,5	0,034
4. Krom total (Cr)	mg/l	< 0,030	< 0,00,	< 0,03	< 0,0011	< 0,03	< 0,0011	1,0	-
5. Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	2,10	0,077	0,135	0,045	0,041	0,0015	8,0	0,636
6. Sulfida (sbg.S)	mg/l	< 0,002	< 0,00007	0,108	0,004	0,174	0,006	0,3	0,019
7. Minyak & lemak	mg/l	-		-		-		3,0	0,201
8. pH	-	10,6						6,0 ~ 9,0	
Debit limbah Maks		36,67 m ³ /ton produk tekstil		36,67 m ³ /ton produk tekstil		36,67 m ³ /ton produk tekstil		67 m ³ /ton produk tekstil	

Sumber Data : PT. Damaitec (Sertifikat pemantauan)

Kapasitas produksi = 3 ton/hari kain mori (saat pengambilan contoh informasi perusahaan)

Debit dari informasi perusahaan 110 m³/hari.

Pada saat ini pabrik sedang menyempurnakan proses pengolahan air limbah yang sudah ada yaitu dengan proses biologi lumpur aktif. Hal ini disebutkan karena proses pengolahan air limbah yang lama yaitu proses koagulasi kimia air limbah terolahnya sering tidak memenuhi BMLC industri tekstil yang disyaratkan.

Proses pengolahan air limbah yang lama adalah sebagai berikut :

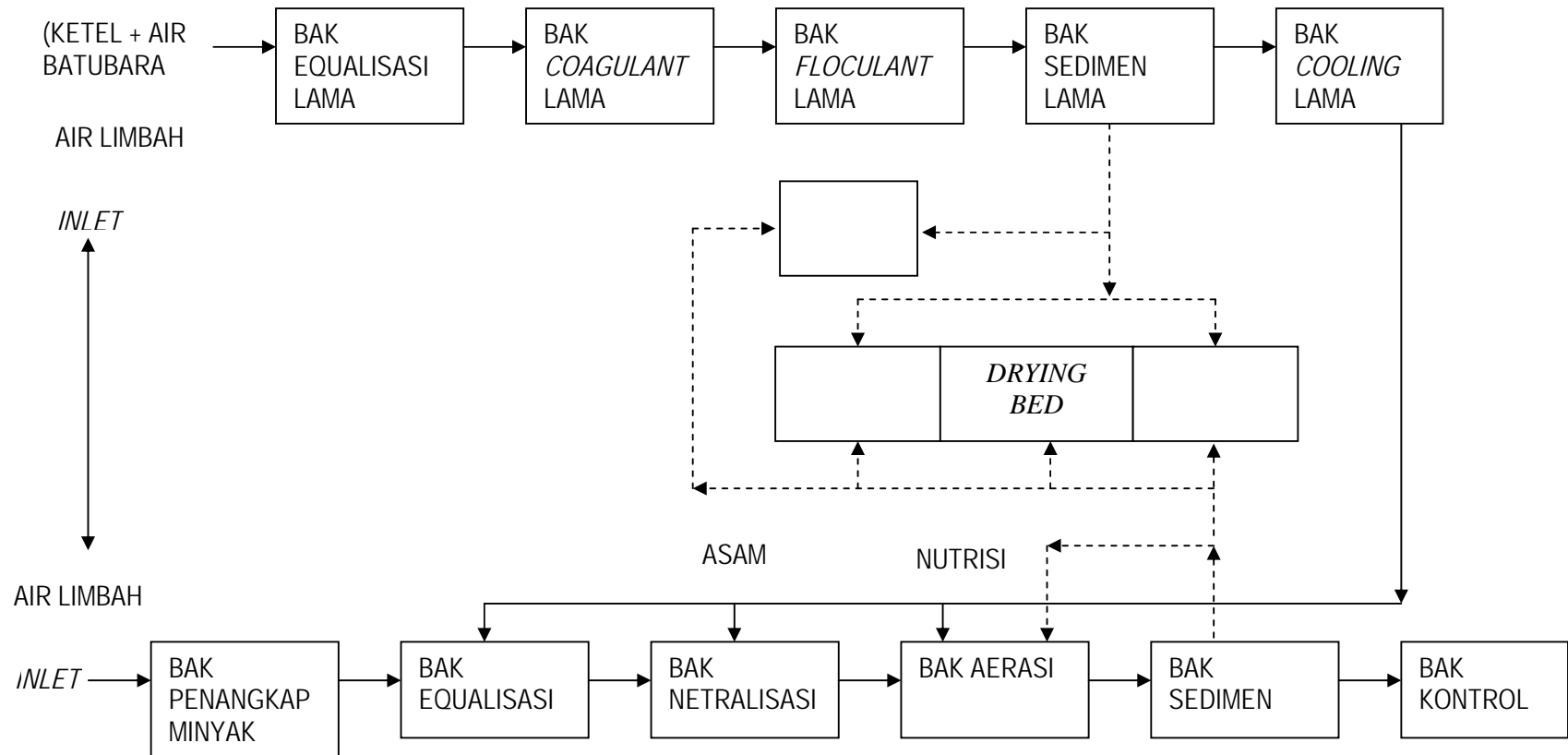
Air limbah dari proses produksi mengalir melalui saluran air limbah (terpisah dari air hujan) menuju bak kontrol sebelum masuk IPAL. Dari bak kontrol masuk ke bak equalisasi untuk limbah cair dari *cotton* dan rayon. Setelah air limbah menjadi homogen (seragam/ kemudian dialirkan/ dipompa ke bak proses untuk terjadinya proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi yang digunakan adalah ferosulfat dan kapur. Sedang flokulasi merupakan proses fisik karena disini akan terbentuk flok-flok yang akan mudah mengendap di bak sedimentasi. Air limbah yang sudah jernih dialirkan ke bak *cooling spray* agar pH dan suhu menjadi normal. Selanjutnya air dialirkan ke bak penampung dan kemudian dipompa ke bak filter untuk dilakukan penyaringan dan dialirkan ke lingkungan. Dengan sistem tersebut ternyata hasil pengolahan air limbah masih terdapat parameter-parameter yang diatas BMLC industri tekstil. Parameter tersebut antara lain : BOD, COD dan TSS. Hasil analisa air limbah diperlihatkan pada tabel 4.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang ada masih perlu disempurnakan. Hal ini disebabkan karena dengan sistem koagulasi kimia sebenarnya lebih cocok untuk mengolah cemaran-cemaran organik tersuspensi maupun koloid, sedang yang terlarut masih belum dapat diolah

dengan sistem koagulasi kimia. Untuk organik terlarut yang *biodegradable* lebih cocok diolah dengan sistem biologis.

Pada saat ini pabrik sudah menyempurnakan IPAL nya yaitu dengan sistem biologis lumpur aktif. Dan sedang dalam taraf uji coba. Untuk IPAL yang baru direncanakan dengan debit 320 m³/hari dan debit disain 360 m³/hari. Diagram alir proses pengolahan air limbah yang baru diperlihatkan pada gambar 9.

Air limbah dari *kier ketel* yaitu dari proses *desizing* dan *scouring* dicampur air *scrubber* batubara masuk pada bak equalisasi lama kemudian masuk bak koagulasi dengan fero sulfat dilanjutkan dengan flokulasi selanjutnya diendapkan lumpur dikeringkan dalam *drying bed* dan air limbah terolah masuk bak equalisasi baru. Air limbah dari pencucian *jigger*, *merserisasi*, *spanram*, *stenter*, rendaman, *mangle* masuk bak penangkap minyak kemudian masuk bak equalisasi baru dicampur dengan air limbah terolah dari *kier ketel* dan *scrubber* batubara, setelah itu masuk bak netralisasi dan dinetralkan dengan asam serta diberi nutrisi kemudian masuk bak aerasi (lumpur aktif). Disini akan terjadi pemecahan zat-zat organik oleh mikroba lumpur aktif. Selanjutnya diendapkan dalam bak pengendap, sebagian lumpur disirkulasi dan sebagian lagi dikeringkan dalam *drying bed*, selanjutnya air limbah terolah masuk bak kontrol dan diharapkan sudah memenuhi BMLC industri tekstil untuk dibuang ke lingkungan. Untuk lumpur biologi setelah dikeringkan dapat dibakar atau dimanfaatkan untuk pupuk. Hasil analisa air limbah IPAL yang baru disajikan pada tabel 5.



*Washing, Jigger,
Merzerise, spanram,
stenter, rendaman, Mangle*

Gambar 11. Diagram alir proses pengolahan air limbah PT. Damaitex yang baru.

Tabel 5. Hasil analisa air limbah IPAL baru PT. Damaitex dibanding dengan BMLC industri tekstil (*Sizing-desizing*, pengikisan-pemasakan, pemucatan, merserisasi).

PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA PEMANTAUAN			BMLC Industri Tekstil Perda Prop. Jateng No. 10 th. 2004 <i>Desizing- Scouring, Bleaching-Mercerisasi</i>	
		INF	EFFLUENT		Kadar maks mg/l	Beban maks. kg/ton produk
		Kualitas mg/l	Kualitas mg/l	Beban kg/ton		
I. FISIKA						
1. Suhu	°C	27,0	33,6		38	
2. Zat padat tersuspensi	mg/l	275	25	2,34	50	3,35
II. KIMIA						
1. BOD5	mg/l	265,3	17,33	1,622	60	4,02
2. COD	mg/l	692,2	72,37	6,77	150	10,05
3. Fenol total	mg/l	0,190	0,216	0,02	0,5	0,034
4. Krom total (Cr)	mg/l	< 0,03	< 0,03	-	1,0	-
5. Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,957	0,784	0,073	8,0	0,636
6. Sulfida (sbg.S)	mg/l	< 0,002	0,036	0,003	0,3	0,019
7. Minyak & lemak	mg/l	2,40	0,3	0,002	3,0	0,201
8. pH	-	11,38	7,55		6,0 - 9,0	
Debit limbah (pengukuran)		93,6 m ³ /ton produk tekstil			67 m ³ /ton produk tekstil	

Keterangan :

- Pengambilan contoh tanggal 15 – 4 – 2008 jam 11.30 WIB dan 11.45 WIB.
- Kapasitas produksi riel 5 ton/hari.
- Analisa laboratorium BBTPPI Semarang.
- Debit pengukuran 325 l/menit = 468 m³/hari.
 - o Analisa zat padat tersuspensi 25 mg/l.
 - o Beban zat padat tersuspensi = $25 \times 10^{-6} \text{kg} / 10^{-3} \text{m}^3 \times 468 \text{m}^3 / \text{hari}$
= $11700 \times 10^{-3} \text{kg} / \text{hari}$
 - o Beban zat padat tersuspensi / ton produk = $11700 / 5 \times 10^{-3} \text{kg} / \text{ton produk}$
= 2,34 kg/ton produk
- Parameter yang lain cara perhitungannya sama.

Dari hasil analisa air limbah terolah yang pengambilan contohnya dilaksanakan pada tanggal 15 April 2008 ternyata air limbah terolah ditinjau dari konsentrasi dan beban pada umumnya sudah memenuhi BMLC Perda Propinsi Jateng No. 10 tahun 2004 industri tekstil *sizing-desizing*, pengikisan-pemasakan, pemucatan, merserisasi kecuali untuk debit sudah melampaui dimana disyaratkan $67 \text{ m}^3/\text{ton}$ produk sedang berdasar pengukuran $93,6 \text{ m}^3/\text{ton}$.

Secara teoritis apabila dilihat dari perbandingan $\text{BOD}_5 : \text{COD} = 0,38$ pada *influent* yang nilainya $> 0,3$ maka air limbah dapat diolah secara biologis setelah dilakukan aklimitasi mikroba terlebih dahulu (Rao MM, 1979). Namun yang perlu diperhatikan karena debit air limbah sudah melampaui BMLC yang dipersyaratkan maka perusahaan harus melakukan upaya minimisasi air.

Tabel 6. Hasil analisa air limbah PT. Damaitex dibandingkan Baku Mutu Air.

PARAMETER	SATUAN	SUMUR AIR BAKU	<i>INFLUENT</i>	<i>EFFLUENT</i>	BAKU MUTU AIR BERDASAR KELAS PP 82 TAHUN 2001				SYARAT AIR BAKU PROSES TEKSTIL *)
		Jam 12.00	Jam 11.30	Jam 11.45	I	II	III	IV	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
I. FISIKA									
1. Suhu	°C	30,7	27,2	32,6	Dev. 3	Dev. 3	Dev. 3	Dev. 5	
2. Residu terlarut	mg/l	810	3440	2960	1000	1000	1000	1000	
3. Residu tersuspensi	mg/l	13	275	25	50	50	400	400	
4. Kekeruhan	MIU	0,70	10,35	0,93	-	-	-	-	0,3 – 25
5. Warna	PtCo	0,103	20,24	7,726	-	-	-	-	0 – 70
6. DHL	µs/cm	750	4660	4030	-	-	-	-	
II. KIMIA									
1. pH		6,91	11,38	7,55	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9	
2. Total Kesadahan CaCO ₃	mg/l	477,2	93,06	328,7	-	-	-	-	0 - 50
3. Alkalinitas	mg/l CaCO ₃	344,1	1943	721,5	-	-	-	-	
4. COD	mg/l	5,898	692,2	72,37	10	25	50	100	8
5. BOD ₅	mg/l	4,896	265,3	17,33	2	3	6	12	
6. DO	mg/l	7,18	0,12	3,34	6	4	3	0	
7. Total fosfat sbg P	mg/l	0,061	0,361	1,249	0,2	0,2	1	5	
8. Amoniak (N-NH ₃)	mg/l	0,115	0,957	0,784	0,5	-	-	-	
9. Khrom (Cr ⁺⁶)	mg/l	0,003	0,006	0,003	0,05	0,05	0,05	1	
10. Kadmium (Cd)	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	
11. Tembaga (Cu)	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02	0,02	0,02	0,2	
12. Besi (Fe)	mg/l	0,126	0,112	0,120	0,3	-	-	-	0,1 - 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.Timbal (Pb)	mg/l	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,03	0,03	0,03	1	
14.Mangan (Mn)	mg/l	0,224	< 0,010	0,171	0,1	-	-	-	0,05 - 1
15.Air raksa (Hg)	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	0,002	0,002	0,005	
16.Seng (Zn)	mg/l	0,477	0,064	0,148	0,05	0,05	0,05	2	
17.Klorida (Cl)	mg/l	117,4	426,1	275,1	600	-	-	-	100
18.Nitrit (N-NO ₂)	mg/l	0,002	0,790	1,923	0,06	0,06	0,06	-	
19.Nitrat (N-NO ₃)	mg/l	0,650	0,669	4,617	10	10	20	20	
20.Sulfat	mg/l	71,90	140,6	2263	400	-	-	-	100
21.Belerang sbg H ₂ S	mg/l	0,037	< 0,002	0,036	0,002	0,002	0,002	-	
II. KIMIA									
1. Minyak & lemak	µg/l	200	2400	300	1000	1000	1000	-	
2. Detergen sbg MBAS	µg/l	104	2442	166	200	200	200	-	
3. Phenol	µg/l	236	190	216	1	1	1	-	

Keterangan :

1. Pengambilan contoh tanggal 15 April 2008
2. *) : Sumber Water Quality Industrial Treatment Hand Book Of Public Water Supplies (The American Water Work's Association Inc.)
3. Analisa laboratorium BBT PPI Semarang.

Kelas I adalah air yang peruntukannya digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air sama dengan kegunaan diatas.

Kelas II adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana rekreasi air, pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air sama dengan kegunaan diatas.

Kelas III adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air dengan kegunaan diatas.

Kelas IV adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air sama dengan kegunaan diatas.

Apabila air limbah terolah dibandingkan dengan air baku sebelum diolah parameter yang sangat mengalami perubahan adalah residu terlarut, residu tersuspensi, kekeruhan warna, pH, alkalinitas, COD, BOD, minyak dan lemak, deterjen.

Dibandingkan dengan kriteria mutu air berdasarkan kelas dari PP. No. 82/2001 dari parameter air limbah yang dianalisa maka parameter yang telah melewati baku mutu adalah :

- Kelas I adalah residu terlarut, COD, BOD, DO, total fosfat, N-NH₃, N-NO₂, seng, sulfat dan phenol.
- Kelas II adalah residu terlarut, COD, BOD, DO, seng dan phenol.
- Kelas III adalah residu terlarut, COD, BOD, seng dan phenol.
- Kelas IV adalah residu terlarut dan BOD.

Apabila air limbah terolah dibandingkan dengan syarat air proses industri tekstil (Anonim, 1971) maka parameter yang telah melewati ambang batas adalah total kesadahan, COD, klorida dan sulfat.

Dari kenyataan tersebut, walaupun air limbah terolah sudah memenuhi baku mutu limbah cair industri tekstil namun apabila akan dimanfaatkan tentunya harus ada pengolahan lanjut.

4.3. Produksi Bersih

4.3.1. Upaya produksi bersih yang sudah dilakukan perusahaan

Dari hasil pengamatan sebenarnya sudah terlihat upaya perusahaan dalam penerapan produksi bersih antara lain :

- Daur ulang sebagian air pendingin mesin yaitu dari proses pendingin merserisasi didinginkan dalam menara pendingin dan digunakan kembali.
- *Recovery caustic soda*
Perusahaan sudah mempunyai mesin *recovery caustic soda* limbah merserisasi hanya saja pada saat ini mesin tersebut sudah tidak tidak dimanfaatkan dengan informasi mesin tersebut tidak ekonomis.
- Pakai ulang buangan pertama dari proses *bleaching cotton*.
- *Bleaching* rayon sudah menggunakan H_2O_2 yaitu bahan pemutih yang lebih ramah lingkungan dibandingkan kaporit.

Dalam proses penggelantangan ada berbagai senyawa kimia (oksidator) yang dapat digunakan yaitu klor aktif, kalsium hipoklorit, natrium hipoklorit dan hidrogen peroksida. Penggunaan hidrogen peroksida lebih ramah lingkungan karena akan terurai menjadi air dan oksigen.

4.3.2. Hambatan dalam penerapan produksi bersih di perusahaan

- **Komitmen manajemen puncak**

Penerapan produksi bersih di perusahaan akan berhasil apabila sudah ada komitmen manajemen puncak. Komitmen ini hendaknya dituangkan dalam kebijakan lingkungan perusahaan, dimana perusahaan menyatakan keuntungannya terhadap upaya pencegahan pencemaran (penerapan produksi bersih). Selanjutnya kebijakan tersebut dikomunikasikan kepada seluruh karyawan, sehingga mereka dalam bekerja berdasarkan pola produksi bersih. Pencegahan pencemaran dapat dimasukkan dalam perancangan dan pengembangan produk dan jasa baru dan juga dalam pengembangan proses terkait. Strategi semacam ini dapat membantu organisasi untuk mengkonversi sumber daya dan mengurangi limbah dan emisi yang terkait dengan produk dan jasa.

Sehubungan dengan penerapan produksi di PT.DamaiteX, salah satu hambatan yang dapat diamati adalah nampaknya belum ada komitmen dari manajemen puncak untuk penerapan produksi bersih tersebut. Yang dituangkan dalam bentuk kebijakan-kebijakan. Salah satu buktinya walaupun sudah mempunyai mesin *recovery caustic soda* namun mesin tersebut saat ini tidak dimanfaatkan dengan alasan tidak ekonomis.

Dengan adanya penelitian ini data yang diperoleh dapat dipertimbangkan sebagai masukan dalam memperoleh komitmen manajemen puncak terhadap penerapan produksi bersih di perusahaan. Pada saat ini perusahaan memang sudah membuat unit pengolahan air limbah yang cukup besar namun baru dalam taraf uji coba. Apabila IPAL ini nantinya dioperasikan secara optimal sehingga air limbah terolah memenuhi baku mutu limbah cair industri tekstil tentunya akan membutuhkan biaya operasional yang cukup besar. Pada saat ini perusahaan waktu

diwawancarai belum dapat menghitung berapa biaya pengoperasian IPAL tersebut. Dengan penerapan produksi bersih biaya pengoperasian ini tentunya dapat dikurangi.

- **Kemampuan sumber daya manusia**

Dalam penerapan produksi bersih tentunya juga dibutuhkan personil-personil yang kompeten untuk pelaksanaan produksi bersih tersebut. Personil yang ada di PT. Damaitex nampaknya masih kurang kemampuannya dalam penerapan produksi bersih. Namun dalam hal ini tidak akan menjadi masalah lagi apabila sudah ada komitmen manajemen puncak dalam penerapan produksi bersih. Organisasi dapat mengidentifikasi pengetahuan, pemahaman, ketrampilan atau kemampuan yang membuat personil kompeten untuk melaksanakan produksi bersih. Setelah dilakukan identifikasi sebaiknya dipastikan bahwa personil mempunyai kemampuan yang dipersyaratkan. Kalau dibutuhkan dapat dilakukan pendidikan tambahan, pelatihan, pengembangan ketrampilan tentang produksi bersih.

- **Struktur / tanggung jawab dan kewenangan**

- a). Struktur, tanggung jawab dan kewenangan dalam penerapan produksi bersih dalam perusahaan nampaknya juga tidak jelas. Dalam hal ini nantinya kalau perusahaan akan menerapkan produksi bersih sebaiknya manajemen puncak menetapkan satu atau perwakilan atau fungsi dengan kewenangan, kesadaran, kemampuan dan sumber daya yang memadai untuk :
- b). Memastikan perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan pelaksanaan produksi bersih.
- c). Memberikan laporan kepada manajemen puncak mengenai kinerja produksi bersih dan peluang-peluang untuk perbaikan.

4.3.3. Peluang-peluang produksi bersih

4.3.3.1. Peluang produksi bersih yang dapat dilakukan

- ***Rethink***

Pola pikir dari semua tingkat didalam perusahaan hendaknya dapat diubah sehingga menjadi pola pikir untuk melaksanakan produksi bersih. Sehubungan dengan hal tersebut tentunya manajemen puncak harus mempunyai komitmen untuk melaksanakan produksi bersih. Satu hal yang perlu dipahami bahwa unit pengolah air limbah yang saat ini sedang dalam taraf uji coba apabila nantinya beroperasi secara optimal dan dilaksanakan secara konsekuen sehingga air limbah terolah memenuhi BMLC industri tekstil, tentunya akan membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi sehingga mulai sekarang sudah seharusnya merubah pola pikir untuk melaksanakan produksi bersih sebelum pengolahan air limbah karena dapat menekan biaya pengolahan air limbah dalam sistim manajemen lingkungan yang mengikuti model manajemen Rencanakan-Lakukan-Periksa-Tindaki (Plan, Do, Chek, Act), dan proses terus berjalan untuk perbaikan berkelanjutan.

- **Reduksi langsung pada sumber dan pemanfaatan**

Hasil pengukuran air limbah di PT Damaitex diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 7. Hasil pengukuran masing-masing sumber air buangan PT. Damaitex, debit, suhu dan pH.

No	LOKASI	DEBIT				T °C			pH		
		1 *)	2 **)	Rata-rata		1 *)	2 **)	Rata-rata	1 *)	2 **)	Rata-rata
		l/menit	l/menit	l/menit	m ³ /hari	-	-	-	-	-	-
1.	Bakar Bulu 1	20	23,17	21,585	31,082	34,5	36,6	35,55	6,72	6,85	6,78
2.	2	27,91	28,57	28,24	40,67	32,2	35,8	34	6,76	6,81	6,78
3.	3	17,14	-	-	24,68	29,7	-	-	6,81	-	6,81
4.	Washing Kaporit	225	211,3	218,5	314,14	29,4	29,7	29,55	8,92	8,70	8,81
5.	Washing Ketel Kier	30	94,2	62,1	89,42	30,5	29,5	30	5,06	6,36	5,71
6.	Washing Mercerisasi	57,6	87,6	72,6	104,54	32,8	37,8	35,3	10,66	11,38	11,02
7.	Mangle	8,57	8,33	8,45	12,17	29,4	28,6	29	7,25	6,95	7,1
8.	Infuent Total	720	782	751	-	41	40,6	40,8	9,7	9,74	9,72
9.	Effl. ke lingkungan	300	325	312,5	450	32,2	32,6	32,4	7,66	7,55	7,6
10.	Effl. Batubara	180	129,2	154,6	222,62	43,5	43,9	-	6,56	6,68	6,62

Keterangan:

- 1*) : Pengukuran ke-1 pada tanggal 14 Maret 2008
- 2**) : Pengukuran ke-2 pada tanggal 15 April 2008
- Mangle = Kran rusak
- Proses bakar bulu lokasi 3 pada pengambilan 15 April 2008 tidak ada buangan, air limbah adalah air pendingin mesin sedang lokasi 3 ternyata kran yang lupa dimatikan.

Tabel 8. Hasil pengukuran debit (l/menit) *influent* dan *effluent* IPAL PT.DamaiteX pada bulan Maret 2008.

Lokasi	Hasil Analisa Debit (l/detik) Maret 2008, Tanggal :								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>Influen</i>	771,43	833,44	849,83	778,34	790,24	536,65	547,099	604,19	607,02
<i>Effluent</i>	491,84	467,02	452,36	492,77	394,12	398,76	385,71	260,24	372,94

Keterangan :

- Rata-rata Influen = 702,03 l/menit (masuk bak equalisasi).
- *Effluent* rata-rata = 412,86 l/menit
= $412,86 \times 60 \times 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari} = 594,52 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- Basis produksi = 5 ton/hari.
- Debit maksimum = $5 \times (100-26-7) \text{ m}^3/\text{hari} = 335 \text{ m}^3/\text{hari}$.
(BMLC Industri Tekstil *Desizing – Scouring – Bleaching – Mercerisasi*)
- Pengukuran sendiri 2 x, yaitu tgl 14 Maret 2008 & 15 April 2008.
- Debit rata-rata = $300 + 325 \text{ l/menit} = 312,5 \text{ l/menit}$
= $312,5 \times 10^{-3} \times 60 \times 24 \text{ m}^3/\text{hari}$
= $450 \text{ m}^3/\text{hari}$

Baik dari hasil pengukuran sendiri maupun rata-rata hasil pengukuran PT DamaiteX dibanding dengan debit maksimum BMLC ternyata belum memenuhi Baku Mutu yang disyaratkan. Dengan demikian perlu dilakukan upaya minimisasi air.

1) Pemanfaatan kembali air pendingin mesin pada proses *Singeing*.

Ada aliran air bersih secara terus menerus selama 24 jam. Pada pengambilan tanggal 15 April 2008 pada lokasi 3 sudah tidak ada aliran air dari informasi perusahaan disebutkan lokasi 3 kran lupa dimatikan (pada pemantauan 14 Maret 2008). Lokasi 1 & 2 adalah air pendingin mesin, merupakan air bersih maka sebaiknya dapat dimanfaatkan lagi.

$$\text{Debit} = (21,585 + 28,24) \times 60 \times 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari} = 71,748 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Air buangan pendingin mesin *singeing* ditampung dan selanjutnya dapat dimanfaatkan karena relatif masih bersih.

- 2) Pemanfaatan air limbah terolah untuk menyerap gas buang pembakaran batubara.

$$\begin{aligned} \text{Dua kali pemantauan debit rata-rata} &= 154,6 \text{ l/menit} \\ &= 154,6 \times 60 \times 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari} = 222,624 \text{ m}^3/\text{hari} . \end{aligned}$$

Sedang hasil pengukuran perusahaan disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengukuran debit air limbah penyerap gas buang pembakaran batubara dari pengukuran perusahaan April 2008

Lokasi	Hasil Analisa Debit (l/detik) April 2008, Tanggal :					
	11	12	13	14	15	Rata-rata
Air limbah penyerap gas buang pembakaran batubara	2,76	2,6	2,73	2,75	2,7	2,708

$$\begin{aligned} \text{Debit rata-rata} &= 2,708 \text{ l/detik} = 2,708 \times 60 \text{ l/menit} \\ &= 162,48 \text{ l/menit} \\ &= 162,48 \times 60 \times 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 233,9712 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata} = (233,9712 + 222,624)/2 \text{ m}^3/\text{hari} = 228,30 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Semula diambil dari air sumur dapat diambihkan dari air limbah terolah.

- 3) Pemanfaatan limbah terolah kondensat untuk umpan *boiler*.

Mesin-mesin yang mengeluarkan kondensat antara lain :

- *Mercerising*
- *Calendar*
- *Spanram*
- *Mangle*

Kecepatan uap 10 ton/jam (Sumber informasi PT DamaiteX) PT Primatexco 10% umpan *boiler* dapat disupply dari

kondensat, sedang PT APAC 60% umpan *boiler* dapat disuplay dari *condensate* (Ardi, 2007). Efisiensi *boiler* 85%.

Kebutuhan *raw water* = $100/85 \times 10 \text{ ton/jam} = 11,76 \text{ ton/jam}$.

Kebutuhan *raw water* perhari = $11,76 \times 24 \text{ m}^3/\text{hari} = 282,24 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Kondensat dikumpulkan di tempat proses selanjutnya dipompa dengan pompa tahan panas ke tangki umpan *boiler* diperkirakan dapat menyuplai 20% umpan *boiler* = $56,5 \text{ m}^3/\text{hari}$.

4) Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda*.

Air limbah sisa larutan merserisasi dan pencuciannya masih mengandung NaOH sekitar 5° Be kalau dibuang dan dicampurkan dengan air limbah proses lainnya maka akan mengakibatkan pH air limbah menjadi tinggi sekitar ± 12 tapi kalau dipekatkan dalam evaporator akan diperoleh larutan 28° Be yang dapat langsung dipakai (Anonim, 1995).

Pada saat penelitian di perusahaan ternyata sebenarnya perusahaan sudah memiliki mesin *recovery caustic soda* namun tidak dimanfaatkan dengan alasan bahwa boros bahan bakar sehingga tidak ekonomis. Namun setelah dikaji lebih lanjut ternyata perusahaan menginformasikan bahwa perolehan NaOH tidak sebanding dengan batubara yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin *recovery caustic soda*.

Dalam rangka minimisasi beban cemaran ke lingkungan maka seharusnya mesin ini dioperasikan kembali karena dalam hal ini perusahaan belum mempertimbangkan apabila air limbah diolah sampai memenuhi baku mutu maka dibutuhkan H_2SO_4 yang biayanya cukup tinggi. Mengenai analisa ekonomi dan lingkungan untuk pengoperasi kembali mesin *recovery caustic soda* akan dibahas tersendiri.

Proses *scouring* bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang merupakan kotoran dan terdapat pada serat. Dengan pemasakan maka lemak, lilin, minyak, kotoran-kotoran yang menempel pada serat dan kotoran-kotoran yang larut dalam air akan hilang.

Pemasakan serat alam banyak dilakukan dengan menggunakan alkali seperti NaOH, Na₂CO₃ dan lain-lain. PT.Damaitex untuk *scouring cotton* menggunakan NaOH, Na₂CO₃ dan asam hidrosulfit.

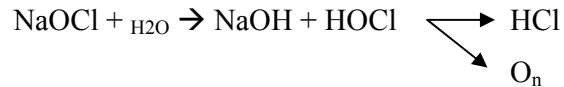
Pada proses pemasakan akan terjadi proses penghilangan kotoran dan dirubah menjadi sabun yang larut dalam air.



Tujuan proses penggelantangan adalah untuk menghilangkan pigmen-pigmen alam yang ada dalam serat, sehingga warna bahan menjadi putih. Pigmen-pigmen alam yang belum hilang sewaktu proses pemasakan dan merupakan senyawa organik yang mempunyai ikatan rangkap dan dapat direduksi menjadi senyawa-senyawa yang mempunyai ikatan tunggal sehingga menjadi tidak berwarna.

Dengan adanya zat penggelantang maka ikatan rangkap tersebut dioksidasi ataupun direduksi dan terpecah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mempunyai ikatan tunggal yang tidak berwarna. Hasil proses penggelantangan adalah perubahan warna bahan dari kekuning-kuningan menjadi putih.

Untuk penggelantangan kain *cotton* PT Damaitex menggunakan Na hipoklorit, sabun dan soda abu. Sifat yang terpenting dari garam-garam hipoklorit adalah dapat terhidrolisa oleh air.



Dari pustaka (Anonim, 1999) disebutkan bahwa air cucian *bleaching* dapat digunakan untuk proses *desizing-scouring* dengan catatan tentunya tidak dilakukan proses *recovery* kanji. Hal ini dimungkinkan karena dalam air limbah cucian *bleaching* tersebut selain air tentunya juga mengandung NaOH, Na₂CO₃ dan O_n yang dapat digunakan untuk menghilangkan kanji maupun untuk proses *scouring* dengan reaksi seperti yang telah diuraikan.

Air limbah cucian *bleaching* ditampung dan dimanfaatkan untuk *desizing scouring*. Dari hasil dua kali pengukuran air limbah cucian kaporit rata-rata adalah 218,15 l/menit. Untuk air limbah proses *bleaching* saat ini sudah dilakukan daur ulang oleh perusahaan.

7) Peningkatan penerapan ketatarumahtangaan yang baik (*Good Housekeeping*)

Dengan menerapkan ketatarumahtangaan yang baik (*Good Housekeeping*) yaitu upaya-upaya produksi bersih berupa tindakan sederhana untuk mengurangi pemakaian air, energi dan bahan kimia maka akan diperoleh manfaat seperti penghematan biaya, kinerja lingkungan hidup yang lebih baik dan penyempurnaan organisasi. Upaya yang dapat dilakukan antara lain :

- Menghemat air, energi dan bahan kimia pada semua unit.
- Pada proses *Mangle* ada kran rusak sebaiknya diperbaiki. Pada saat pengukuran debit rata-rata = 8,45 l/menit = 12,168 m³/hari. Karena kran rusak maka air mengalir terus menerus.
- Penimbangan yang baik bahan kimia pada penyiapan resep.

-
- Menghidupkan peralatan jika diperlukan.
 - Segera mematikan kran-kran air apabila tidak digunakan.
 - Mengukur dan mencatat pemakaian air, energi dan bahan kimia.
 - Pemasangan alat ukur pada lokasi tertentu dalam pipa air seperti pada proses *merisering*, *washing* sehingga pemakaian air dapat terkontrol.
 - Pemasangan alat penghentian pemakaian air.
 - Pemasangan alat pembilasan otomatis.
 - Kalau memungkinkan menggunakan secara konsisten prinsip *counter current* dalam pencucian.
 - Peningkatan kebersihan pabrik
 - Mengumpulkan bahan-bahan yang tercecer dalam bentuk padat, agar tidak ikut terbawa air.
 - Secara rutin membersihkan saluran-saluran.
 - Tidak mencuci drum bekas apabila akan digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang sama.
 - Meningkatkan perawatan pabrik meliputi perawatan alat, mesin dan tempat penyimpanan.
 - Perawatan dapat dilaksanakan secara rutin (bulanan, tahunan) maupun secara insidental yaitu perawatan atau perbaikan apabila terjadi kerusakan.
 - Kebersihan yang baik dapat mengurangi 5 – 10% beban cemaran ke lingkungan (Anonim, 1995).

4.3.3.2. Analisa ekonomi dan lingkungan

- 1) Pemanfaatan kembali air pendingin mesin pada proses *singing*.
Debit = 71,748 m³/hari berupa air pendingin mesin yang masih bersih. Secara ekonomis menguntungkan karena menghemat sumber daya air.

$$\begin{aligned} \text{Tarip air per m}^3 &= \text{Rp. 193,- (PT. DamaiteX)} \\ \text{Penghematan sumber daya air} \\ \text{Biaya perhari} &= 71,748 \times \text{Rp 193,-} = \text{Rp 13.847,364.} \\ \text{Pertahun} &= 300 \times \text{Rp 13.847,364} = \text{Rp 4.154.209,2} \end{aligned}$$

Dari aspek lingkungan juga menguntungkan ditinjau dari konservasi sumber daya air. Air pendingin ditampung dan selanjutnya dibawa ke tempat yang membutuhkan.

Biaya Investasi

$$\text{Bak penampung dan pompa air} = \text{Rp 4.094.122,-}$$

Return on investment

$$= \text{Rp 4.094.122} : \text{Rp 4.154.209,2} = 0,98 \text{ tahun}$$

Untuk air pendingin mesin yang lain (misal merserisasi) sudah *direcycle*.

- 2) Pemanfaatan air limbah terolah untuk menyerap gas buang ketel batubara.

Debit rata-rata air *scrubber* batubara.

$$\text{Debit air limbah } \textit{scrubber} \text{ batubara} = 228,30 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kalau terikut ke udara 15%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air } \textit{scrubber} \text{ batubara} &= 100/85 \times 228,30 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 270 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Tarip air per m}^3 = \text{Rp. 193,-}$$

Penghematan sumber daya air

$$\text{Biaya perhari} = 270 \times \text{Rp 193,-} = \text{Rp 52.110,-}$$

$$\text{Pertahun} = 300 \times \text{Rp 52.110,-} = \text{Rp 15.633.000,-}$$

Biaya Investasi

$$\text{Pompa dan instalasi pipa} = \text{Rp 2.850.000,-}$$

$$\textit{Return on investment} = \text{Rp 2.850.000} : \text{Rp 15.633.000}$$

$$= 0,18 \text{ tahun}$$

Dari aspek lingkungan, keuntungannya :

- Konservasi sumber daya air 270 m³/hari yang semula diambil dari air sumur.
- Pengurangan beban cemaran ke lingkungan
 - BOD = 60 mg/l
 - TSS = 50 mg/l
 - COD = 150 mg/l

Beban COD = $270 \times 150 \times 10^{-6} \text{ kg/10}^{-3}\text{hari} = 40,5 \text{ kg/hari}$.

Parameter yang lain perhitungannya sama (parameter BMLC industri tekstil *fnishing bleaching*)

3) Pemanfaatan kembali kondensat untuk umpan *boiler*.

Mesin-mesin yang mengeluarkan kondensat antara lain :

- *Merserising*
- *Calendering*
- *Span ram*
- *Mangle*

Kebutuhan *raw water* untuk umpan ketel = 282,24 m³/hari

Kalau 20% dapat disuplai dari kondensat = 56,5 m³/hari.

Kondensat ditampung ditempat proses selanjutnya dengan pompa tahanan panas dipompa untuk umpan *boiler*.

- Biaya penghematan sumber daya air

Tarif air per m³ = Rp. 193,-

Penghematan biaya air untuk umpan *boiler*

Biaya perhari = $56,5 \times \text{Rp } 193,- = \text{Rp } 10.904,5$

Pertahun = $300 \times \text{Rp } 10.904,5 = \text{Rp } 3.271.350,-$

- Biaya pelunakan air

Pelunakan air dengan *ion exchanger* yang diregenarasi dengan garam dapur tiap hari 200 kg garam. (PT. Damaitex)

= $200 \times \text{Rp } 300,- = \text{Rp } 60.000,-$

Penghematan perhari = 20% x Rp 60.000,- = Rp 12.000,-
 Penghematan biaya pelunakan (regenerasi) pertahun
 = 300 x Rp 12.000,- = Rp 3.600.000,-

- Penghematan biaya batubara

Nilai kalori batubara 5218 kkal/kg (sumber Spec batubara PT. DamaiteX).

$$C_p \text{ air} = 1 \text{ gcal/g } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu air} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Suhu kondensat setelah dipompa = 60 $^\circ\text{C}$

Penghematan panas perhari

$$= mC_p\sigma T$$

$$= 56,5 \times 106/103 \times 1 \times (60-28) \text{ kcal}$$

$$= 1.808.000 \text{ kcal}$$

Penghematan batubara perhari

$$= 1.808.000 / 5218 = 346,49 \text{ kg.}$$

Penghematan biaya batubara perhari

$$= 346,49 \times \text{Rp } 40.000,- = \text{Rp } 138.596,-$$

Penghematan biaya batubara pertahun

$$= 300 \times \text{Rp } 138.596,- = \text{Rp } 41.578.800,-$$

Penghematan biaya pertahun total

$$= \text{Rp } 3.271.350,- + \text{Rp } 3.600.000,- + \text{Rp } 41.578.800,-$$

$$= \text{Rp } 48.450.150,-$$

Investasi yang dibutuhkan

$$\text{Bak penampung air} = \text{Rp } 12.863.448,443$$

$$\text{Pompa tahan panas} = \underline{\text{Rp } 15.000.000,-}$$

$$\text{Rp } 27.863.448,443$$

Return on investment

$$= \text{Rp } 27.863.448,443 : \text{Rp } 48.450.150,-$$

$$= 0,575 \text{ tahun} = 7 \text{ bulan.}$$

Keuntungan :

- Aspek ekonomis
 - Penghematan biaya pengolahan air boiler.
 - Penghematan batubara.
 - Penghematan sumber daya air.
- Aspek lingkungan
 - Polusi udara dari penghematan atau pembakaran batubara 346,49kg perhari.
 - Pembuangan kondensat dengan suhu 100 °C sejumlah 56,5m³/hari.
 - Konservasi sumber daya air.

4) Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda*

Tabel 10. Perbandingan pemakaian batubara dan *caustic soda* (Sumber PT.DamaiteX), Uji coba.

Sebelum Pakai Evaporator			Sebelum Pakai Evaporator		
Tanggal	<i>Caustic soda</i> (kg)	Batubara (kg)	Tanggal	<i>Caustic soda</i> (kg)	<i>Batubara</i> (kg)
20 Sept 07	2.228	9.680	24 Sept 07	4.423	8.272
21 Sept 07	1.719	7.216	26 Sept 07	3.637	8.663
22 Sept 07	1.719	7.304	27 Sept 07	808	7.590
23 Sept 07	1.818	6.248	28 Sept 07	1.922	8.668
29 Sept 07	2.473	7.508	1 Okt 07	2.852	10.712
30 Sept 07	1.620	6.250	3 Okt 07	1.924	7.013
2 Okt 07	2.222	4.769	4 Okt 07	1.620	7.293
5 Okt 07	3.294	5.236	22 Okt 07	1.114	9.435
6 Okt 07	606	8.041	23 Okt 07	4.244	10.957
7 Okt 07	4.049	6.639	25 Okt 07	1.924	9.425
21 Okt 07	4.961	5.643	26 Okt 07	1.409	3.020
Total	26.709	74.532	21 Okt 07	25.877	90.547
<i>Rata-rata/ hari</i>	2.428	6.776		2.352	8.231

Keterangan : Operasi ± 16 jam /hari.

Menurut perhitungan perusahaan :

- Penurunan pemakaian *caustic* cair perhari
= $2.428 - 2.352 \text{ kg} = 76 \text{ kg}$
- Peningkatan kebutuhan batubara perhari
= $8.231 - 6.776 \text{ kg} = 1.455 \text{ kg}$
- Harga *caustic* soda cair = Rp 2009,5/kg
- Harga batubara = Rp 400,-/kg
- Penurunan *caustic* per hari = $76 \times 2009,5 = \text{Rp } 152.722,-$
- Peningkatan pemakaian batubara perhari
= $1.455 \times 400 = \text{Rp } 582.000,-$

Dengan dasar ini perusahaan memandang tidak ekonomis sehingga tidak dipakai.

Perhitungan kembali

Dari SOP mesin *recovery caustic* setelah stabil kecepatan air limbah masuk evaporator 2000 l/jam – 2500 l/jam.

Kecepatan *caustic* keluar *evaporator* = 500 – 1000 l/jam, 20⁰ Be

Kecepatan uap dan kondensat = 1500 l/jam

Kecepatan kondensat = 900 l/jam (kalau akan dimanfaatkan untuk umpan boiler sebaiknya dicek dulu)

Kecepatan uap= 600 l/jam

Perhitungan yang diperoleh

- Seandainya produk *caustic* diambil 500 l/jam
1 hari pengambilan *caustic* 8 jam, 1 th = 200 hari (informasi PT.Damaitex)
Perolehan *caustic* pertahun = $500 \times 8 \times 200 \text{ l} = 800.000 \text{ l}$.
Harga *caustic* 48⁰Be = Rp 2009,5 /l
Perolehan *caustic* perhari = $20/48 \times \text{Rp } 2009,5 \times 500 \times 8$
= Rp 3.349.166,6
Perolehan *caustic* pertahun = $200 \times \text{Rp } 3.349.166,6$
= Rp 669.833.200,-

- Penghematan biaya H_2SO_4
Kecepatan air limbah merserisasi masuk evaporator 2000 l/jam
Kebutuhan asam untuk limbah merserisasi asli 1 l air limbah merserisasi asli pH 14 membutuhkan H_2SO_4 sebanyak 14,7 ml untuk netralisir.
Penurunan biaya asam untuk netralisasi air limbah
 $= 14,7/1000 \times 2000 \times Rp\ 4200/\text{jam} = Rp\ 123.480,-/\text{jam}$
Air limbah berkurang dari $4,356\ m^3/\text{jam}$ menjadi $(4,356 - 2)\ m^3/\text{jam} = 2,356\ m^3/\text{jam} = 2,356 \times 16\ m^3/\text{hari}$
 $= 37,696\ m^3/\text{hari}.$

- Kebutuhan batubara = 1.455 kg/hari (lihat tabel 11)
Kerugian untuk biaya batubara perjam = $1455/16 \times Rp\ 400$
 $= Rp\ 36.35,-$

- Biaya perawatan = Ro 1.000.000,-/bulan
 $= Rp\ 12.000.000,- / \text{tahun}.$
- Biaya tenaga 3 orang = $3 \times Rp\ 650.000,- / \text{bulan}$
 $= Rp\ 1.950.000,-/\text{bulan}$
 $= 12 \times Rp\ 1.950.000,-$
 $= Rp\ 23.400.000,- / \text{tahun}$

Biaya pengeluaran untuk batubara, perawatan dan tenaga perjam
 $= Rp\ 36.375 + (Rp\ 12.000.000 + Rp\ 23.400.000)/(12 \times 28 \times 16)$
 $= Rp\ 36.375 + Rp\ 6.584,82 = Rp\ 42.959,8/\text{jam}$

Rekapitulasi pertahun

- Pendapatan NaOH = Rp 669.833.200,-
- Penghematan $H_2SO_4 = 16 \times 300 \times Rp\ 123.480,- = Rp\ 395.136.000,-$
- Peningkatan kebutuhan batubara + tenaga + perawatan
 $= Rp\ 42.959,8 \times 16 \times 200 = Rp\ 137.471.360$

- Penghematan tiap tahun
 = Rp 669.833.200 + Rp 395.136.600 – Rp 137.471.360
 = Rp 927.498.500,-

Investasi mesin *caustic* soda = Rp 500.000.000,-

Return on investment = $500.000.000 : 927.498.500 = 0,539$
 tahun

Keuntungan dari aspek lingkungan :

Penurunan beban cemaran air limbah merserisasi $2 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $32 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan suhu $(32,8^\circ\text{C} + 37,8^\circ\text{C})/2 = 35,3^\circ\text{C}$ dan pH $= (10,66 + 11,38)/2 = 11,02$.

Debit maksimum limbah menurut baku mutu $15 \text{ m}^3/\text{ton}$ produk.

Untuk kapasitas $5 \text{ ton}/\text{hari}$, debit maksimum = $75 \text{ m}^3/\text{hari} = 3,125 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kalau tanpa *recovery*, debit merserisasi = $4,356 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Sedangkan bila mesin *recovery* dijalankan debit menjadi $2,356 \text{ m}^3/\text{jam}$

Jadi memenuhi baku mutu.

5) Pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* untuk *desizing* *scouring*

Air limbah cucian *bleaching* rata-rata = $218,15 \text{ l}/\text{menit}$

Lama pencucian tiap masak 4 jam , $1 \text{ hari } 2 \text{ x}$ pencucian

Debit buangan pencucian *bleaching* = $(2 \times 218,15 \times 60 \times 4) / 1000 \text{ m}^3/\text{hari} = 104,712 \text{ m}^3/\text{hari}$

Air limbah cucian *bleaching* ditampung dan dimanfaatkan untuk cucian *desizing-scouring* = $62,1 \text{ l}/\text{menit}$.

Dua x pencucian/hari = $(62,1 \times 60 \times 4 \times 2) / 1000 \text{ m}^3/\text{hari}$
 = $29,808 \text{ m}^3/\text{hari}$

Debit *bleaching* menjadi $(104,712 - 29,808) \text{ m}^3/\text{hari}$
 = $74,83 \text{ m}^3/\text{hari}$

Baku Mutu air limbah cucian *bleaching* = $18 \text{ m}^3/\text{ton}$ produk

Debit maksimum cucian *bleaching* dengan kapasitas produk 5 ton/hari

$$= 18 \times 5 \text{ m}^3/\text{hari} = 90 \text{ m}^3/\text{hari}.$$

Jadi setelah cucian *bleaching* dimanfaatkan untuk *desizing-scouring*, maka baku mutu debit maksimum cucian *bleaching* dapat terpenuhi.

Biaya penghematan air sumur pertahun

$$= 29,808 \times 300 \times \text{Rp } 193 = \text{Rp } 1.725.883,2$$

Investasi bak penampung dan pompa = Rp 16.083.474,64

$$\begin{aligned} \text{Return on investment} &= \text{Rp } 16.083.474,64 : 1.725.883,2 \\ &= 9,3 \text{ tahun.} \end{aligned}$$

Keuntungan ekonomi :

- Biaya penghematan air sumur = Rp 1.725.883,2 per tahun

Keuntungan aspek lingkungan :

- Konservasi sumber daya air sumur sejumlah = 29,808 m³/hari.
- Penurunan beban cemaran air limbah *bleaching* ke IPAL sejumlah 99,808m³/hari.

6) Penerapan *Good Housekeeping*

Good Housekeeping berkaitan dengan sejumlah langkah praktis berdasar akal sehat yang dapat dilaksanakan perusahaan untuk meningkatkan operasional mereka dan penyempurnaan prosedur organisasional dan keselamatan kerja.

Tiga manfaat yang dapat diperoleh :

- Penghematan biaya
- Kinerja lingkungan lebih baik.
- Penyempurnaan organisasional

Dari pengambilan terhadap 53 perusahaan yang telah mempraktekkan *Good Housekeeping* diperoleh keuntungan

dari aspek lingkungan dan ekonomi sebagai berikut (Anonim 2007, Kisah Sukses Penerapan Produksi Bersih)

- 45% perusahaan telah menyadari keuntungan ekonomi. Total perkiraan penghematan biaya dan keuntungan tambahan dari 16 perusahaan yang menerapkan *Good Housekeeping* adalah 5,8 juta US \$.
- Pengurangan dampak lingkungan dalam proses produksi 57% perusahaan telah mengurangi dampak lingkungan 75% dari konsumsi bahan mentah, konsumsi bahan kimia dan pembantu, konsumsi air, konsumsi energi.
- Pengurangan dampak lingkungan pada cerobong / ujung pipa 43 % perusahaan berusaha mengurangi dampak dengan hasil pengurangan 5% dari beban / konsentrasi B3 dalam limbah, kuantitas limbah padat, dan kuantitas limbah berbahaya.

Dengan menerapkan kebersihan pabrik maka pencemaran dapat dikurangi 5 – 6 % (Anonim, 1995).

Contoh yang dapat dihitung sementara di PT. Damaitex.

- Penggantian kran rusak pada proses *Mangle* (12,168 m³/hari).
Biaya air sumur dapat dihemat pertahun
= 12,168 x Rp 193 x 300 = Rp 704.527,2.
- Kelupaan matematika kran air bersih pada proses *Singeing*.
= 17,14 liter/menit = (17,14 x 60 x 24)/1000
= 24,682 m³/hari.
- Biaya penghematan sumber daya air setahun = 24,682 x Rp 193 x 300 = Rp 1.429.087,8
- Biaya pengeluaran :
 1. Sosialisasi *Good Housekeeping*
 2. Pembeliann *flowmeter* untuk dipasang misal di *effluent* IPAL, Merserisasi, dll.

4.3.3.3. Penerapan produksi bersih di perusahaan

Berkaitan dengan penerapan produksi bersih di perusahaan, kalau PT Damaitec berniat untuk menerapkan produksi bersih maka tahapan penerapan meliputi perencanaan dan organisasi, kajian dan identifikasi peluang, analisa kelayakan dan pemantauan prioritas, pemantauan dan evaluasi dilanjutkan dengan perbaikan berkelanjutan. Langkah-langkah yang dapat ditempuh adalah sebagai berikut :

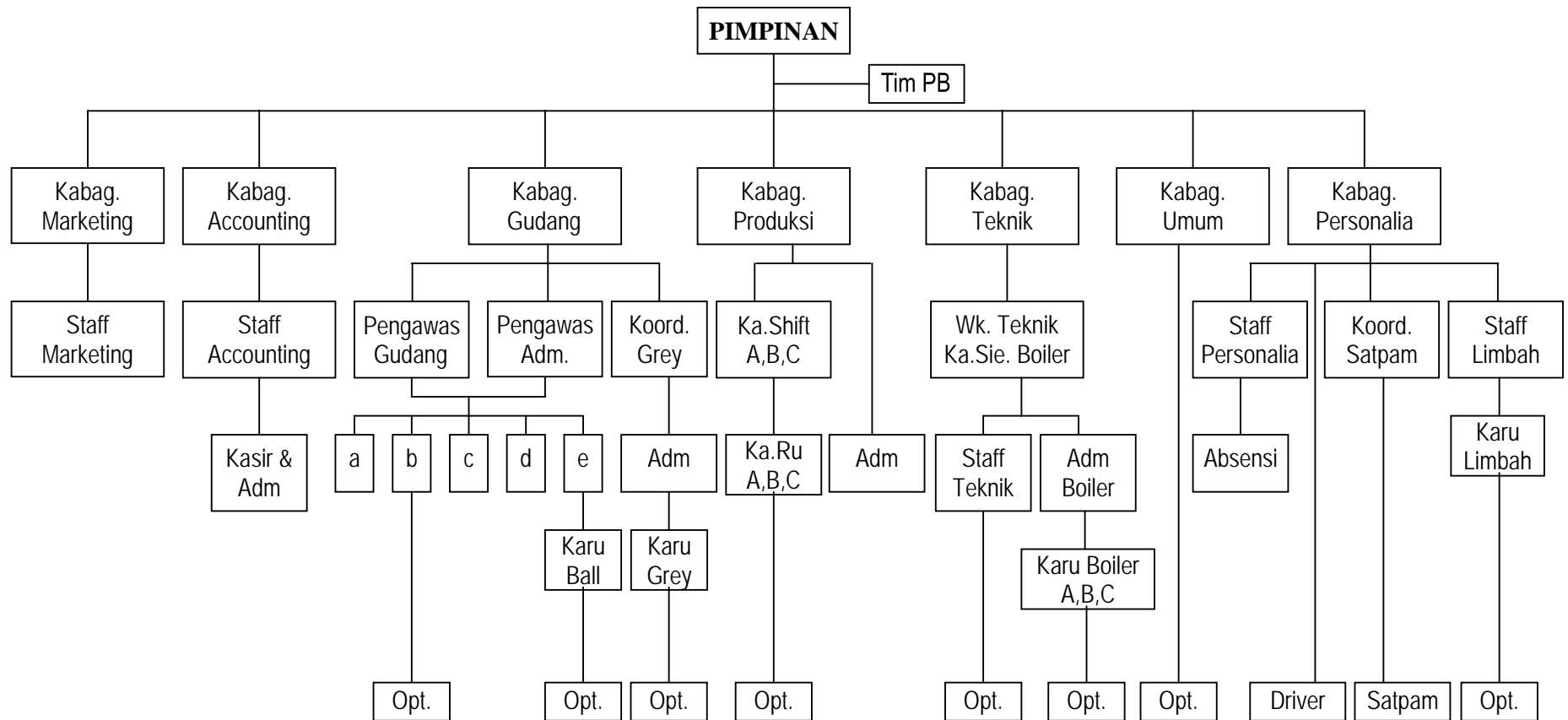
- Tunjuk wakil manajemen dengan tanggung jawab dan wewenang yang ditentukan untuk penerapan produksi bersih tersebut.

Wakil manajemen tersebut mempunyai kewenangan, kesadaran, kemampuan dan sumber daya yang memadai untuk :

- a. Memastikan penyusunan, pelaksanaan dan pemeliharaan pelaksanaan produksi bersih pada semua tingkat organisasi.
- b. Memberikan laporan kepada manajemen puncak mengenai kinerja penerapan produksi bersih dan peluang-peluang untuk perbaikan.

Selanjutnya wakil manajemen membentuk tim untuk mempersiapkan penerapan produksi bersih di PT.Damaitec dengan wakil manajemen sebagai wakil koordinator. Wakil manajemen harus dapat akses langsung ke manajemen puncak. Tim harus dapat mewakili semua bagian dalam proses produksi baik dari bagian pabrik maupun bagian administrasi.

Struktur yang ada pada saat ini di PT.Damaitec Semarang adalah seperti disajikan pada gambar 10.



Gambar 12. Struktur organisasi PT DamaiteX - Semarang

-
- Tesis hasil penelitian peluang-peluang produksi bersih ini merupakan data awal yang dapat dipakai oleh tim sebagai data dasar peluang-peluang produksi bersih yang berkaitan dengan masalah pencemaran air yang dapat dilaksanakan di PT Damaitex.

Tim mengkaji, mengevaluasi serta memahami hasil penelitian peluang-peluang produksi bersih, selanjutnya buat rencana dan presentasikan kepada manajemen puncak.

Perlihatkan bahwa apabila perusahaan menerapkan produksi bersih maka akan diperoleh keuntungan baik dari aspek lingkungan maupun secara ekonomi. Hal ini dilaksanakan dalam rangka memperoleh komitmen manajemen puncak untuk menerapkan produksi bersih di PT Damaitex.

- Buatlah analisa kelayakan dan penentuan prioritas peluang produksi bersih yang mana akan diterapkan terlebih dahulu. Peluang dapat dipilih berdasarkan urutan kebutuhan biaya yaitu tanpa biaya, biaya rendah dan biaya tinggi dan juga berdasarkan kepentingan sebagai contoh misalnya :

- * Pemanfaatan air limbah terolah untuk mengganti air sumur penyerap gas buang ketel batubara. Aspek keuntungan lingkungan beban cemar debit maksimum air limbah terolah akan memenuhi Baku Mutu.

- * Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda*. Hal ini menjadi prioritas karena perusahaan sudah mempunyai mesin tersebut.

- * Peningkatan penerapan ketatarumahtangaan yang baik.

-
- * Pemanfaatan air pendingin mesin *singeing* yang masih bersih.
 - * Pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* untuk *desizing-scouring*.
 - * Pemanfaatan kondensat merserisasi, calender, *span ram*, *mangle* untuk umpan ketel.
- Buat perencanaan dan waktu perencanaan secara konkret dan rencana tindakan yang dilakukan dari masing-masing prioritas. Tentukan penanggung jawab program pelaksanaan dan alokasi sumber daya yang diperlukan. Identifikasi juga pelatihan-pelatihan yang dibutuhkan.
- Mintakan persetujuan dari manajemen Puncak supaya program tersebut dapat dilaksanakan.
- Selanjutnya tentukan sasaran dari program-program tersebut, sosialisasikan pada karyawan dan dilaksanakan. Tekankan pada karyawan bahwa produksi bersih adalah sebagian pekerjaan, dorong inisiatif karyawan sebagai umpan balik pelaksanaan.
- Secara periodik laksanakan evaluasi pelaksanaan program dengan penanggung jawab kegiatan. Sebagai tolok ukur adalah hasil penelitian peluang-peluang produksi bersih yang sudah dikaji oleh tim dan sasaran sasaran yang sudah ditentukan. Apabila ada permasalahan segera diskusikan dan selesaikan serta ditindaklanjuti. Pada saat pemantauan dilaksanakan segala sesuatu hasil pemantauan harus didokumentasikan. Hasil pemantauan tersebut harus dipresentasikan kepada pihak manajemen untuk ditindaklanjuti.
- Apabila program telah berhasil dilaksanakan, pertahankan target-target yang telah dicapai dan

selanjutnya terapkan peluang produksi bersih lainnya. Terus kembangkan kemungkinan peluang-peluang produksi bersih lainnya dan terapkan. Perlu disadari bahwa produksi bersih pada dasarnya adalah merupakan bagian dari pekerjaan dan bukan suatu program sehingga industri harus melaksanakannya dengan filosofi perbaikan berkelanjutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1) Peluang-peluang produksi bersih yang dapat diterapkan pada industri tekstil *finishing bleaching* PT Damaitex adalah :

- Pemanfaatan air pendingin mesin *singeing* yang masih bersih. Konservasi sumber daya air 71,748 m³/hari, dengan biaya penghematan air sumur pertahun Rp 4.154.209,2.
Biaya penerapan (bak penampung dan pompa air) Rp 4.094.122 dan jangka waktu pengembalian 0,98 tahun.
- Pemanfaatan air limbah terolah untuk mengganti air sumur penyerap gas buang ketel batubara. Pengurangan beban cemaran ke lingkungan 270m³/hari, air limbah terolah; COD = 40,5 kg/hari, TSS = 13,5 kg/hari, BOD = 16,2 kg/hari, konservasi sumber daya air 270 m³/hari, dengan biaya penghematan air sumur pertahun Rp 15.633.000,- Biaya penerapan Rp 2.850.000,- (pompa dan instalasi pipa) dan jangka waktu pengembalian 0,18 tahun
- Pemanfaatan kondensat *merserisasi, calender, span ram, mangle* untuk umpan ketel. Konservasi 56,5 m³/hari sumber daya air bersih untuk umpan boiler, minimisasi polusi udara dari pembakaran 346,49 kg/hr batubara, pembuangan kondensat 56,5 m³/hari dengan suhu 100 °C. Biaya total penghematan pertahun dari air untuk umpan boiler, batu bara dan pelunakan air adalah Rp 48.450.150,- Biaya penerapan total (bak penampung air dan pompa tahan panas) Rp 27.863.448,443 dan jangka waktu pengembalian 7 bulan.
- Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda*. Penurunan beban cemaran air limbah merserisasi 32 m³/hari dengan pH = 11,02; sehingga baku mutu debit maksimum air limbah merserisasi terpenuhi. Keuntungan diperoleh perolehan 500 l/jam NaOH 20⁰Be, penghematan 29,4 l/jam

H_2SO_4 untuk menetralisasi air limbah. Keuntungan pertahun Rp927.498.500,- Pengeluaran adalah untuk batubara, biaya perawatan, dan 3 orang tenaga. Investasi mesin *caustic soda* Rp 500.000.000,- (sudah punya) dan jangka waktu pengembalian 0,539 tahun.

- Pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* untuk *desizing scouring*. Penurunan beban cemaran limbah *bleaching* ke IPAL sejumlah 29,808 m³/hari, pemenuhan debit maksimum baku mutu cucian *bleaching*, konservasi sumber daya air. Biaya penghematan air sumur Rp 1.725.883,2 per tahun. Investasi bak penampung dan pompa air Rp 16.083.474,64 dan jangka waktu pengembalian 9,3 tahun.
- Penerapan ketatarumahtangaan yang baik pada semua unit. Kinerja lingkungan lebih baik, penyempurnaan organisasi dan penurunan beban cemaran ke lingkungan, misal perbaikan kran rusak pada proses *mangle*, konservasi sumber daya air 12,168 m³/hari, segera mematikan kran pada proses *singeing* 26,682 m³/hari, penerapan kebersihan pabrik dapat menekan beban beban cemaran 5 -10 %. Perbaikan kran rusak menghemat sumber daya air Rp 704.527,72 pertahun. Segera mematikan kran menghemat Rp 1.429.087,8. Lainnya belum dapat dihitung.

2) Apabila peluang-peluang produksi bersih hasil penelitian diterapkan oleh PT.Damaitex, dengan Instalasi Pengolah Air Limbah yang baru disamping dari konsentrasi air limbah terolah sudah memenuhi baku mutu limbah cair industri tekstil *sizing-desizing*, pengikisan-pemasakan, pemucatan, merserisasi, dari beban cemaran dan debit juga memenuhi (pemanfaatan 270m³/hari air limbah terolah untuk sebagai pengganti air sumur untuk menyerap gas buang ketel batubara).

Penurunan biaya pengolahan air limbah dapat diperoleh dengan pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda* karena akan mengurangi kebutuhan H_2SO_4 yang digunakan untuk netralisasi air limbah.

-
- 3) Kendala-kendala dalam penerapan produksi bersih diperusahaan antara lain adalah komitmen manajemen puncak dan kemampuan sumber daya manusia dan kekurangjelasan tugas personil dalam penerapan produksi bersih.

5.2. Saran

- 1) Apabila PT Damaitex berniat untuk menerapkan produksi bersih maka sebagai langkah awal tentunya harus ada komitmen manajemen puncak yang nantinya dituangkan dalam kebijakan yang mendukung pelaksanaan produksi bersih diperusahaan. Langkah selanjutnya tunjuk koordinator dan bentuk tim yang ditugasi untuk mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan penerapan produksi bersih di perusahaan.

Hasil penelitian ini merupakan data dasar yang merupakan gambaran data yang berkaitan dengan peluang produksi bersih yang dapat diterapkan di PT.Damaitex. Selanjutnya buatlah analisa kelayakan dan penentuan prioritas peluang produksi bersih yang mana akan diterapkan terlebih dahulu. Peluang dapat dipilih berdasarkan urutan kebutuhan biaya yaitu tanpa biaya, biaya rendah dan biaya tinggi dan juga berdasarkan kepentingan sebagai contoh misalnya :

- Pemanfaatanair limbah terolah untuk mengganti air sumur penyerap gas buang ketel batu bara. Selain keuntungan ekonomi maka dari aspek lingkungan beban cemaran debit maksimum air limbah terolah akan memenuhi BMLC industri tekstil yang disyaratkan. Seperti diketahui saat ini parameter debit masih melewati persyaratan.
- Pengaktifan kembali mesin *recovery caustic soda*. Hal ini menjadi prioritas disamping secara ekonomi keuntungannya cukup tinggi juga perusahaan sudah mempunyai mesin tersebut.
- Peningkatan penerapan ketatarumahtangaan yang baik.
- Pemanfaatan air pendingin mesin *singeing* yang masih bersih.
- Pemanfaatan air limbah cucian *bleaching* untuk *desizing-scouring*.

-
- Pemanfaatan kondensat merserisasi, *calendar*, *span ram*, *mangle* untuk umpan ketel.

Secara umum hasil penelitian ini juga dapat memberi gambaran tentang peluang produksi bersih pada suatu industri tekstil *finishing* dan apa-apa yang harus dilakukan apabila perusahaan akan menerapkan produksi bersih. Dalam pelaksanaan penerapan produksi bersih sebaiknya perusahaan memakai *filosofi continual improvement*.

- 2) Untuk limbah padat abu sisa pembakaran batu bara yang saat ini menjadi tanggung jawab supplier batu bara untuk pengelolaannya mengingat limbah padat tersebut termasuk limbah B3 sebaiknya PT. Damaitex menanyakan ijin pengelolaan limbah padat dari supplier batu bara tersebut. Limbah padat tersebut seharusnya diserahkan kepada pengelola yang sudah mempunyai ijin untuk mengelola limbah padat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton Leuken, Cleaner Production Technology in The Indonesian Textile *Finishing* Industry, Seminar of Efficiency Through Good Waste Management for Textile Industry to Complete in Global Market, BNPPPI-TNO, Semarang.
- Anonim, 1971, Water Quality Industrial Treatment, A Hand Books of Public Water Supplies, American Water Work Association Inc, Mc. Graw Hill Book Company.
-, 1991, Audit and Reduction Manual for Industrial Emmission and Waste, UNIDO, France, Paris.
-, 1992, Penelitian Beban Cemar Air Buangan Industri Tekstil *Finishing* PT. Primatexco Batang, BPPI Semarang.
-, 1994, Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia, Proyek EMDI-CIDA, EMDI-BAPPEDAL.
-, 1995, Panduan Penggunaan Teknologi Bersih untuk Industri Tekstil dengan Pencelupan, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian.
-, 1999, An Integrated EMS and CP Training, Program TOT for Textile Industry SME, Module 5, Understanding CP and EMS in the Textile Industry, BAPPEDAL-GTZ.
-, 2000, Pedoman Pengelolaan Bahan Kimia, GTZ-KLH.
-, 2003, Penelitian Pemanfaatan Kembali Air Limbah Terolah Industri Tesktil Sebagai Air Baku Proses, Baristand Indag Semarang.
-, 2005, SNI 19-14001-2005, Sistem Manajemen Lingkungan Persyaratan Panduan Penggunaan, BSN.
-, 2005, SNI 19-14004-2005, Sistem Manajemen Lingkungan Panduan Umum Tentang Prinsip, Sistem dan Teknik Pendukung, BSN.
-, 2005, Kisah Sukses Produksi Bersih, PPBN-KLH-GTZ.
-, 2006, Buku Petunjuk Penulisan Tesis Mahasiswa, Program MIL UNDIP Semarang.
-, 2007, Paket Terapan Produksi Bersih pada Industri Textile, for kwh, <http://forkwh dm lok.id//ptetap/textile/121 htm>.
-, 2007, Pedoman Penerapan Eko-Efisiensi UKM sektor Batik, GTZ-KLH
-, 2008, Pusat Informasi Bangunan, Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi Dinas Permukiman Dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah.
- Ardi Listiyo Windi, 2007, Model Penilaian Penerapan Produksi Bersih di Industri Tekstil, Studi Kasus PT. APAC Inti Corpora, PT.Primatexco, Program MIL Pasca Sarjana UNDIP Semarang.
- Didik Avianto, 1992, Program Minimisasi Limbah, Warta Insinyur Kimia, Vol. 6 No 01, ISSN 0215 – 465 X, BKK.
- Freeman HM, 1995, Industrial Prevention Hand Book, McGrow Hill Inc, New York.
- Isminingsih Gitopadmarjo, Penyesuaian Teknologi untuk Proses Tekstil dan Produksi Bersih, Seminar Implementasi Produksi Bersih dan Sarana Bio Teknologi dan Cara Penanggulangan Proses Tekstil di Lingkungan IKM-TPT Pencelupan dan Penerapan Kain Kapas dan Poliester.
- Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.
- Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.
- Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 1999 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Prasad Modak Dr, 1995, Cleaner Production Auditing, G.T.Z Produksi Bersih Proyek.
- Purwanto, 2005, Penerapan Produksi Bersih untuk Mengembangkan Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan, Journal Ilmu Lingkungan Vol. 3 No.02 Hal 53 – 60.
- Rao MN, 1979, Industrial Waste Water Treatment, New Delhi Oxford and LBH Publishing.
- Suharsini Ari Gunto Prof Dr, 1997, Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktek, Edisi Revisi V, Penerbit Rineka Cipta, Yogyakarta.
- Soemanto Imam Kharani Dr, 1999, MSDS, Lembar Data Keselamatan Bahan, Vol. I, Puslitbang Terapan LIPI, Bandung.

-
- Wiwin Winiarti, 2003, Teknologi Minimisasi dan Pengolahan air limbah industri tekstil yang berhasil guna, Seminar Pembinaan untuk Industri Tekstil, BAPPEDAL-Pemerintah Propinsi Jawa Tengah, 22 April.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1**PERHITUNGAN NERACA BAHAN COTTON**

Basis 2000 M kain grey/ hari = 2 : 9,144 ton/hari = 0,2187 ton/hari

Desizing

- Air = 500 l
 - Enzym = 7,5 g/l = 0,00375 ton
 - Sabun = 0,3 g/l = 0,00015 ton
 - Garam = 2 g/l = 0,001 ton
 - Total obat = 0,0049 ton
- Kain basah tanpa bulu = 0,2187 ton + 500/1000 ton + 0,0049 ton = 0,7236 ton

Direndam dan masuk *Kier Ketel (Desizing – Scouring)*

- Air = 2000 l
- NaOH = 1,5 g/l = 0,003 ton
- Soda abu = 0,75 g/l = 0,0015 ton
- Na hidrosulfit = 0,35 g/l = 0,0007 ton
- Total obat = 0,0052 ton

Larutan yang terbawa 150 % - 200 % (Anonim, 1955), kalau diambil 150 %.

Kain basah (0,218 + 1,5 x 0,2187) ton = 0,54675 ton.

Air limbah buangan *Kier Ketel* = 0,7236 ton – 0,54675 ton + 2 ton + 0,0052 ton
= 2,18205 m³

Kain basah masuk Proses *Washing* = 0,54675 ton

Air limbah *Washing Kier Ketel* (lihat tabel 7) 62,1 l/ menit untuk 5 ton
= 0,2187/5 x 62,1 x 60 x 4 m³/hari x 1/1000
= 0,652 m³/hari

Air bersih masuk *Washing Kier Ketel* = 0,652 m³/hari

Kain keluar *Bleaching* = 0,54675 ton

Air bersih masuk *Bleaching* = 2 bak = 300 l

- Na hipoklorit = 2,5 g/l = 0,75 kg
- Sabun = 1 ml/l = 0,3 l
- Soda abu = 0,5 g/l = 1,5 kg
- Total obat = 0,75 kg + 0,3 l + 1,5 kg = 2,55 kg = 0,00255 ton

Buangan *Bleaching* = 0,3 m³ + 0,00255 m³ = 0,30255 m³ (di-recycle)

Kain putih keluar *Bleaching* = 0,54675 ton

Air limbah *Washing Bleaching* (pengukuran untuk 5 ton produk) = 218,5 l/menit.

Air limbah *Washing Bleaching* = 218,5 x 60 x 0,2187/5 x 4 l/ton
= 2293,7256 l/hari
= 2,2937256 m³/hari

Kain keluar Netralisasi = 0,54675 ton.
Air masuk Netralisasi = 400 l
Na thiosulfat = 3 g/l = 0,0012 ton
Air limbah keluar Netralisasi = $(0,40 + 0,0012 \text{ m}^3) = 0,4012 \text{ m}^3/\text{hari}$

Proses *Mangle* kain basah masuk = 0,54675 ton
Keluar = 0,2187 ton
Air limbah = $8,45 \text{ l/menit} \times 60 \times 0,2187/5 \times 24 = 532,2283 \text{ l/hari} = 0,5322 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $0,54675 + \text{air masuk} = 0,2187 + 0,5322$
Air masuk *Mangle* = $0,2187 + 0,5322 - 0,54675 \text{ m}^3 = 0,20415 \text{ m}^3$

Air limbah Merserisasi = $4 \times 2,268 \times 0,2187/5 \text{ m}^3/\text{hari}$
= $0,396809 \text{ m}^3/\text{hari}$

Kain keluar Merserisasi = 0,2187 ton

Masuk

Air = $0,396809 \text{ m}^3$

Na hidroksida 25 – 28 ° Be

Asam oxalat = 2 g/l = 0,0007936 ton

Optic = 0,25 – 1 % = 0,001984 ton

Sabun alkali

Washing Merserisasi

Kain Keluar = 0,2187 ton

Air limbah = $72,6 \times 60 \times 0,2187 / 5 \times 24 \text{ l/hari} = 4572,7546 \text{ l/hari} = 4,5727 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Air masuk = $4,5727 \text{ m}^3/\text{hari}$.

LAMPIRAN 2**PERHITUNGAN NERACA BAHAN RAYON**

Basis 1000 M kain grey rayon = $1000/9,144 \text{ kg/hari} = 0,109 \text{ ton/hari}$

Obat *Desizing*

- Air = 300 l
- Enzym = $0,75 \text{ g/l} = 225 \text{ g}$
- Sabun = $0,3 \text{ g/l} = 90 \text{ g}$
- Garam = $2 \text{ g/l} = 600 \text{ g}$
- Kain basah = $0,109 \text{ ton} + 0,3 \text{ ton} + 0,000225 \text{ ton} + 0,00009 \text{ ton} + 0,0006 \text{ ton}$
 $= 0,409915 \text{ ton}$
 $= 409,915 \text{ kg}$

Masuk *Jigger****Desizing – Scouring – Bleaching***

- Air = 300 l + 300 l
- NaOH = $0,75 \text{ g/l} \times 300 = 225 \text{ g}$
- Sabun = $0,3 \text{ g/l} \times 300 = 90 \text{ g}$
- Soda abu = $0,75 \text{ g/l} \times 300 = 225 \text{ g}$
- Optic = $6,25 \% \times 300 = \underline{18,75 \text{ g}}$
- Total obat = 933,75 g

Setelah proses *desizing scouring bleaching* air limbah dibuang.

Larutan yang terbawa 150 % - 200 % berat bahan (Anonim, 1955).

Larutan yang terbawa kain $175 \% \times 0,109 \text{ ton} = 0,19075 \text{ ton}$

Air limbah

$= 300 \text{ kg} + 0,225 \text{ kg} + 0,09 \text{ kg} + 0,6 \text{ kg} + 600 \text{ kg} + 933,75 / 1000 \text{ kg} - 190,75 \text{ kg}$
 $= 711,09875 \text{ kg} = 711,09875 \text{ l}$

Berat kain keluar *Desizing – Scouring – Bleaching*

$= 109 \text{ kg} + 190,75 \text{ kg} = 299,75 \text{ kg}$

Masuk cuci panas & cuci dingin

Keluar cuci panas & cuci dingin \rightarrow kain = $0,109 \text{ ton} = 109 \text{ kg}$

Obat = $299,75 \text{ kg} - 109 \text{ kg} = 190,75 \text{ kg}$

Air keluar = $300 \text{ l} + 300 \text{ l} + 190,75 \text{ kg} = 790,75 \text{ l}$

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN BAK

1. Bak penampungan air bersih pada proses *Singeing*.

- Ukuran bak $1 \times 1 \times 1,25 \text{ m}^3 = 1,25 \text{ m}^3$.
- Diatas tanah tebal beton = 0,12 m.
- Volume dinding = $4 (1 \times 1,25 \times 0,12) \text{ m}^3 = 0,6 \text{ m}^3$.
- Volume lantai = $1,24 \times 1,24 \times 0,12 \text{ m}^3 = 0,184512 \text{ m}^3$.
- Volume total = $0,6 + 0,184512 \text{ m}^3 = 0,784512 \text{ m}^3$.

Dari buku informasi Pusat Informasi Bangunan Provinsi Jawa Tengah (Wilayah Kota Semarang), Agustus 2008. Kode UH. DT91 - 0008 - 2007 G.31. Membuat balok beton bertulang (200 kg + Bekisting)

- Harga = Rp 4.804.416/m³.
- Harga beton = $0,784512 \times \text{Rp } 4.804.416 = \text{Rp } 3.769.122,-$
- Harga pompa air listrik = Rp 325.000,-
- Biaya total = Rp 4.094.122,-

2. Biaya pemanfaatan air limbah terolah untuk *scrubber* abu terbang pengganti air sumur.

- Biaya pompa 250 watt = Rp 850.000,-

Dari buku Pusat Informasi Bangunan Kode X.DT- 910013 - 2007. G.29.

- Memasang PVC = Type Aw Ø2 “ Rp 20.000/m.
- Dari IPAL ke Scrubber 100 m.
- Biaya PVC = $100 \times \text{Rp } 20.000 = \text{Rp } 2.000.000,-$
- Total investasi = $\text{Rp } 850.000,- + \text{Rp } 2.000.000,- = \text{Rp } 2.850.000,-$

3. Bak penampung kondensat untuk umpan boiler.

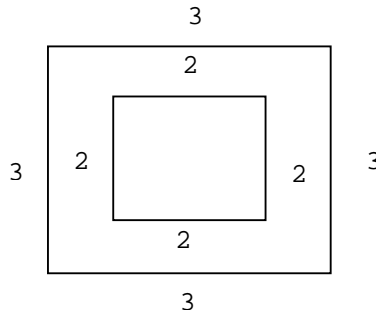
- Ukuran $2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ m}^3$, pompa tahan panas otomatis, memompa sendiri kalau bak penuh.
 - Dibuat dari beton bertulang tebal = 0,12 m, dibawah tanah.
 - Volume dinding beton = $4 (2 \times 2 \times 0,12) \text{ m}^3 = 1,92 \text{ m}^3$.
 - Lantai = $2,24 \times 2,24 \times 0,12 = 0,6021 \text{ m}^3$.
- 2,522 m³

Dari buku informasi Pusat Informasi Bangunan Provinsi Jawa Tengah terbitan IV Agustus 2008, membuat beton bertulang Kode VII. DT91 - 006 - 2007 G.31 (200 kg + Bekisting)

- Harga = Rp 4.804.416/m³.
- Harga beton = $2,522 \times \text{Rp } 4.804.416 = \text{Rp } 12.115.688,-$

Pekerjaan tanah → DT 91.006.2007, G2. Menggali tanah sedalam 2 m.

- Biaya = Rp 28.687.50/m³.
- Ukuran galian = 3 x 3 x 2,12 = 19,08 m³.
- Biaya gali tanah = 19,08 x Rp 28.687,50 = Rp 547.357,5



Volume tanah yang dibuang =
 $2,24 \times 2,24 \times 2,12 \text{ m}^3 = 10,6373 \text{ m}^3$.

Dari buku informasi DT91 - 0006 - 2007
 G.8 Membuang tanah sejauh 300 m, biaya
 Rp 1.687,50 /m³.

- Biaya buang tanah = 10,6373 x Rp 1.687,50 = Rp 17.950,443.
- Mengurug kembali → II.69 → 1/3 x pekerjaan galian
 = 1/3 x Rp 547.357,5 = Rp 182.452,5

Rekapitulasi :

1) Biaya beton	= Rp 12.115.688,-
2) Biaya gali tanah	= Rp 547.357,5
3) Biaya buang tanah	= Rp 17.950,443
4) Biaya urug	= <u>Rp 182.452,5</u>
Total biaya	Rp 12.863.448,443
Harga pompa tahan panas	= <u>Rp 15.000.000,-</u>
Total investasi	Rp 27.863.448,443

4. Bak penampung cucian *bleaching* untuk *desizing scouring*.

- Kebutuhan cucian desizing scouring = 62,1 l/menit.
- 2 x pencucian / hari selama 4 jam.
- 1 x cucian butuh air = 62,1 x 60 x 4 x 10⁻³ m³ = 14,904 m³.
- Bak diatas tanah dari beton tebal = 0,12 m.
- Ukuran bak = 4 x 2,5 x 1,5 m³.
- Volume dinding beton = 2 ((4 x 1,5 x 0,12) + (2,5 x 1,5 x 0,12)) m³.
 = 2 (0,72 + 0,45) m³ = 1,89 m³.
- Volume lantai beton = 4,24 x 2,74 x 0,12 m³ = 1,39 m³
- Volume beton total = 3,28 m³.

Dari buku informasi Pusat Informasi Bangunan Provinsi Jawa Tengah,
 Agustus 2008, membuat balok beton bertulang Kode VII. DT91 - 0008 -
 2007 G.31 (200 kg + Bekisting). Harga = Rp 4.804.416/m³.

- Harga beton = 3,28 x Rp 4.804.416 = Rp 15.758.474,64
- Harga pompa air listrik = Rp 325.000,-
- Total investasi** **Rp 16.083.474,64**

LAMPIRAN 4

Matrik Action Plan

RENCANA TINDAKAN					
No	Tujuan	Tindakan Yang Diambil	Investasi Yang Diperlukan Biaya Operasi Tambahan	Potensi Penghematan Biaya (Keuntungan Aspek Lingkungan Dan Ekonomi)	
1	2	3	4	5	
1.	<i>Rethink</i> . Merubah pola pikir ke pola pikir produksi bersih.	Bentuk tim penyiapan produksi bersih. Buat rencana penerapan produksi bersih di perusahaan. Presentasikan ke Managen puncak untuk memperoleh komitmen.	-	-	
2.	Mengusahakan debit air limbah terolah supaya memenuhi debit maksimum yang ada pada BMLC tekstil <i>finishing bleaching</i> (debit maks 67 m ³ /ton produk saat ini 93,6m ³ /ton produk.	Memfaatkan sebagian air limbah (270 m ³ /hari) air limbah terolah digunakan sebagai air pengganti penyerap abu terbang ketel batu bara yang semula menggunakan air sumur.	Biaya investasi pompa persiapan dan pipa air Rp 2.850.000 <i>Return investment</i> 0,18 th.	Keuntungan aspek lingkungan konservasi sumber daya air 270 m ³ /hari Pengurangan beban cemaran air limbah ke lingkungan. Penghematan biaya air pertahun Rp 15.633.000,-	
3.	Menurunkan beban cemaran air limbah merserisasi 32 m ³ /hari pH = 11,02 pemenuhan debit maks. Air limbah merserisasi.	Pengaktifan kembali mesin <i>recovery caustic soda</i> .	Mesin sudah ada. Kebutuhan batu bara, biaya perawatan, biaya 3 orang	Penurunan beban cemaran air limbah ke lingkungan dg PH 11,07. Penurunan biaya asam sulfat untuk netralisasi air limbah, dan keuntungan perolehan NaOH keuntungan total Rp 927.498.500,-	
4.	Mengurangi beban cemaran yang disebabkan oleh industrinya dengan	Peningkatan penerapan ketatarumahtangaan yang baik.	Belum dapat dihitung semua, yang sudah misal : - Biaya sosialisasi	Penghematan biaya - Kinerja lingkungan hidup lebih baik. - Penyempurnaan	

	meningkatkan operasinya dan menyempurnakan prosedur organisasi dan keselamatan kerja.	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki kran rusak. - Penghematan air, energi dan bahan kimia pada semua unit. - Menghidupkan peralatan jika diperlukan. - Meningkatkan kebersihan pabrik. - Memasang flow meter dll. 	<i>Good House Keeping</i> <ul style="list-style-type: none"> - Pembelian kran - Lain-lain belum dapat dihitung. 	organisasi dengan menerapkan kebersihan pabrik pencemaran dikurangi 5-6 %. Contoh penggantian kran rusak proses <i>mangle</i> menghemat biaya sumur pertahun Rp 1.429.087,8
--	---	--	---	---

1	2	3	4	5
5.	Minimisasi air	Pemanfaatan air pendingin mesin singeing yang masih bersih.	Pembuatan bak penampung dan pembelian pompa Rp 4.094.000 return on investment 0,98 tahun	Konservasi sumber daya air 71,748 m ³ /hari. Biaya penghematan pertahun 4.154.209,2
6.	Minimisasi air dan pemenuhan debit maksimum Baku Mutu Cuci <i>Bleaching</i>	Pemanfaatan air limbah cucian <i>bleaching</i> untuk <i>desizing-scouring</i>	Investasi bak penampung air dan pompa Rp 16.083.474,64. Return on investment 9,3 tahun	Konservasi sumber daya air 29,808 m ³ /hari, biaya penghematan air sumur pertahun Rp. 1.725.883,2
7.	Minimisasi air dan minimisasi polusi udara dari pembakaran batubara 346,49 kg/hari batubara, Penghematan energi	Pemanfaatan kondensat merserisasi, calendering, spanram, mangle untuk umpan ketel.	Bak penampung air Rp 12.863.448,443. Pompa tahan panas Rp 15.000.000 Return on investment 0,575 tahun	Konservasi air, penghematan energi, bahan kimia. Biaya total penghematan pertahun Rp 48.578.800,-

Lampiran 5 :

DAFTAR PERTANYAAN PENELITIAN PELUANG PRODUKSI BERSIH

I. DATA UMUM PERUSAHAAN

1. Nama Perusahaan :
2. Alamat Kantor :
 - No. Telepon :
 - No. Facimile :
3. Alamat Pabrik :
 - No. Telepon :
 - No. Facimile :
4. Nama Penanggung jawab Perusahaan :
 - Jabatan :
5. Ijin H.O Nomor :
6. Ijin Industri :
7. SIUP :
8. Study AMDAL :
9. UKL/UPL :
10. Jenis Produksi :
11. Hari Kerja : 1 minggu = hari
1 hari = shift
1 shif = jam
12. Jumlah Karyawan : - Pegawai tetap = orang
- Pegawai lepas/ kontrak = orang
13. Luas areal
 - Perkantoran :
 - Pabrik :
 - Lain-lain :

14. Lingkungan Pabrik

- Sebelah Utara :
- Sebelah Selatan :
- Sebelah Barat :
- Sebelah Timur :

II. TINJAUAN PROSES

1. Bahan baku dan bahan pembantu

Bahan baku	Kebutuhan /hari
Bahan Penolong	

2. Uraian secara singkat teknologi proses produksi, lengkapi dengan flow diagram (gambar)
3. Tata letak peralatan proses beserta skema system saluran pembuangan limbah cair (lengkapi gambar)
4. Kebutuhan air

a.

No	Sumber Air	Volume m ³ /hari
1	Air sumur dangkal	
2	Air sumur dalam (bor)	
3	Air PDAM	
4	Lainnya	

b. Kebutuhan air untuk produksi

- Untuk proses : m³/hari
- Untuk pendingin : m³/hari
- Untuk pencucian/ penggelontoran : m³/hari
- Untuk MCK : m³/hari

III. LIMBAH

1. Jenis jumlah dan sumber limbah

Limbah	Sumber Limbah	Jumlah / hari	Keterangan
Padat			
Cair			
Gas			

2. Usaha yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah limbah

- Padat :
- Cair :
- Gas :

3. Jumlah air limbah rata-rata persatuan produksi m^3/hari

IV. UPAYA PENERAPAN PRODUKSI BERSIH

1. Apakah anda sudah menerapkan produksi bersih jelaskan apa saja (Rethink : Reduction, Reuse, Recycle, Recovery)

2. Kalau belum menerapkan / kalau sudah menerapkan jelaskan hambatan-hambatan dalam penerapan tersebut

DAFTAR PERIKSA UNTUK IDENTIFIKASI GHK
DAFTAR PERIKSA 1 BAHAN

Tujuan : Penggunaan efisien atas bahan dan pengkajian dampak lingkungan hidup	
TINDAKAN YANG HARUS DIPERTIMBANGKAN	OBSERVASI
<p>Apakah anda memantau konsumen bahan dalam badan usaha ? *Ya *Tidak *Sebagian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda mempunyai laporan tertulis yang menentukan jenis, mutu, kualitas dan biaya produk primer, bahan dan jumlah ? - Apakah anda telah meneliti cara guna mengurangi konsumsi bahan ini guna mengurangi biaya produksi ? - Apakah anda menghindari pembelian bahan mentah berlebihan ? - Apakah anda menyadari stock dan inventaris pada tingkat berdasarkan kebutuhan produksi sesungguhnya ? 	
<p>Apakah anda telah mengambil langkah untuk menghindari kehilangan yang tak perlu atas bahan mentah selama produksi ? *Ya *Tidak *Sebagian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda hanya menyimpan kuantitas masukan dalam atau ditempat kerja yang diperlukan untuk pemakaian sehari-hari atau pemakaian batch ? - Apakah anda menempatkan seluruh bahan mentah yang dikemas dengan kertas pada palet kayu atau palet plastik ditempat produksi guna melindungi bahan dari setiap air di lantai dan kelembaban tanah ? 	
<p>Apakah anda telah menyelidiki peluang guna mengoptimalkan perencanaan produksi ? *Ya *Tidak *Sebagian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda pernah memikirkan tentang menetapkan peralatan tertentu khusus untuk menghasilkan hanya satu produk ? - Apakah anda memaksimalkan jumlah produk yang sama yang dihasilkan (misalnya dengan bekerja sehari atau seminggu pada satu proses atau satu jalur produksi dan kemudian beralih ke proses lain) ? 	

<p>Apakah anda telah memperbaiki seluruh kebocoran pada pipa dan peralatan ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda melakukan pengkajian visual secara berkala (misalnya sebulan sekali) atau seluruh pipa, saluran dan peralatan guna mengidentifikasi kebocoran ?	
- Apakah segel yang baruk telah diganti ?	
- Apakah anda telah melakukan seluruh perbaikan yang diperlukan dengan menggunakan bahan yang sesuai	
- Apakah anda telah memantau perbaikan guna memastikan bahwa kebocoran telah dibilangkan ?	
<p>Apakah anda telah menetapkan rencana pemeliharaan preventiv untuk peralatan guna menghindari kehilangan bahan ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda mempunyai daftar atau peta seluruh peralatan catatan mengenai lokasi, karakteristik dan jadwal pemeliharaannya ?	
- Apakah anda telah menetapkan jadwal pemeliharaan untuk seluruh peralatan yang perlu diservis ?	
- Apakah jadwal pemeliharaan meliputi tanggung jawab interval, dan prosedur yang harus diikuti bilamana perbaikan diperlukan (misalnya pengecekan kebocoran dari seluruh system tertutup seperti pipa untuk cairan atau udara, pembersihan berkala atas peralatan ventilasi dan penggantian saringan pada system AC/pendingin udara guna mencegah bau tak menyenangkan dan pembuangan bakteri ?	
- Apakah petunjuk pemeliharaan yang disediakan oleh pemasok peralatan disimpan ditempat yang mudah dicapai ?	
- Apakah anda menyediakan bagi karyawan pelatihan berkala guna memastikan bahwa rekomendasi perusahaan pembuat bersangkutan diikuti ?	
- Apakah anda secara berkala memeriksa kepatuhan pada jadwal pemeliharaan ?	
<p>Dapatkah anda mengganti bahan berbahaya dengan produk atau metode yang kurang berbahaya ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda sepenuhnya menghindari pemakaian zat terlarang, menggantikan ini dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan ?	

- Dalam memilih detergen dan pembersih, apakah anda mencoba untuk memilih produk yang dapat didegradasi secara biologi (misal : yang tidak mengandung phosphat, chlorine dan atau chlorine oksida)	
- Apakah anda menggunakan bensin bebas timbal pada kendaraan pengiriman dan pengangkutan anda (misalnya forklift, truk kecil, dll)	
- Apakah anda mendorong para karyawan untuk membuat saran untuk peningkatan yang dapat menghasilkan pengurangan pada konsumen bahan serta pengurangan resiko lingkungan hidup maupun resiko kesehatan ?	
Apakah anda mencoba mengurangi pemakaian bahan pembersih ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda telah meneliti opsi untuk membeli konsentrat sebagai ganti larutan siap pakai ?	
- Sudahkah anda memverifikasi bahwa hasil pembersihan yang memuaskan dapat dicapai bilamana menggunakan lebih sedikit zat pembersih dari dosis yang dianjurkan oleh produsennya ?	
- Apakah anda menggunakan disinfektan yang efektif serta ramah lingkungan hidup ?	
- Jika anda menggunakan deterjen maupun disinfektan apakah anda menggunakan sesedikit mungkin ?	
- Apakah anda menghindari memakai bahan kimia untuk pembersihan sebagai gantinya memakai bel hisap dan atau koil pipa ?	

DAFTAR PERIKSA 2 LIMBAH

Tujuan : Pengurangan, Pemakaian Kembali, Pendaauran Ulang yang ramah Lingkungan dan Pengolahan Limbah	
TINDAKAN YANG HARUS DIPERTIMBANGKAN	OBSERVASI
<p>Apakah anda memantau kuantitas limbah yang dihasilkan dalam lingkungan badan usaha anda ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sudahkah anda memeriksa sumber utama limbah dan dimana sumber ini terjadi diseluruh proses produksi ? - Apakah anda tahu kuantitas dan komposisi limbah keseluruhan yang ditimbulkan oleh perusahaan setiap bulan ? - Apakah anda tahu biaya bulanan untuk pembuangan limbah ? <p>Apakah anda telah menetapkan system pemisahan limbah ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda menghindari mencampur beberapa aliran limbah berlainan yang dapat menjadi lebih sulit diolah secara keseluruhan ? 	
<ul style="list-style-type: none"> - Sudahkah anda mengambil langkah guna memastikan bahwa limbah organik dikumpulkan secara terpisah dari limbah lain (misalnya kemasan) guna memungkinkan pengolahan terpisah ? 	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda menjaga limbah berbahaya terpisah dari limbah lain guna menghindari kontaminasi dan timbulnya limbah berbahaya dalam jumlah yang bahkan lebih besar ? 	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda memisahkan limbah cair dan limbah padat ? 	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda mengumpulkan dan membuang limbah sesering mungkin dari bagian produksi dan untuk sementara menyimpan limbah ini ditempat yang khusus disediakan sampai akhirnya disingkirkan dan dibuang ? 	
<p>Apakah anda menyediakan kontailer/ tempat yang sesuai untuk pengumpulan limbah ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah anda telah menyediakan tempat khusus dalam jumlah yang cukup dan dengan ukuran yang sesuai untuk berbagai jenis limbah yang dapat dikumpulkan secara terpisah (misalnya kertas kaca, kaleng, plastik dll) 	
<ul style="list-style-type: none"> - Apakah semua tempat limbah secara seragam ditandai menurut sasaran pemakaiannya (dengan menggunakan kode warna, label dan symbol yang jelas) ? 	

- Dapatkah para karyawan dengan mudah menjangkau tempat yang diperlukan ?	
- Sudahkah anda memberitahu para karyawan tentang perlunya memisahkan limbah, serta tujuan dan hasil yang ingin dicapai ?	
- Apakah anda mendorong personil untuk membuat saran mengenai penyempurnaan system pemisahan limbah ?	
Apakah anda telah meneliti kemungkinan untuk menghindari atau mengurangi limbah kemasan ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menanyakan para pemasok apakah bahan mentah dapat dibeli dengan kemasan lebih sedikit ?	
- Sudahkah anda meneliti kemungkinan-kemungkinan mengurangi kemasan produk anda sendiri ?	
- Sudahkah anda memeriksa kontainer untuk melihat apakah kontainer sekali-kali dapat diganti dengan kontainer yang dapat dikembalikan	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan membeli produk tertentu dalam tempat lebih besar (misal : zat pembersih)	
- Sudahkah anda menyelidiki opsi untuk menggunakan kembali bahan kemasan untuk keperluan lain dalam lingkungan operasi anda sendiri ?	
- Apakah anda memperbaiki dan menggunakan kembali pelat pengangkutan untuk menyimpan dan / atau melindungi bahan mentah anda sendiri dengan genangan air ?	
Apakah anda telah meneliti kemungkinan untuk mengurangi penolakan dan pengembalian (agar produk tidak ditolak dan dikembalikan)?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda melakukan pengecekan mutu setelah tiap langkah pengolahan guna mengoreksi kesalahan dan mengurangi penolakan dan kehilangan bahan ?	
- Apakah anda mengetahui besarnya tingkat pengembalian produk dan sudahkah anda berusaha ?	
Apakah anda telah mempertimbangkan cara untuk menggunakan kembali dan /atau mendaur ulang limbah dari perusahaan anda ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menyelidiki opsi untuk menggunakan kembali limbah bahan atau limbah produk sampingan apda berbagai tahap proses produksi anda ?	

- Sudahkah anda mempelajari kemungkinan untuk memperoleh kembali setiap pelarut yang dipakai dalam proses produksi guna memperoleh kembali bahan berharga ?	
- Sudahkah anda mempelajari kemungkinan untuk memperoleh kembali setiap pelarut yang dipakai dalam proses produksi guna memperoleh kembali bahan berharga ?	
- Sudahkah anda mencoba menjual keluaran non-produk (limbah) anda kepada perusahaan lain untuk digunakan dalam proses produksi mereka ?	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk menjual limbah (misalnya kertas, kertas karton, plastik, aluminium, kaca, tekstil, baja) kepada para pendaur ulang ?	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk menjual limbah organic untuk digunakan sebagai kompos atau makanan ternak ?	
Jika limbah tidak dapat didaur ulang atau dipakai kembali apakah limbah ini dibuang tanpa menimbulkan resiko ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda mempunyai informasi mengenai keamanan dan keramahan lingkungan hidup dari tempat penimbunan (<i>land fill</i>) dimana limbah anda dibuang ?	
- Sudahkah anda memeriksa opsi untuk mengirimkan limbah yang tidak dapat dipakai kembali dan tidak dapat didaur ulang ke lokasi / penimbunan yang tertutup dan terutama terlindung dari rembesan kedalam air tanah ?	

DAFTAR PERIKSA 3 PENYIMPANAN DAN PENANGANAN BAHAN

Tujuan : Penyimpanan, Penanganan and Pengangkutan yang sesuai atas bahan	
TINDAKAN YANG HARUS DIPERTIMBANGKAN	OBSERVASI
<p>Apakah anda memeriksa mutu bahan baku dan produk primer setelah diterima dari para pemasok ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah kemasan bahan baku diperiksa untuk melihat kalau-kalau ada kerusakan pada saat tiba guna memastikan isinya aman ?	
- Apakah anda mengembalikan bahan yang kemasannya buruk atau bahan yang telah mengalami kerusakan kepada para pemasok ?	
<p>Sudahkah anda menyiapkan tempat penyimpanan yang aman untuk bahan beracun dan berbahaya ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda menyimpan semua bahan kimia disatu tempat terpusat sehingga anda dapat dengan ketat memantau penggunaannya, serta membatasi dan mengawasi akses pada area/ daerah ini ?	
- Apakah anda menyimpan zat berbahaya ditempat khusus yang secara fisik terpisah dari bagian produksi dan/atau bengkel yang berisi sumber potensial penyalaan (misalnya generator, transformator, peralatan) ?	
- Apakah lantai bagian dimana bahan kimia berbahaya dan beracun disimpan terbuat dari bahan yang tidak dapat ditembus air (misalnya semen, beton) guna mencegah kontaminasi tanah dan air tanah bila terjadi tumpahan ?	
- Apakah lantai gudang bahan kimia cukup datar sehingga memudahkan penanganan bahan kimia guna mencegah tumpahan ?	
- Apakah disediakan ventilasi yang cukup guna menjaga kelembaban, suhu dan konsentrasi asap dan uap pada level rendah ?	
- Sudahkah tanda peringatan yang menguraikan langkah pencegahan dan preventif dipasang dibagian dimana bahan kimia berbahaya tersimpan ?	
- Apakah terdapat paling tidak 2 jalan keluar yang ditanda tangani dengan jelas (misalnya pintu, jendela) yang selalu dapat diakses (yakni tidak dihalangi dengan bahan atau terkunci) ?	

<p>Sudahkah anda menyiapkan tempat penyimpanan yang aman untuk bahan beracun dan berbahaya ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda mentaati persyaratan persediaan stock yang dianjurkan pada lembar data keselamatan bahan (MSDS) yang tersedia dari para pemasok untuk tiap bahan kimia yang anda miliki ?	
- Apakah anda mengelompokkan bahan kimia dalam kelompok bahwa uap/gasnya dapat bereaksi bersama dan membentuk campuran berbahaya yang dapat menimbulkan nyala api, kebakaran atau ledakan ?	
- Apakah anda memastikan bahwa zat yang mudah terbakar (misalnya larutan organik) tidak dihadapkan pada sinar matahari guna menghindari pembakaran ?	
- Apakah anda memastikan bahwa seluruh bahan diberi label dengan benar guna mencegah kesalahan oleh pekerja ?	
- Sudahkah tempat penyimpanan bahan-bahan beracun dan berbahaya ditandai dengan symbol yang sesuai (misal symbol api untuk zat mudah terbakar, Palang St Andrew untuk bahan beracun)?	
- Dalam hal bahan yang tidak diberi label atau tidak dikenal, sudahkah anda mengirim contoh ke laboratorium setempat untuk indentifikasi dan kemudian memakai atau membuang bahan bersangkutan dengan baik ?	
<p>Dapatkah anda menghindari kehilangan bahan mentah selama penyimpanan ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda memastikan bahwa kemasan bahan tidak rusak selama penyimpanan ?	
- Sudahkah anda memverifikasi tanggal kadaluarsa seluruh bahan mentah guna menghindari adanya masukan yang tidak dapat dipakai lagi ?	
- Apakah anda menghindari jumlah besar dan yang tak perlu dari persediaan barang ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para karyawan untuk menggunakan bahan mentah atas dasar yang pertama masuk yang pertama keluar (FIFO)?	
<p>Apakah anda telah mengambil langkah guna menghindari tumpahan dan kebocoran ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk menghindari penggunaan peralatan yang sama (misalnya keranjang, cup, bucket) untuk pengukuran dan pemindahan bahan kimia guna menghindari tercemarnya bahan yang disimpan ?	

- Apakah tutup dan keran tempat penyimpanan bahan sudah tertutup rapat setelah pengambilan bahan guna menghindari tumpukan bahan ?	
- Sudahkah anda memastikan bahwa tempat yang terisi bahan berbahaya tidak terguling ?	
- Sudahkah anda menyimpan drum yang berisi bahan kimia berbahaya pada catchpit dengan volume sama atau dua kali lipat untuk menampung setiap tumpahan tak disengaja dan menghindari kontaminasi ?	
- Jika perusahaan anda menggunakan larutan organik, sudahkah anda menyimpan bahan ini pada catchpit logam guna mencegah kontaminasi bilamana terjadi tumpahan tak disengaja ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk segera memberitahukan setiap tumpahan bahan kimia dan melaporkan insiden bersangkutan kepada seorang supervisor ?	
- Sudahkah anda berpikir tentang menugaskan pekerja yang ditunjuk hanya untuk menangani bahan kimia sehingga para pekerja ini dapat dilatih secara khusus mengenai penanganan benar dan aman atas zat berbahaya ?	
- Sudahkah anda menetapkan penanggung jawab, pemeliharaan rutin, dan interval untuk memastikan bahwa semua tangki dan tempat diperiksa secara berkala untuk melihat kalau-kalau ada kebocoran ?	
Dapatkah anda menyempurnakan praktek pemindahan guna menghindari kehilangan bahan ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda mempertimbangkan meletakkan drum bahan kimia pada rak yang lebih tinggi dan memasukkan corong logam atau plastik guna secara aman memindahkan bahan kimia telah diberi label dengan jelas ?	
- Apakah anda menghindari pengangkutan bahan kimia secara manual dalam kontainer terbuka ?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan menggunakan pompa untuk mengalirkan bahan kimia dalam system tertutup guna menghindari kehilangan bahan berharga ?	
- Apakah pompa piston tangan, siphon atau peralatan berbiaya rendah lain-lain digunakan untuk memindahkan bahan kimia cair (misalnya asam) untuk mengalirkan bahan guna menghindari distribusi uap, tumpahan dan kecelakaan ?	
- Apakah gerobak roli dan sarana pengangkut sederhana lain tersedia untuk memindahkan bahan guna menghindari kecelakaan dan tumpahan yang kalau tidak dapat terjadi selama penanganan manual ?	

- Sudahkah anda berpikir tentang pembilasan tempat bahan kimia dengan sedikit air dan menambahkan ini pada proses guna mengambil setiap bahan yang tertinggal ?	
Apakah anda memastikan cara yang baik untuk pembersihan dan pembuangan bahan kemasan bahan berbahaya ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk menggunakan hanya sedikit detergen dan air untuk membersihkan tempat (yakni 2-4 liter air untuk drum yang berkisaeaan sampai 200 liter)	
- Apakah anda membilas kontainer bahan kimia 3-4 kali untuk memastikan penggunaan kembali atau pembuangan yang aman ?	
- Jika tidak digunakan lebih lanjut dalam mproduksi apakah anda memastikan bahwa air pembilas ini dibuang kesistem pengolahan limbah cair ?	
- Apakah anda secara mutlak menghindari digunakannya tempat bahan kimia kosong untuk menyimpan air minum atau makanan ?	
- Sudahkah anda menyelidiki kemungkinan untuk mengembalikan drum bahan kimia kosong kepada pemasok untuk pengisian kemabli dan penggunaan kembali ?	
Apakah anda telah mengambil langkah guna menghindari kehilangan barang jadi anda sendiri selama penyimpanan dan pengangkutan ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah bahan baku anda dan prtoduk olahan disimpan ditempat terpisah ?	
- Sudahkah anda menetapkan jadwal pemeliharaan untuk pembersihan berkala (dan disinfeksi, jika diperlukan) fasilitas penyimpanan ?	
- Apakah staf anda memeriksa produk yang dibuat dan kemasannya untuk melihat kalau-kalau ada cacat/ masalah sebelum penyimpanan ?	
- Sudahkah anda mengambil langkah guna memastikan kemasan produk anda tidak menajdi rusak selama penyimpanan dan pengangkutan ?	

DAFTAR PERIKSA 4 AIR DAN AIR LIMBAH

TUJUAN : Pengurangan konsumsi Air, Air Limbah dan Polusi	
TINDAKAN YANG HARUS DIPERTIMBANGKAN	OBSERVASI
<p>Apakah anda memantau konsumen air dalam perusahaan anda ? *Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda mengetahui kualitas/ jumlah air yang dikonsumsi per bulan ?	
- Apakah anda mengetahui kualitas/ jumlah dan komposisi air limbah yang ditimbulkan oleh perusahaan anda tiap bulan ?	
- Sudahkah anda mendapatkan data dari unit produksi tertentu atau tahap-tahap tertentu yang mengkonsumsi air sebanyak atau bertanggung jawab atas porsi besar air limbah yang ditimbulkan ?	
- Apakah anda mengetahui biaya yang dikenakan pada anda untuk air dan air limbah tiap bulan ?	
<p>Apakah anda telah meneliti kemungkinan untuk mengurangi konsumsi air pada proses produksi anda ? *Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Sudahkah anda menghilangkan seluruh pencucian pembilasan berlebihan antara tahap-tahap proses ?	
- Dapatkah anda menggunakan system tertutup dan/atau pencucian batch guna menghindari konsumsi air ?	
- Dapatkah anda menghindari pembilasan terus menerus dan menggantinya dengan menggunakan bak rendam ?	
- Sudahkan anda menginformasikan personil anda tentang apa yang dicapai apa yang dapat dicapai dengan mengurangi konsumen air ?	
- Apakah anda mendorong para karyawan untuk membuat saran untuk mengkonversi air ?	
<p>Apakah anda telah secara aktif mengambil langkah guna menghindari tumpahan dan mengoptimalkan pemakaian air ? *Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah tangki air yang digunakan dalam proses produksi secara visual dipantau secara berkala guna menghindari tumpahan ?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan menggunakan pengontrol aliran otomatis yang tidak mahal pada kontainer yang perlu diisi dengan air guna memastikan tidak ada luapan ?	
- Apakah anda mengatur pompa air dan pipa sehingga aliran air cocok dengan kebutuhan produksi anda ?	

- Sudahkah anda memasang instrumen pengukuran air dalam operasi yang mempunyai konsumsi air tinggi guna memverifekasi air secara efisien ?	
Apakah anda telah menghilangkan seluruh sumber kebocoran air ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda meneliti seluruh pipa air untuk melihat kalau-kalau ada lubang dan melakukan perbaikan yang diperlukan ?	
- Sudahkah anda mengganti seal yang rusak pada pipa ?	
- Sudahkah anda menetapkan pemeliharaan rutin termasuk tanggung jawab serta interval untuk pengecekan berkala terhadap kebocoran, serta prosedur yang harus diikuti bilamana pembersihan atau perbaikan diperlukan ?	
Dapakah anda menggunakan kembali dan/ atau mendaur ulang air dalam operasi anda ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menentukan kuantitas/ jumlah, mutu dan lokasi sumber air yang dapat dipakai kembali ?	
- Sudahkah anda memverifikasi bahwa penggunaan kembali air tidak merusak mutu produk akhir anda ?	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk mendaur ulang paling tidak sebagian dari air pencuci (misalnya dengan menggunakan air limbah langkah pencucian sebelumnya kembali pada langkah pertama) ?	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan lain untuk mengurangi atau mendaur ulang air pada tahap-tahap pengolahan lainnya (misalnya dengan mensirkulasikan kembali air pendingin)	
- Sudahkah anda memikirkan untuk mengumpulkan dan menggunakan air hujan sebagai pembilas toilet atau menyiram area pertamanan ?	
Apakah anda telah meneliti kemungkinan untuk mengurangi konsumsi air dibagian yang tidak berkaitan dengan produksi ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menutup seluruh keran yang terbuka ?	
- Sudahkah anda menutup atau menghilangkan setiap kebocoran air yang tidak benar-benar diperlukan ?	
- Sudahkah anda memasang alat penghemat air yang tidak mahal. Pada tempat yang sesuai (misalnya aerator, penahan aliran) ?	
- Sudahkah anda memasang tanda dekat keran guna mengingatkan para pekerja untuk mengkonservasi air ?	
- Sudahkah toilet dilengkapi dengan kontainer air yang ukurannya lebih kecil atau tombol penghentian air berserta petunjuk pemakaiannya ?	

<p>Apakah anda telah mengambil langkah guna menghemat air yang dipakai selama proses pembersihan ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Sebagai ganti menggunakan selang air untuk membersihkan lantai, sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk menggunakan sikat dan sapu sebagai langkah pertama untuk menyingkirkan limbah dan kotoran ?	
- Sudahkah mempertimbangkan pemasangan bak cuci kecil sehingga para pekerja tidak memakai selang air untuk merawat kebersihan diri ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk menggunakan hanya sedikit air saja untuk membersihkan kontainer (yakni 2-4 liter untuk tempat penyimpanan berkapasitas sampai 200 liter) ?	
<p>Apakah anda telah mengambil langkah guna menghindari penyumbatan system air limbah ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda menggunakan saringan guna mencegah limbah padat memasuki saluran air ?	
- Apakah anda secara berkala membersihkan saringan ini guna memperkecil masalah penyumbatan ?	
- Sudahkah anda memasang pemisah lemak pada saluran pembuang ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para karyawan untuk tidak membuang lemak atau limbah padat melalui system pembuangan air kotor ?	
- Sudahkah anda menetapkan pemeliharaan rutin termasuk interval dan tanggung jawab untuk pengecekan reguler atas pemisah lemak serta prosedur yang harus diikuti untuk membersihkan saluran pembuangan ?	
<p>Apakah anda telah mengambil langkah guna menghindari polusi tak perlu atas air limbah dibagian yang tidak berkaitan dengan produksi ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Sudahkah anda memasang instruksi (dalam bahasa setempat atau dengan menggunakan symbol) yang meminta orang tidak membuang sampah kedalam toilet ?	
- Sudahkah anda menempatkan bak sampah dekat toilet ?	
- Apakah kantong saniter tersedia di semua toilet dan sudahkah asbak dipasang di WC ?	
- Apakah anda menghindari penggunaan deodoran dit toilet dan WC ?	

<p>Apakah air limbah diolah dengan cara yang baik dari segi lingkungan hidup ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
<p>- Apakah perusahaan anda terhubung ke sistem saluran umum yang sesuai ?</p>	
<p>- Apakah system air limbah umum ini terhubung keinstalasi pengolahan air limbah yang sesuai ?</p>	
<p>- Jika tidak terhubung ke sistem air limbah umum, apakah anda memenuhi standart hukum yang berlaku untuk limbah cair ?</p>	
<p>- Jika tidak terhubungan ke sistem air limbah umum yang sesuai sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk mengolah lebih dahulu air limbah dilahan anda sendiri (misalnya dengan menggunakan proses biologis) ?</p>	
<p>- Jika anda mempunyai instalasi pengolahan sendiri, sudahkah anda menentukan pemeliharaan rutin termasuk tanggung jawab dan interval untuk pengecekan reguler atas instalasi pengolahan serta prosedur yang harus diikuti bilamana pembersihan, pembuangan lumpur, atau perbaikan diperlukan ?</p>	

DAFTAR PERIKSA 5 ENERGI

Tujuan : Pengurangan Konsumsi Energi dan Pemakaian Panas Limbah dan Sumber Energi yang Rumah Lingkungan Hidup	
TINDAKAN YANG HARUS DIPERTIMBANGKAN	OBSERVASI
<p>Apakah anda memantau konsumen Energi dalam perusahaan anda ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda tahu berapa banyak energi (misalnya listrik, gas, minyak, pemanas dan lain-lain) dikonsumsi secara keseluruhan tiap bulan dan berapa banyak dikonsumsi dibagian produksi spesifik dan/atau pada setiap tahap produksi ?	
- Apakah anda tahu berapa yang harus dibayar setiap bulan untuk tiap sumber energi ?	
<p>Apakah anda telah meneliti peluang untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Apakah anda menghindari menjalankan peralatan yang konsumsi energinya tidak sesuai dengan kebutuhan produksi ?	
- Sudahkah anda meneliti kemungkinan untuk mengalihkan tahap produksi dengan energi tinggi ke waktu dimana besarnya tarif tidak pada puncaknya ?	
- Dapatkah anda memakai plesteran atau cat putih guna meningkatkan pantulan sinar dinding bagian dalam dan (dalam hal iklim panas) guna meningkatkan pantulan panas dari dinding luar dan atap ?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan untuk menggunakan hawa panas mesin dan proses guna menghangatkan tempat kerja dalam iklim dingin ?	
- Apakah anda memakai tirai untuk lubang dinding/ jendela guna mendefleksikan panas dari sinar matahari langsung ?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan menanam pohon dan semak disekitar lahan guna menyediakan tirai alam dan menyaring debu luar ?	
<p>Apakah anda telah mengambil langkah guna menghindari kehilangan energi ?</p> <p>*Ya *Tidak *Sebagian</p>	
- Sudahkah anda memverifikasi bahwa pipa air panas telah diinsulasi dengan baik untuk menghindari kehilangan energi ?	
- Sudahkah anda memelihara insulasi dengan baik terhadap pipa air dingin guna memastikan bahwa sistem pendinginan dan penyejukan udara tidak menjadi panas ?	

- Apakah anda menjaga sistem pemipaan udara bertekanan untuk menghindari kehilangan tekanan ?	
- Sudahkah anda menetapkan pemeliharaan rutin termasuk interval dan tanggung jawab untuk pengecekan reguler atas kebocoran, serta prosedur untuk diikuti bilamana perbaikan diperlukan ?	
Apakah peralatan anda telah terpasang secukupnya ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda memasang jaringan kabel dan jaringan kawat listrik yang tepat (terutama dibagian operasi basah) guna menghindari terbuangnya listrik dan kerusakan pada mesin ?	
- Sudahkah sirkuit listrik yang kurang reproteksi diinsulasi dengan baik guna menghindari kehilangan ?	
- Apakah fitting listrik sesuai dengan kebutuhan tenaga sesungguhnya ?	
Apakah Konsumsi energi anda disesuaikan dengan persyaratan sesungguhnya ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah suhu maksimum untuk persediaan air panas anda dibatasi pada 60 ⁰ C ?	
- Sudahkah anda memverifikasi bahwa tempat penyimpanan air panas anda tidak terlalu besar ukurannya ?	
Apakah anda telah meneliti berbagai opsi untuk memakai kembali energi yang dibangkitkan dalam operasi anda ? *Ya *Tidak *Sebagian	
Apakah anda mempunyai iluminasi yang memadai dan menghemat energi ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda membeli bola lampu atau lampu neon yang hemat energi dan menghindari pembelian bola lampu listrik konvensional ?	
- Apakah anda menyediakan penerangan yang cukup guna mengurangi kelelahan pekerja, pegal mata dan sakit kepala ?	
- Apakah anda menjaga agar semua jendela bersih pada setiap saat, guna mengurangi kebutuhan akan penerangan buatan ?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan untuk mengecat dinding dan langit-langit dengan warna terang, guna meningkatkan distribusi terang secara alami ?	
- Sudahkah anda meminta para karyawan untuk mematikan lampu dibagian tidak perlu dan pada malam hari ?	

- Sudahkah anda melakukan pembagian yang sesuai atas sirkuit sehingga memungkinkan menerangi hanya bagian tertentu dalam kamar dan ruangan besar, bukan seluruh bagian?	
- Sudahkah anda mempertimbangkan untuk memasang dectector gerakan otomatis untuk iluminasi (misalnya untuk koridor, ruang yang jarang digunakan seperti penyimpanan barang, dll) ?	
Apakah system pemanas air dan system pembangkit listrik anda efisien dan ramah lingkungan hidup ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda mengambil langkah untuk memaksimalkan pembakaran unit boiler anda ?	
- Sudahkah anda memeriksa apakah sumber energi yang dipakai untuk pemanasan air adalah yang paling efisien dari segi biaya dan yang paling rendah emisinya ?	
- Sudahkah anda meneliti kemungkinan untuk memasang sistem pemanasan air dengan tenaga surya ?	
- Sudahkah anda menyelidiki opsi untuk menggunakan unit gabungan dari panas dan tenaga berskala kecil ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para karyawan untuk mengurangi masa pra pemanasan untuk mesin sebanyak mungkin?	
- Sudahkah anda menginstruksikan personal untuk mematikan burner, heater, lampu, dan peralatan stand-by bilamana tidak dipakai dan pada malam hari ?	
- Apakah anda memberitahu para karyawan mengenai penghematan biaya yang telah tercapai dan/atau yang dapat dicapai melalui konservasi energi ?	
Apakah peralatan pendingin atau pembekuan anda dioperasikan dengan cara yang efisien dari segi energi ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk menyesuaikan system pendingin udara ke suhu yang lebih kurang dingin (misalnya 22-24°C) ?	
- Sudahkah lemari es dan freezer ditempatkan dilokasi yang bertindak dari ekposur radiasi panas (yakni tidak dekat oven, heater, atau sinar matahari) ?	
- Sudahkah anda memastikan bahwa semua kondensor dan rib pendingin cukup mendapat ventilasi dan bahwa motor tidak bersentuan langsung dengan dinding ?	
- Sudahkah anda mengambil langkah guna mengoptimalkan penggunaan volume pendinginan anda yang tersedia sehingga masing-masing unit lainnya dapat dimatikan bilamana tidak diperlukan untuk penyimpanan ?	

- Sudahkah anda memastikan bahwa suhu pendingin selalu disesuaikan dengan kebutuhan spesifik bahan tersimpan?	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk melepaskan dinding plastik atau kaca dalam freezer untuk meningkatkan sirkulasi air dingin ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan personal untuk membiarkan benda panas menjadi dingin sebelum menempatkan dalam lemari es atau freezer ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para karyawan untuk melepaskan kemasan luar yang tidak diperlukan sebelum membekukan bahan atau produk dilakukan ?	
- Sudahkah anda meminta para karyawan untuk memperkecil frekuensi pembukaan pintu unit pendingin dan sudahkah anda memasang peringatan pada pintu freezer/lemari es ?	
- Apakah anda secara reguler memeriksa seluruh seal perapat pada pintu dan tutup, mendeforest lemari es dan freezer, dan membersihkan kondensor dan rib pendingin (setelah memutuskan hubungan dari sumber tenaga listrik) ?	
Apakah anda mengikuti program pemeliharaan preventif untuk peralatan energi anda ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah program pemeliharaan anda meliputi tanggung jawab dan interval untuk pengecekan berkala terhadap emisi untuk mengontrol efisiensi mesin pembakaran (misalnya system pemanasan) ?	
- Apakah anda secara berkala memeriksa katalisator pada kendaraan anda ?	
Apakah anda mempertimbangkan peralatan yang efisien dari segi energi bilamana membeli barang baru ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda mempertimbangkan karakteristik konsumen energi bilamana membeli peralatan baru ?	
- Sudahkah anda memeriksa apakah peralatan energi anda sudah berusia lebih dari 10 tahun dan harus digantikan dengan system yang lebih efisien?	
- Sudahkah anda memeriksa apakah anda dapat memakai peralatan yang digerakkan gas atau bahan bakar yang lebih efisien dibandingkan dengan sumber listrik ?	
Apakah anda mempunyai system yang memadai untuk menangani padamnya aliran listrik ? *Ya *Tidak *Sebagian	

<p>- Jika perusahaan anda secara berkala mengalami terputusnya aliran listrik, apakah anda mempunyai generator listrik sendiri yang efisien dari segi energi, apakah generator ini cukup kapasitasnya guna menangani terputusnya aliran listrik pada tahap-tahap produksi yang paling penting ?</p>	
<p>- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan untuk mengganti peralatan listrik dengan mesin yang dapat menggunakan sumber energi lain (misalnya: bahan bakar gas) guna mengurangi ketergantungan terhadap suplai tenaga listrik umum (PLN) ?</p>	

**DAFTAR PERIKSA 6 PROTEKSI KESELAMATAN DAN KESEHATAN
TEMPAT KERJA**

Tujuan : Proteksi terhadap kecelakaan, bahan berbahaya, bau, bising, dan cedera	
Tindakan yang harus dipertimbangkan	Observasi
Catatan penting : peningkatan kondisi bagi proteksi keselamatan dan kesehatan pekerja dan mengurangi resiko kebakaran dapat mengurangi biaya asuransi bagi perusahaan anda	
Apakah anda telah mengambil langkah untuk memperkecil resiko kecelakaan ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menutup semua lubang saluran dan lubang lantai dengan kisi-kisi yang terbuat dari bahan anti karat (misalnya beton, kayu) guna mencegah kejatuhan dan kecelakaan ?	
- Apakah kisi-kisi tersebut mempunyai lubang-lubang kecil guna mencegah jatuhnya limbah padat kedalam saluran ?	
- Sudahkah anda memperbaiki lantai padat kedalam saluran ?	
- Sudahkah anda memperbaiki lantai yang tidak rata guna mencegah kecelakaan selama pergerakan personil dan ketika mengangkat bahan ?	
Apakah anda memastikan bahwa mesin dan peralatan anda tidak menyebabkan resiko yang sebenarnya dapat dihindari terhadap personil anda ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda memasamng alat pengaman (misalnya pelindung, pagar, tutup) guna mencegah kontak antara manusia dengan bagian mesin yang bergerak (misalnya sabuk, pres, bagian transmisi, gigi terbuka) ?	
- Sudahkah anda menandai dengan jelas seluruh tombol dan sakelar kontrol pada mesin dengan warna dan label dalam bahasa setempat sehingga setiap pekerja dapat mengambil tindakan yang diperlukan dalam keadaan darurat ?	
- Sudahkah anda memeriksa bahwa seluruh alat pemotong disimpan ditempat yang aman ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para karyawan untuk selalu mematikan mesin dan setiap peralatan pemotong sebelum membersihkan ?	
Apakah anda mengambil langkah guna memastikan agar lingkungan kerja seaman mungkin bagi karyawan ?	

*Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda memastikan bahwasemua rak tidak dapat terguling ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk tidak menyusun kontainer dan kota terlalu tinggi ?	
- Sudahkah anda mengidentifikasi dan menyingkirkan seluruh benda yang tak perlu dari bagian produksi ?	
- Sudahkah anda memeriksa bahwa seluruh tangga aman?	
- Sudahkah anda memasang lantai anti selip ?	
- Sudahkah anda melandaikan lantai guna menciptakan drainase alami untuk air dan limbah cair kedalam saluran limbah ?	
- Apakah anda menghindari kawat, kabel, atau pipa listrik yang melintasi pintu atau kedalam bagian kerja lain ?	
- Apakah peralatan dan kawat listrik diperiksa secara berkala dan diperbaiki hanya oleh staff yang kompeten ?	
- Apakah jalan keluar darurat telah dipasang dalam jumlah dan ukuran yang cukup dan apakah terjamin bahwa semua ini selalu dapat diakses dengan bebas dan selalu terbuka ?	
Apakah informasi mengenai bahan berbahaya siap tersedia dan mudah diakses ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah Lembar Data Keamanan Bahan (MSDS) yang menguraikan prosedur rutin dan darurat untuk menangani seluruh bahan kimia berbahaya langsung tersedia disatu tempat khusus ?	
- Sudahkan anda memberi tahu personil anda tentang bahan yang dapat menimbulkan resiko lingkungan atau resiko kesehatan ?	
Apakah peralatan proteksi diri untuk menangani bahan berbahaya tersedia bagi para pekerja dan terpelihara dengan baik ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah seluruh personil telah dilengkapi dengan pakaian kerja sesuai dengan standar kesehatan dan keselamatan perindustrian ?	
- Apakah perlengkapan proteksi (yakni sarung tangan, apron, masker, kacamata pengaman, sepatu) tersedia dalam jumlah yang cukup (misalnya untuk penyimpanan dan penanganan bahan berbahaya) ?	
- Sudahkah para pekerja dilatih mengenai pemakaian yang benar (termasuk kapan dan dimana alat bersangkutan harus dipakai) dan pemeliharaan perlengkapan alat proteksi diri?	
- Sudahkah anda memberitahukan para pekerja tentang efek kesehatan yang mungkin timbul akibat tidak mengenakan alat proteksi diri ?	

- Sudahkah anda memberitahu para pekerja tentang efek kesehatan yang mungkin timbul akibat tidak mengenakan alat proteksi diri ?	
- Apakah anda membersihkan, mengeringkan, dan menyimpan perlengkapan proteksi diri ditempat yang aman guna menjamin efektifitasnya dan alat tahan lama ?	
- Apakah anda secara berkala mengganti alat proteksi diri yang sudah tidak baik lagi akibat pemakaian atau rusak ?	
Apakah anda telah mengadakan persiapan bilamana terjadi kecelakaan ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah Kit PPPK tersedia diseluruh bagian produksi dan apakah ini secara berkala diperiksa (misalnya setiap bulan) guna mengisi kembali barang yang terpakai dan mengganti barang yang sudah kadaluwarsa ?	
- Sudahkah 1-2 karyawan dilatih dan disahkan untuk membeli bantuan medis dasar ?	
- Apakah wastafel atau tempat mandi pengaman tersedia dan berdekatan dengan bagian dimana bahan kimia berbahaya disimpan dan digunakan yang dapat dipakai untuk membersihkan diri dan situasi darurat ?	
- Sudahkah nomor telepon ambulan darurat dan dinas pemadam kebakaran dicatat sehingga mudah terlihat pada telepon ?	
- Sudahkah anda menyiapkan rencana darurat dan pekerjaan terlatih dalam memperingatkan dan mengevaluasi fasilitas menyelamatkan korban kecelakaan dan barang-barang bilamana terjadi cedera ?	
- Sudahkah anda memberitahukan dokter setempat dan rumah sakit hospital terdekat tentang resiko keselamatan dan bahaya kesehatan operasi anda ?	
Apakah anda telah mengambil langkah untuk memperkecil bahaya kebakaran ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda melarang orang merokok diseluruh bagian produksi dan terutama dibagian dimana bahan kimia disimpan/atau dicampur ?	
- Sudahkah anda menginsulasi, mengurung dan melindungi seluruh bagian dan beraliran listrik (kawat terbuka/ tak tersambung fitting terbuka) dengan menggunakan perintang atau dengan menempatkan kabel transmisi diatas ?	
- Apakah anda memakai kode warna standart yang secara jelas mengidentifikasi berbagai jenis kabel dan koneksi yang berbeda ?	

- Sudahkah anda memasang alat proteksi (misalnya skring dan pemutus sirkuit) yang segera memutuskan suplai aliran listrik bilamana terjadi kelebihan beban ?	
- Apakah anda memastikan bahwa kotak terminal dari semua motor tertutup guna menghindari percikan api ?	
- Apakah anda sering mengambil kain lap berminyak dan limbah mudah terbakar dari bagian produksi ?	
- Apakah anda menyimpan bahan bakar untuk mesin dilokasi yang aman jauh dari bagian produksi ?	
- Apakah anda segera membersihkan tumpahan bahan kimia guna mencegah campuran tak disengaja yang dapat menimbulkan percikan api atau ledakan ?	
Apakah anda telah mengambil langkah untuk memperkecil bahaya kebakaran ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah jumlah alat pemadam kebakaran cukup tersedia diseluruh bagian produksi dilokasi yang ditandai dengan jelas ?	
- Apakah alat pemadam kebakaran yang sesuai tersedia dan ditandai untuk kelas kebakaran berbeda (A, B, C, D, E) ?	
- Apakah anda menghindari pemakaian CFC/ halon pada alat pemadam kebakaran ?	
- Dapatkah alat pemadam kebakaran yang sesuai dicapai dengan mudah oleh para pekerja pada setiap saat ?	
- Apakah seluruh karyawan mengetahui lokasi alat pemadam kebakaran dan sudahkah mereka dilatih dalam pemakaiannya ?	
- Apakah anda melakukan pengecekan (misalnya setiap 1-2 tahun) guna memastikan semua alat pemadam kebakaran selalu operasional dan diisi kembali secara berkala ?	
- Apakah selimut tahan api tersedia dan dapatkah ini juga dicapai dengan mudah ?	
- Sudahkah anda memberitahukan para karyawan tentang cara bertindak jika terjadi kebakaran ?	
- Sudahkah anda menunjuk seorang yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasi tindakan jika terjadi kebakaran ?	
- Apakah jalan keluar kebakaran dengan jelas ditunjukkan dan tidak terkunci ?	
Apakah anda telah mengambil langkah untuk mengurangi resiko kesehatan ?	
*Ya *Tidak *Sebagian	
- Apakah anda menjaga semua toilet dalam kondisi bersih guna memperkecil resiko kesehatan bagi para pekerja ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk memastikan	

untuk menutup dengan baik setiap goresan dan luka guna mencegah penyerapan zat yang terbawa udara ?	
- Apakah anda mengharuskan agar semua karyawan mengenakan sepatu atau sepatu bot disemua bagian produksi ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk memastikan agar selalu mencuci tangan mereka sebelum makan atau merokok selama jam kerja ?	
- Apakah anda melarang orang makan, mengunyah, minum minuman keras dan merokok ditempat kerja dimana terdapat bahan kimia berbahaya ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk tidak memasukkan jari tangan mereka dalam mulut, hidung, kuping dan mata mereka ketika menangani bahan kimia ?	
- Apakah anda memastikan bahwa para karyawan mencuci bagian tubuh yang terbuka dengan sabun desinfektan setelah menangani bahan kimia atau bekerja dalam proses yang melibatkan bahan kimia ?	
- Sudahkah anda menginstruksikan para pekerja untuk segera menghilangkan tumpahan bahan kimia pada kulit dan mata mereka dengan menggunakan air deras ?	
Apakah anda secukupnya mengontrol emisi udara ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda menyediakan ventilasi yang cukup guna mengurangi konsentrasi kabut, uap, gas atau debu diudara, dan untuk menurunkan tingkat kelembaban dan suhu dibagian produksi ?	
- Apakah seluruh ventilasi alami telah mencapai biaya terendah dengan memanfaatkan sirkulasi horizontal udara sekitar dan melintasi bangunan dan memanfaatkan kecenderungan udara panas untuk bergerak keatas ?	
- Sudahkah anda menyingkirkan dinding pemisah dan / atau menambah lubang dinding guna meningkatkan aliran alami udara ?	
- Apakah system buangan udara setempat telah terpasang pada mesin dengan emisi udara tinggi dan apakah kesemua ini terhubung kealat pengumpulan atau scrubber yang memadai ?	
*Catatan : jika sistem ekstraksi belum dipasang, maka masker debu tidak efektif mengingat ini dapat segera menjadi tersumbat.	
- Sudahkah anda mengidentifikasi sumber bau buruk yang dikeluarkan ?	
- Dapatkah anda memperkecil bau yang timbul dari penyimpanan tak benar limbah organic dengan membuang limbah ini sesering mungkin ?	

Apakah anda mencoba mengurangi tingkat kebisingan ? *Ya *Tidak *Sebagian	
- Sudahkah anda memeriksa kemungkinan mengurangi kebisingan yang timbul dari proses manufacturing dengan memasang bantalan terhadap peralatan tertentu ?	
- Sudahkah anda menutupi semua gear dan melimasi bagian mesin yang berisik guna mengurangi polusi kebisingan ?	
- Sudahkan anda mengganti gigi yang dicor kasar dengan gigi atau drum potongan mesin yang mengeluarkan getaran lebih sedikit ?	
- Sudahkan anda mengganti roda bergigi besi coran dengan roda bergigi telfon atau plastik yang jauh kurang berisik ?	
- Sudahkan anda mempertimbangkan gagasan mengalihkan mesin bersisik kelokasi terisolasi atau memisahkan mesin bersangkutan dengan dinding yang menyerap suara?	
- sudahkan anda menyediakan bagi para operator mesin alat proteksi pendengaran (misalnya sumbat kuping, tutup kuping) ditempat kerja dengan taraf kebisingan tinggi terus menerus ?	