



PRELIMINARY DESIGN PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK PABRIK RECOVERI URANIUM DARI ASAM FOSFAT KAPASITAS 50 M³/HARI DENGAN PROSES ANAEROBIK – AEROBIK

Puji Santosa Suwardiyono, Tukiman

PRPN BATAN, Kawasan PUSPIPTEK, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK.

PRELIMINARY DESIGN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK PABRIK RECOVERI URANIUM DARI ASAM FOSFAT KAPASITAS 50 M³/HARI DENGAN PROSES ANAEROBIK – AEROBIK. Telah dilakukan perancangan awal sistem pengolahan limbah cair domestik dari pabrik recoveri uranium dari asam fosfat dengan kapasitas 50 M³/hari. Limbah cair berasal dari 289 orang karyawan . Limbah cair domestik yang dihasilkan adalah 173 liter per hari per orang sehingga limbah yang ditimbulkan sebesar 50 M³ per hari. Beban COD dihitung sebesar 600 mg/liter, BOD sebesar 300 mg/liter, kadar amoniak 36 mg/liter. Proses pengolahan yang digunakan adalah sistem gabungan anaerob – aerob. Dari hasil kalkulasi didapat bahwa panjang efektif total 20,5 meter x lebar efektif 4 meter x kedalaman efektif 2 meter. Kapasitas blower 1 M³/menit x 1,5 kW. Tipe difuser yang digunakan adalah coarse disc dengan material body PVC , sedangkan material membrane difuser terbuat dari karet .

Kata kunci: pengolahan limbah cair, domestik, anerobik, aerobik, blower, difuser.

ABSTRACT.

PRELIMINARY DESIGN OF DOMESTIC WASTE WATER TREATMENT 50 M³/DAY FROM URANIUM RECOVERI OF PHOSPORIC ACID PLANT WITH ANEROBIK–AEROBIC PROCESS. Prelimnery design of domestic waste water treatment 50 M³/ day from recoveri uranium from phosphoric acid factory capacity 50 M³/ day has been performed . Liquid waste produced from 289 person . Domestic liquid waste generated is 173 liters per day per person to produce a waste of 50 M³ per day. Poluttan load calculated on COD 600 mg/liter, BOD 300 mg/liter, ammonia 36 mg/liter. Treatment process used is anaerob – aerob system. From calculation result got total effective length 20.5 meters x effective wide 4 meters x effective depths 2 meters. Blower capacity is 1 M³/menit x 1,5 kW . Type difuser is coarse disc. Materal body difusser is PVC, materials membrane made from rubber.

Keywords: waste tratment, domestic, anaerobic, aerobic, blower, difuser.

1. PENDAHULUAN

Limbah adalah buangan dari kegiatan manusia, makhluk hidup lainnya dan proses alam yang belum dapat dimanfaatkan karena pengolahannya tidak ekonomis. Karena perkembangan teknologi nantinya buangan tersebut dapat dimanfaatkan, buangan tersebut tidak dapat lagi disebut limbah. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak, kedalam air yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai dengan peruntukannya. Komposisi limbah cair domestik rata-rata mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa makanan, urin, dan sabun. Sebagian



limbah rumah domestik berbentuk suspensi lainnya dalam bentuk bahan terlarut. Limbah cair ini dapat dibagi 2 yaitu limbah cair toilet yang umum disebut black water dan limbah cair dari mandi-cuci yang disebut grey water. Black water oleh sebagian kalangan industri dibuang melalui septic tank, namun sebagian dibuang langsung ke sungai. Sedangkan grey water hampir seluruhnya dibuang ke sungai-sungai melalui saluran. Demikian juga dari aktivitas kegiatan proses produksi pabrik recovery uranium salah satu limbah yang ditimbulkan adalah limbah cair domestik, dimana sesuai aturan limbah tersebut harus dilakukan pengolahan agar sesuai baku mutu. ⁽¹⁾

2. TEORI

Secara umum limbah cair domestik mengandung senyawa organik yang mudah terurai dengan mikroorganisme. Untuk mengolah air yang mengandung senyawa organik umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses biologis dengan proses kimia fisika. Proses secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara). Untuk sistem pengolahan air limbah domestik yang dihasilkan dari karyawan pabrik digunakan proses gabungan antara proses anaerobik dan aerobik⁽²⁾, karena memiliki keunggulan sebagai berikut ⁽²⁾:

1. Pengolahannya sangat mudah.
2. Biaya operasinya rendah.
3. Lumpur yang dihasilkan relatif sedikit.
4. Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor.
5. Suplai udara untuk aerob relatif kecil.
6. Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
7. Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.

Kombinasi biofilter anaerob-aerob merupakan pengembangan dari proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak yang terdiri dari beberapa bagian yakni bak pengendap awal biofilter anaerob, biofilter aerob, bak pengendap akhir dan jika perlu dilengkapi dengan bak konduktor khlor. Air limbah yang berasal dari aktivitas karyawan dialirkan melalui saringan kasar untuk menyaring sampah yang berukuran besar seperti sampah daun, kertas, plastik. Melalui saringan, air limbah dialirkan ke bak pengendap awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran lainnya (juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan,



pengurai lumpur dan penampung lumpur. Selanjutnya dialirkan ke bak konduktor anaerob dengan arah aliran dari atas ke dan bawah ke atas. Bak ini diisi dengan media dari bahan plastik atau krikil/batu split dan dapat dibuat lebih dari satu sesuai dengan kualitas dan kuantitas air baku yang akan diolah. Penguraian Zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik. Setelah beberapa hari operasi pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan mikro organisme (inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengedap⁽²⁾).

3. TATAKERJA RANCANGAN

Preliminary design pengolahan limbah cair domestik pabrik recoveri uranium dari asam fosfat dilakukan menurut tahapan sebagai berikut :

3.1. Penentuan Karakteristik limbah domestik

Karakteristik limbah domestik yang digunakan untuk rancangan , diambil dari data – data karakteristik limbah domestik pada umumnya ⁽³⁾, dijelaskan dalam tabel berikut ini

Tabel.1. Karakterisitik limbah domestik

NO.	PARAMETER	Kadar	SATUAN
1	Amoniak	36	mg-N/L
2	pH	5-9	
3	BOD	300	mg/L
4	COD (Bichromat)	600	mg/L

3.2. Baku mutu limbah domestik

Baku mutu limbah domestik ini digunakan sebagai acuan rancangan sistem pengolahan limbah cair domestik.

Tabel 2. Baku Mutu limbah domestik⁽³⁾.

NO.	PARAMETER	BUKU MUTU	SATUAN
1	Amoniak	10	mg-N/L
2	pH	6-9	
3	BOD	50	mg/L
4	COD (Bichromat)	80	mg/L

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang akan dirancang yang digunakan untuk secara garis besar terdiri dari bak pengendapan/pengurai anaerob dan unit pengolahan



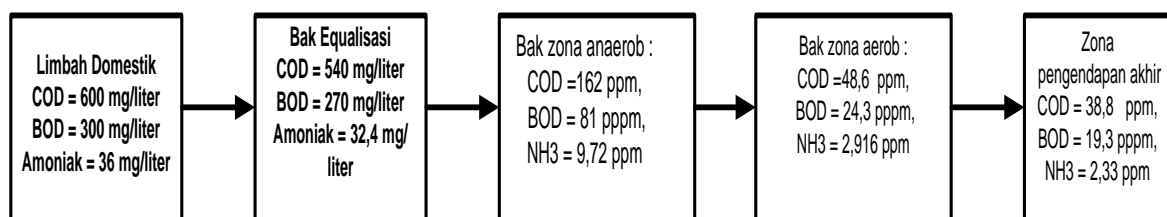
lanjut dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Bak pengurai anaerob dibuat dari bahan beton cor disesuaikan dengan kondisi yang ada. Unit pengolahan lanjut dibuat dengan konstruksi beton dengan pembagian ruangan di dalam alat tersebut dibagi menjadi beberapa zona yakni ruangan pengendapan awal, zona biofilter anaerob, zona biofilter aerob dan zona pengendapan akhir ⁽²⁾.

3.3.Menghitung Kapasitas Alat

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) ini dirancang untuk dapat mengolah air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi dengan total karyawan sebesar 289 orang ⁽⁴⁾, dari data rata – rata limbah cair yang dihasilkan perhari sebesar 173 liter ⁽⁴⁾, maka kapasitas instalasi pengolahan air limbah sebesar 289 orang X 173 liter/orang = 49,997 M³/hari,dibulatkan 50 M³/hari

3.4.Skenario penurunan COD dan BOD, NH₃

Skenario penurunan COD (*Chemical Oksigen Demand*), BOD (*biological oksigen demand*) dan amoniak di jelaskan dalam blok diagram berikut ini :



Gambar.1. Blok Diagram Penurunan COD, BOD dan Amoniak Untuk Sistem Instalasi Pengolahan Air limbah Domestik Kapasitas 50 M³/hari

3.5.Menghitung dimensi alat

3.5.1.Bak Equalisasi

Debit Air Limbah = 50 M³/hari = 2,08 M³/jam . Waktu Tinggal diambil 15 jam ⁽²⁾, volume efektif = 2,08 M³/jam x 15 = 31,2 M³, dibulatkan 32 M³, diambil dimensi bak equalisasi = panjang x lebar x dalam = 4 x 4 x 2 meter ⁽²⁾.



3.6.2. Menghitung Bak Pengendapan Awal

Debit Air Limbah = $50 \text{ M}^3/\text{hari} = 2,08 \text{ M}^3/\text{jam}$. Waktu Tinggal diambil $9 \text{ jam}^{(2)}$, volume efektif = $2,08 \text{ M}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam} = 20,8 \text{ M}^3$, diambil 20 M^3 , diambil dimensi bak pengendapan awal = panjang x lebar x dalam = $4 \times 2,5 \times 2 \text{ meter}^{(2)}$.

3.5.3. Menghitung Bak Biofilter Anaerob

Debit Air Limbah = $50 \text{ M}^3/\text{hari} = 2,08 \text{ M}^3/\text{jam}$. Waktu Tinggal diambil $30 \text{ jam}^{(2)}$, volume efektif = $2,08 \text{ M}^3/\text{jam} \times 30 = 62,4 \text{ M}^3$, diambil 64 M^3 , dimensi bak biofilter anaerob = panjang x lebar x dalam = $8 \times 4 \times 2 \text{ meter}^{(2)}$. Volume total unggun medium 50 % dari volume bak biofilter anaerob = $50 \% \times 64 \text{ M}^3 = 32 \text{ M}^3$, porositas medium diambil = $0,45^{(2)}$, maka volume medium tanpa rongga = $(1 - 0,45) \times 32 \text{ M}^3 = 17,6 \text{ M}^3$. Total volume rongga dalam medium = $0,45 \times 32 \text{ M}^3 = 14,4 \text{ M}^3$, volume air di dalam zona anaerob = $64 \text{ M}^3 - 17,6 \text{ M}^3 = 46,4 \text{ M}^3$, waktu Tinggal di dalam zona Anaerob = $46,4 \text{ M}^3 / 2,08 \text{ M}^3/\text{jam} = 22,3 \text{ jam}$, sehingga waktu kontak di dalam medium zona Anaerob = $17,6 \text{ M}^3 / 2,08 \text{ M}^3/\text{jam} = 8,46 \text{ jam}$, total waktu tinggal dalam bak biofilter anaerob = $22,3 \text{ jam} + 8,46 \text{ jam} = 30,86 \text{ jam}$.

3.5.4. Menghitung Zona Aerob

Debit Air Limbah = $50 \text{ M}^3/\text{hari} = 2,08 \text{ M}^3/\text{jam}$. Waktu Tinggal diambil $8 \text{ jam}^{(2)}$, volume efektif = $2,08 \text{ M}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 16,64 \text{ M}^3$, diambil 16 M^3 , diambil dimensi bak aerob = panjang x lebar x dalam = $2 \times 4 \times 2 \text{ meter}^{(2)}$.

3.6.5. Menghitung Ruang Pengendapan Akhir

Debit Air Limbah = $50 \text{ M}^3/\text{hari} = 2,08 \text{ M}^3/\text{jam}$. Waktu Tinggal diambil $10 \text{ jam}^{(2)}$, volume efektif = $2,08 \text{ M}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam} = 20,8 \text{ M}^3$, diambil 20 M^3 , diambil dimensi bak aerob = panjang x lebar x dalam = $4 \times 2,5 \times 2 \text{ meter}^{(2)}$.

3.6.6. Menghitung blower yang dibutuhkan

Diketahui BOD limbah masuk = 300 mg/liter (gram/M^3), NH_3 masuk = 36 mg/liter (gram/M^3). BOD keluar = $19,3 \text{ gram/liter}$, NH_3 keluar = $2,33 \text{ mg/liter}$. Dari data tersebut dihitung beban BOD dan NH_3 . Beban BOD = $(300 - 19,3) \text{ gram}/\text{M}^3 \times 50 \text{ M}^3/\text{hari} = 14.035 \text{ gram BOD /hari} = 14,035 \text{ kg BOD/hari}$, beban amonia = $(36 - 2,33) \text{ gram}/\text{M}^3 \times 50 \text{ M}^3/\text{hari} = 1683,5 \text{ gram/hari} = 1,6835 \text{ kgNH}_3/\text{hari}$.



3.6.6.1. Menghitung kebutuhan oksigen secara aktual

Kebutuhan oksigen secara aktual dihitung dengan bantuan kalkulator Jisan 01, dengan cara memasukan beban BOD per hari sebesar 14,035 kg BOD, dan beban amonia sebesar 1,6835 kgNH₃, didapat kebutuhan oksigen secara aktual (*Actual Oxygen Requirement / AOR*).

Tabel.3. Hasil perhitungan kebutuhan oksigen aktual

<i>Calculation actual oxygen report</i>					
		<i>Nb</i> =	1	<i>Units</i>	
		<i>Q Usage</i> =	50	<i>M³/d</i>	
	<i>Assumed</i>	<i>O₂ Load</i> =	1.2	<i>Kg O₂ / Kg BOD req</i>	
			4.6	<i>Kg O₂ / Kg NH₃ req</i>	
		<i>AOR</i> =	16.842	<i>Kg O₂ / d</i>	<i>BOD₅</i>
			7.7	<i>Kg O₂ / d</i>	<i>NH₃</i>
		<i>Total AOR</i> =	24.542	<i>Kg O₂ / d</i>	
		<i>SAOR</i>	0.65635	<i>Kg O₂ / hr</i>	
<i>AOR = Actual Oxygen Requirement (Kebutuhan aktual oksigen)</i>					
<i>OCF = Oxygen Converted Factor Calculation = 0,641863</i>					
<i>SAOR = Standart Actual Oxygen Requirement (Kebutuhan aktual oksigen dalam kondisi standart)</i>					
<i>Nb = number of blower (jumlah blower yang digunakan)</i>					

3.6.6.2. Menghitung power blower dan jumlah diffuser yang dibutuhkan.

Dari hasil perhitungan kebutuhan aktual oksigen, dihitung *power blower* dan jumlah difuser dengan bantuan kalkulator Jisan 01⁽³⁾, perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Diambil angka *Bl-ug* sebesar 20 hr/d, angka *transfer efficiency* sebesar = 85 %, *No* sebesar 0.8 *Kg.O₂/kW.h* (tergantung tipe alat aerator, dalam hal ini diambil harga 0,8).

Didapat harga *N* (*O₂ transferred rated under field condition (Kg/KW.h)*).

Dengan didapat harga *N*, maka harga *MP* (*Motor Power Requirement, kW*) dapat terhitung.



Tabel.4. Hasil perhitungan power motor blower

<i>Bl-ug</i> =	20	<i>hr/d</i>
<i>Transfer efficiency</i> =	85	%
<i>No</i> =	0.8	<i>Kg.O₂/kW.h</i>
<i>N</i> =	0.52508	<i>Kg.O₂/kW.h</i>
<i>SAOR-Usage</i> =	0.65635	<i>Kg.O₂/hr</i>
<i>MP</i> =	1.25	<i>kW</i>
	1.64	<i>hp</i>
<i>AMP</i> =	1,5	<i>kW</i>
	2	<i>hp</i>
<i>Energy Requirement</i> =	1,5	<i>kW</i>
	2	<i>hp</i>
<i>Bl-ug</i> =	<i>Blower Usage, hr/d</i>	
<i>No</i> =	<i>O₂ transferred rated in water at standard condition (Kg/kW.h), based on type aerator.</i>	
<i>N</i> =	<i>O₂ transferred rated under field condition (Kg/kW.h)</i>	
<i>MP</i> =	<i>Motor Power Requirement, kW</i>	
<i>AMP</i> =	<i>Actual Motor Power Requirement, kW</i>	

Tabel.5 Hasil perhitungan jumlah difuser

<i>Number difuser calculation report</i>		
<i>O₂ Content (at Standard condition) =</i>	0,2793	<i>KgO₂/M³ air</i>
<i>Absorption Efficiency (Abseff) to diffusers =</i>	8	%
<i>SCMM =</i>	0.061	<i>M³/min</i>
<i>Air design Provide (ADP) =</i>	0.800	<i>M³/min</i>
<i>ADP Used =</i>	1	<i>M³/min</i>
<i>SCMM x Motors amount =</i>	1	<i>M³/min</i>
<i>Type Diffusers =</i>	<i>Disc Difuser</i>	
<i>Model =</i>	<i>coarse buble diffuser</i>	
<i>Diffusers Air Flow Rate =</i>	0.1	<i>M³/min Diffuser</i>
<i>Number of diffusers =</i>	10.0	<i>EA</i>
<i>Number of diffusers used =</i>	10	<i>EA</i>
<i>Usage Abseff or SOTE, as directly concerning to diffuser system</i>		
<i>SCMM =</i>	<i>Standard Cubic Meters per Minute, as theoretical air required, SCMM = [(SAOR</i>	



	$-U_{sg} \cdot 1/60) / (O_2 \text{ content} \cdot \text{Abseff})]$
$ADP =$	$120 \% \text{ of Theoretical air required or Actual SCMM}$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan diatas , sistem pengolahan limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas karyawan dengan proses anerobik – aerobik menggunakan konstruksi beton bertulang dengan disain kompak dengan pembagian dan spesifikasi ruangan sebagai berikut ini :

4.1. Spesifikasi bak equalisasi

Tabel.6. Spesifikasi Bak Equalisasi

Kapasitas	:	32 M ³
Panjang	:	4 meter
Lebar	:	4 meter
Tinggi/ kedalaman efektif	:	2 meter
Konstruksi	:	Beton bertulang

4.2. Spesifikasi Bak Pengecap Awal

Tabel.7. Spesifikasi Bak Pengecap Awal

Kapasitas	:	32 M ³
Panjang	:	4 meter
Lebar	:	4 meter
Tinggi/ kedalaman efektif	:	2 meter
Konstruksi	:	Beton bertulang

4.3. Spesifikasi Bak Zona Anaerobik

Tabel.8 Spesifikasi Bak Zona Anaerobik

kapasitas	:	64 M ³
Panjang	:	8 meter
Lebar	:	4 meter
Tinggi/ kedalaman efektif	:	2 meter
Konstruksi	:	Beton bertulang



4.4. Spesifikasi Bak zona Aerobik

Tabel.9 Spesifikasi Bak zona Aerobik

Kapasitas	:	16 M ³
Panjang	:	2 meter
Lebar	:	4 meter
Tinggi/ kedalaman efektif	:	2 meter
Konstruksi	:	Beton bertulang

4.5. Spesifikasi Bak Pengecap Akhir

Tabel.9 Spesifikasi Bak Pengecap Akhir

Kapasitas	:	20 M ³
Panjang	:	2,5 meter
Lebar	:	4 meter
Tinggi/ kedalaman efektif	:	2 meter
Konstruksi	:	Beton bertulang

4.6. Spesifikasi blower yang digunakan

Blower yang digunakan adalah jenis root blower , jenis pressurized blower bukan vacuum blower, dari hasil kalkulasi didapat bahwa kapasitas blower terhitung sebesar 1 M³/menit, debit blower ini dihitung berdasarkan kondisi standar yaitu tekanan 760 mmHg dan 20°C, seperti yang tertera dalam spesifikasi umum blower. Dari data hasil kalkulasi didapat kapasitas blower terhitung 1 M³/menit dengan kedalaman 2 meter, dengan power motor sebesar 1,5 kW.

Tabel.10. Spesifikasi Blower

Tipe	Root Blower
Jumlah	2
Kapasitas	1 M ³ /menit x 1,5 kW

Sedangkan spesifikasi difuser yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel.11. Spesifikasi Difuser

Tipe	Coarse discs difuser
Jumlah	10 buah
Kapasitas per difuser	100 liter/menit
Material	Body PVC, membrane karet
Buatan	lokal



5. KESIMPULAN.

1. Instalasi pengolahan air limbah domestik dari pabrik recoveri uranium dari asam fosfat dirancang kapasitas 50 M³/hari, dengan beban COD 600 mg/liter serta BOD 300 mg/liter dibuat dengan kontruksi beton dengan pembagian ruangan di dalam alat tersebut dibagi menjadi beberapa zona yakni ruangan pengendapan awal, zona biofilter anaerob, zona biofilter aerob dan ruangan pengendapan akhir,dengan panjang total 20,5 meter x kedalaman efektif 2 meter x lebar efektif 4 meter
2. Blower sistem pengolahan limbah cair domestik dari pabrik recoveri uranium dari asam fosfat adalah tipe root blower, dengan kapasitas 1 M³/menit, dengan power motor 1,5 kW.
3. Difuser yang digunakan adalah tipe coarse disc difuser , jumlah 10 buah , material *body* PVC , sedangkan material *membrane* yang digunakan adalah karet .

6. DAFTAR PUSTAKA

1. DIREKTORAT JENDERAL INDUSTRI KECIL MENENGAH DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN , Pengelolaan limbah cair Industri Pangan,Jakarta, 2007.
2. SAID, NUSA IDAMAN, Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi,Jakarta.
3. SANTOSA ,PUJI, Kalkulasi Ulang Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah Gedung Graha Mandiri, Jakarta, 2012.
4. SUSANTO, BAMBANG.G, Basic Design Sistem Proses Produksi Pabrik Yellow Cake Dari Uranium Hasil Samping Pabrik Asam Fosfat, Laporan akhir Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa , Kementrian Riset dan Teknologi ,2012



TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Apakah pengolahan limbah domestik yang telah dijelaskan tersebut bisa diaplikasikan untuk limbah cair hasil pengoalahn pabrik asam fosfat? (NAFAI LISSA MUIS)
2. Apa limbah cairnya dari pabrik asam fospat uranium itu mengandung radiasi? (RONY DJOKORAYONO)

Jawaban:

1. Tidak bisa, menginagt teknologi tersebut dugunaan untuk mengoalah limbah dengan kondungan organik tinggi . Sedangkan dalam limbah cair dari aktifitas proses produksi dengan menggunakan prsoses kimia.
2. Untuk limbah yang keluar dari proses produksi ada bahaya radiasi, karen ada U_3O_8 didalam limabh. Sedangkan dallam limbah domesik tidak ada