

**EKSPERIMEN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH UNTUK INDUSTRI ELEKTROPLATING
SKALA RUMAH TANGGA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

HERI SULISTYAWAN

0510612004 - 61

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
MALANG
2009**

**EKSPERIMEN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH UNTUK INDUSTRI ELEKTROPLATING
SKALA RUMAH TANGGA**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

HERI SULISTYAWAN 0510612004

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. Arief Rachmansyah
NIP. 132 059 302

Yatnanta Padma Devia, ST, MT
NIP. 132 231 565



**EKSPERIMEN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH UNTUK INDUSTRI ELEKTROPLATING
SKALA RUMAH TANGGA**

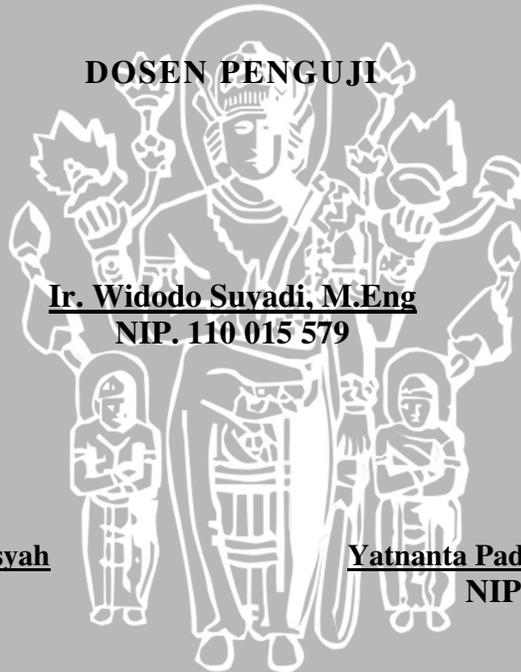
Disusun oleh :

HERI SULISTYAWAN

0510612004

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal

DOSEN PENGUJI



Ir. Widodo Suyadi, M.Eng
NIP. 110 015 579

Dr. Ir. Arief Rachmansyah
NIP. 132 059 302

Yatnanta Padma Devia, ST, MT
NIP. 132 231 565

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Sugeng P. Budio, MS
NIP. 131 574 852

**PERNYATAAN
ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.



Malang, Juli 2009

Mahasiswa

Nama : Heri Sulistyawan

NIM : 0510612004

Jurusan : SIPIL

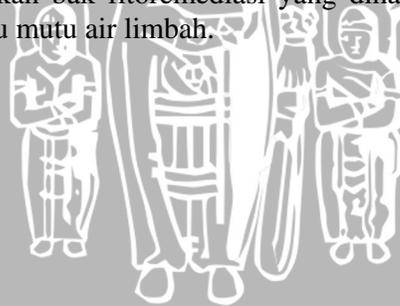
ABSTRAKSI

HERI SULISTYAWAN, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2009, *Eksperimen Instalasi Pengolahan Air Limbah Untuk Industri Elektroplating Skala Rumah Tangga*. Dosen pembimbing : Dr. Ir. Arief Rachmansyah dan Yatnanta Padma Devia, ST. MT.

Keberadaan industri rumah tangga di suatu wilayah dapat membantu meningkatkan perekonomian lokal. Salah satunya adalah industri elektroplating skala rumah tangga. Limbah yang dihasilkan dari industri elektroplating tersebut berupa limbah cair. Industri elektroplating yaitu industri yang bergerak dalam bidang pelapisan logam dengan cara mengendapkan logam pelapis pada logam atau plastik yang dilakukan secara elektronik. Dari hasil laboratorium menunjukkan kadar air limbah Cr sebesar 288,82 mg/l, sedangkan kadar maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,5 mg/l (Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002). Untuk itu air limbah ini harus diolah agar memenuhi baku mutu.

Eksperimen ini dilakukan dengan membuat Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sederhana agar air buangan limbah dapat memenuhi baku mutu, IPAL terdiri dari bak pengendapan, bak netralisasi, dan bak filtrasi. Bak filtrasi dilakukan tiga variasi yang berbeda yaitu model I, model II dan model III pada media penyaringnya dan pengambilan sampel outputnya pada menit ke 15, 30, 60 dan 120 menit.

Hasil dari eksperimen tersebut menunjukkan bahwa model II dengan variasi media penyaring zeolit setebal 40 cm dan pasir silika setebal 30 cm adalah yang paling baik, karena memiliki nilai efisiensi yang lebih besar dari pada yang lain. Nilai efisiensi parameter TSS model II dan III sama besarnya, nilai efisiensi parameter DHL model II tetap lebih baik dari pada kedua model lainnya, nilai efisiensi parameter Cr total model II lebih baik dari kedua model lainnya. Walaupun dari ketiga model tersebut belum memenuhi baku mutu air limbah, tetapi nilai efisiensinya besar. Oleh karena itu disarankan untuk menambahkan bak fitoremediasi yang diharapkan outlet air limbah tersebut dapat memenuhi baku mutu air limbah.



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanallahu Wata'ala*, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Eksperimen Instalasi Pengolahan Air Limbah Untuk Industri Elektroplating Skala Rumah Tangga ” dengan sedemikian rupa baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik dan merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh dalam menyelesaikan pendidikan di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari tanpa bantuan dari berbagai pihak maka penulis akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ir. As'ad Munawir, MT dan Hendi Bowoputro, ST MT., selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Dr. Ir. Arief Rachmansyah, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan saran dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
3. Yatnanta Padma Devia, ST. MT., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan saran dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
4. Ir. Widodo Suyadi, M.Eng., selaku dosen penguji.
5. Semua dosen Jurusan Sipil Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, yang senantiasa memberikan mutiara-mutiara ilmu yang tak ternilai.
6. C.V. Abadi, yang telah memberikan data-data dalam penulisan skripsi ini.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta, kakak dan adikku, Koes Dyah Ayu P.A. serta seluruh keluargaku tercinta yang telah memberikan seluruh motivasi dan dukungan yang tak ternilai harganya kepada penulis.
8. Rekan – rekan seperjuangan (Indar, Shinta, Ahsan, Adit, Anam, Kemas, Luthfi, Mb ning wartel dan Mb ren fotokopi) yang selalu mendukung dalam suka dan duka, terima kasihku dari hati yang terdalam atas segala doa, ilmu, semangat, saran dan bantuannya.
9. Bapak Prasetyo Rubiantoro, SP., atas bantuannya selama penelitian.

10. Seluruh staff rekording dan perpustakaan yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan semua administrasi dan studi.
11. Rekan – rekan Alih Jenjang angkatan 2004 s/d 2006 atas segala doa, dorongan, semangat, dan bantuan yang tulus selama ini.
12. Rekan – rekan semua angkatan Sipil 2001 s/d 2005 yang tercinta, terima kasih atas segala doa, dorongan dan semangatnya.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan semoga Allah *Subhanallahu Wata'ala* senantiasa membimbing kita ke jalan yang penuh dengan kebaikan dan kebenaran.

Malang, 20 Juli 2009



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAKSI	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Air Limbah	4
2.1.1. Pengertian Komposisi dan Air Limbah.....	4
2.1.2. Sumber-Sumber Air Limbah	4
2.1.3. Sifat-Sifat Air Limbah	5
2.1.4. Pengaruh Buruk Air Limbah	7
2.2. Industri Elektroplating	8
2.2.1. Pengertian Industri Elektroplating.....	8
2.2.2. Air Limbah Industri Pengekroman.....	12
2.3. Pengolahan Air Limbah Industri	14
2.3.1. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pembersihan dan Perubahan Pelapisan	14
2.3.2. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pelapisan dan Oksidasi.....	14
2.3.3. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pelapisan Sianida.....	15
2.3.3. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pertukaran ion	15
2.4. Instalasi Pengolahan Air Limbah	15



2.5.	Evaluasi Efektifitas Pengurangan Parameter Limbah.....	20
2.5.1.	Efektifitas Pengurangan Parameter	20
2.6.	Pemeliharaan Alat	21
2.6.1.	Pencucian Media (Back Wash)	21
2.6.2.	Penggantian Media.....	22

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Lokasi Studi.....	23
3.2.	Data Yang Dibutuhkan.....	23
3.3.	Perencanaan Model Instalasi	23
3.4.	Variabel Yang Diteliti	25
3.5.	Variabel Percobaan	26
3.6.	Langkah Penelitian	27
3.7.	Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Perhitungan Debit Air Limbah.....	29
4.2.	Analisa Kualitas Air	29
4.3.	Perencanaan IPAL Sederhana	30
4.4.	Analisa Hasil Proses IPAL Sederhana	31
4.4.1.	Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Pengendapan	32
4.4.2.	Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Netralisasi	32
4.4.3.	Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Filtrasi	33
4.5.	Evaluasi Efisiensi Pengurangan Parameter Limbah.....	37
4.6.	Perencanaan Jaringan Pipa Primer	39
4.7.	Perencanaan Bangunan Air Limbah	43
4.7.1.	Bak Netralisasi	43
4.7.2.	Bak Pengendapan	45
4.7.1.1.	Perhitungan Kapasitas Bak Pengendap	46
4.7.1.2.	Analisa Kondisi Aliran	46
4.7.1.3.	Menghitung Waktu Tinggal Limbah cair	47
4.7.3.	Bak Filtrasi	48
4.7.4.	Bak Fitoremediasi.....	50
4.8.	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	54



V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan..... 55

5.2. Saran..... 55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



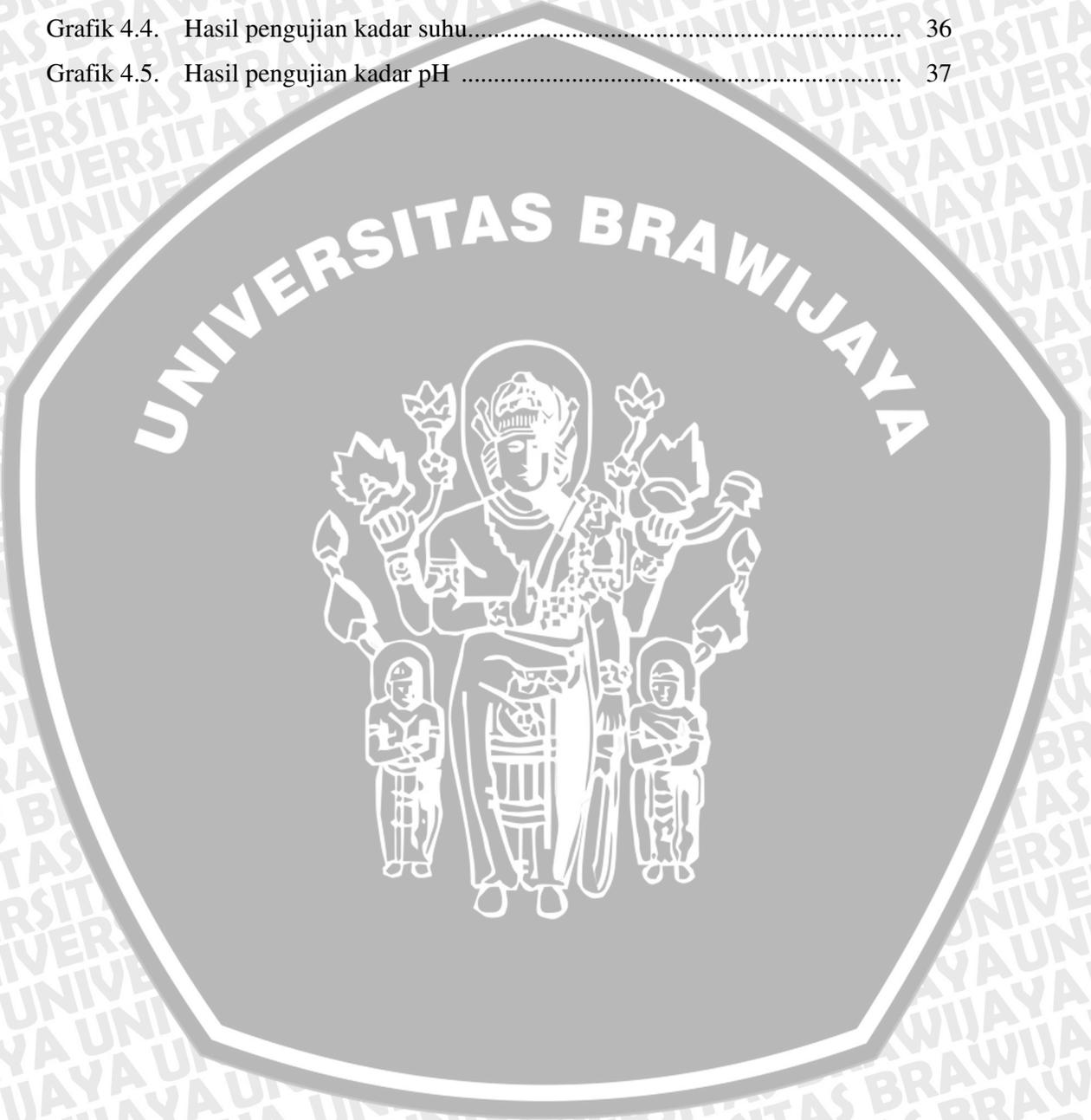
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bagan proses produksi industri elektroplating.....	10
Gambar 2.2.	Denah bak pengendap ideal berbentuk persegi panjang	16
Gambar 2.3.	Skema garis edar pengendapan pada bak empat persegi panjang	17
Gambar 2.4.	Bak fitoremediasi	20
Gambar 2.5.	Proses pembersihan (<i>back wash</i>).....	21
Gambar 3.1.	Sketsa perencanaan model instalasi pengolahan air limbah	24
Gambar 3.2.	Variasi model pada bak filtrasi	26
Gambar 3.3.	Diagram Alir Perencanaan IPAL	28
Gambar 4.1.	Sketsa dimensi bak-bak IPAL (dalam cm)	31
Gambar 4.2.	Komposisi media pada bak filtrasi	33
Gambar 4.3.	Bak netralisasi	44
Gambar 4.4.	Potongan A-A bak netralisasi	45
Gambar 4.5.	Bak pengendap	48
Gambar 4.6.	Potongan A-A bak pengendap	48
Gambar 4.7.	Bak filtrasi	49
Gambar 4.8.	Potongan A-A bakfiltrasi	50
Gambar 4.9.	Bak fitoremediasi	53
Gambar 4.10.	Potongan A-A fitoremediasi	53



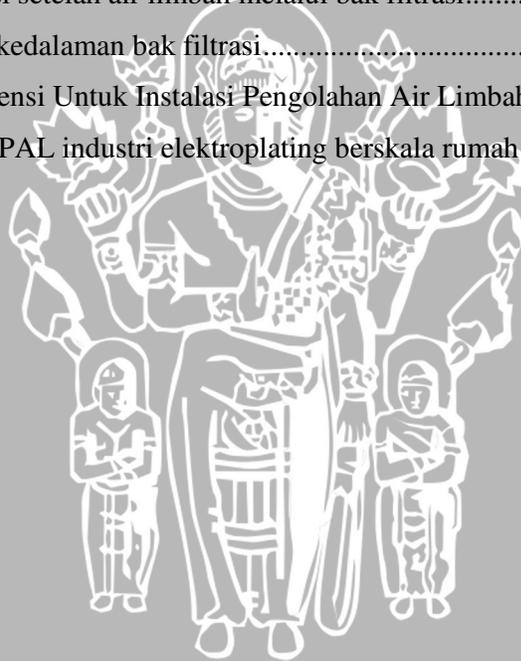
DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Hasil pengujian kadar TSS	34
Grafik 4.2.	Hasil pengujian kadar DHL.....	35
Grafik 4.3.	Hasil pengujian kadar Cr total.....	36
Grafik 4.4.	Hasil pengujian kadar suhu.....	36
Grafik 4.5.	Hasil pengujian kadar pH	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Baku mutu limbah air limbah untuk industri elektroplating.....	14
Tabel 3.1. Hasil pengujian hasil laboratorium pada bak filtrasi.....	26
Tabel 4.1. Hasil uji laboratorium sampel awal air limbah.....	30
Tabel 4.2. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak pengendapan.....	32
Tabel 4.3. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak netralisasi.....	33
Tabel 4.4. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak filtrasi.....	34
Tabel 4.5. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak pengendapan.....	38
Tabel 4.6. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak netralisasi.....	38
Tabel 4.7. Nilai parameter inlet air limbah.....	38
Tabel 4.8. Nilai parameter air limbah setelah melalui bak filtrasi.....	39
Tabel 4.9. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak filtrasi.....	39
Tabel 4.10. Perhitungan kedalaman bak filtrasi.....	49
Tabel 4.11. Rincian Dimensi Untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	54
Tabel 4.12. RAB untuk IPAL industri elektroplating berskala rumah tangga.....	54



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri rumah tangga merupakan salah satu penopang perekonomian daerah. Keberadaan industri rumah tangga di suatu wilayah dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat setempat. Namun industri rumah tangga akan menghasilkan limbah. Limbah apapun seharusnya tidak menjadi masalah jika dikelola dengan baik, karena berbagai keterbatasan limbah tersebut tidak dikelola. Pengelolaan limbah yang baik dan memadai merupakan suatu tuntutan masyarakat pada saat ini. Masyarakat semakin kritis terhadap mutu lingkungan yang akan mempengaruhi kualitas hidup.

Limbah yang dihasilkan dalam industri elektroplating sangat berbahaya walaupun dalam skala rumah tangga, jika tidak terlebih dahulu diolah. Limbah yang dihasilkan dari industri elektroplating tersebut berupa air limbah. Industri elektroplating yaitu industri yang bergerak dalam bidang pelapisan logam dengan cara mengendapkan logam pelapis pada logam atau plastik yang dilakukan secara elektronik. Logam-logam yang biasa digunakan adalah tembaga, krom, nikel, dan seng yang dilarutkan bersama sianida, asam, alkali, dan fosfat.

Sebagai salah satu contoh adalah industri rumah tangga elektroplating di kota Malang. Dari hasil laboratorium menunjukkan kadar air limbah Cr sebesar 288,82 mg/l, sedangkan kadar maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,5 mg/l (Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002).

Pada saat ini industri elektroplating skala rumah tangga tersebut belum mempunyai IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Dilihat dari bahan-bahan yang digunakan termasuk bahan beracun berbahaya (B3) maka seharusnya industri yang bergerak di bidang ini mempunyai IPAL. Untuk itulah diambil tugas akhir perencanaan IPAL industri pengekruman skala rumah tangga ini dengan tujuan agar air limbah yang dikeluarkan menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar.

1.2 Identifikasi Masalah

Pada kondisi eksisting yang ada sekarang ini industri elektroplating skala rumah tangga yang berada di kota Malang tersebut belum ada IPALnya. Debit air limbah dilihat dari kapasitas produksinya kurang lebih sebesar $3 \text{ m}^3/\text{hari}$. Parameter-parameter yang terkandung dalam air limbah adalah TSS, T (suhu), pH, DHL (daya hantar listrik) dan Cr.

Cara penanganan agar air limbah tersebut dapat tidak membahayakan lingkungan adalah dengan membangun IPAL yang sesuai dengan air limbah yang dikeluarkan dari proses industri elektroplating skala rumah tangga tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa debit air limbah yang dihasilkan industri elektroplating skala rumah tangga di daerah studi kasus?
2. Bagaimana kualitas air limbah yang dihasilkan industri elektroplating skala rumah tangga di daerah studi kasus?
3. Berapakah efisiensi dari model IPAL?
4. Bagaimana instalasi yang tepat guna dan berapa dimensinya?

1.4 Batasan Masalah

Dalam perencanaan ini, permasalahan yang akan dibahas dibatasi sebagai berikut :

1. Studi ini dilaksanakan di salah satu industri elektroplating di kota Malang, jalan Klayatan I/4.
2. Jenis limbah adalah air limbah industri elektroplating.
3. Parameter-parameter yang diteliti adalah TSS, T (suhu), pH, DHL dan Cr.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Tujuan eksperimen ini adalah membuat instalasi yang tepat guna untuk industri elektroplating skala rumah tangga.

Manfaatnya adalah dengan adanya instalasi yang tepat guna tersebut diharapkan mampu mengurangi tingkat pencemaran terhadap lingkungan dan umat manusia terutama masyarakat yang berada di sekitar lingkungan tersebut. Selain itu

studi ini dapat memberi gambaran dan masukan kepada para pemilik industri supaya mereka lebih peduli terhadap lingkungan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

2.1.1 Pengertian dan Komposisi Air Limbah

Suatu populasi yang berada di suatu zona, misalnya permukiman, industri, perkantoran dan lainnya akan menghasilkan limbah baik itu limbah cair, limbah padat, maupun limbah gas. Pengertian air limbah itu sendiri menurut Eddy and Metcalf (1979) adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah permukiman, perdagangan, perkantoran, industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

Sesuai dengan sumber asalnya, air limbah mempunyai komposisi yang bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Namun secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah terdiri dari air sebesar 99,9%; bahan padat sebesar 0,1% yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik. Bahan organik tersusun dari protein dengan prosentase sebesar 65%, karbohidrat dengan prosentase sebesar 25%, dan lemak sebesar 10%. Sedangkan bahan organik tersusun dari butiran, garam, dan logam (Sugiharto, 1979).

2.1.2 Sumber-sumber air limbah

Data mengenai sumber air limbah dapat dipergunakan untuk memperkirakan jumlah rata-rata aliran air limbah dari berbagai jenis perumahan, industri dan aliran air tanah yang ada disekitarnya. Kesemuanya ini harus dihitung perkembangannya atau pertumbuhannya sebelum membuat suatu bangunan pengolahan air limbah (IPAL) serta merencanakan pemasangan saluran pembawanya.

Adapun sumber-sumber air limbah yang menentukan komposisinya, antara lain :

a. Air Limbah Rumah Tangga

Pada air limbah rumah tangga ini biasanya berasal dari daerah perumahan, daerah perdagangan daerah kelembagaan ataupun daerah rekreasi. Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Untuk daerah perumahan yang kecil aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk rata-rata per orang dalam membuang air limbah. Pada daerah perdagangan aliran air limbah yang berasal dari daerah ini secara umum dihitung dalam meter kubik/hektar/hari.

b. Air Limbah Industri

Jumlah aliran yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, serta derajat pengolahan air limbah yang ada. Sebagai patokan dapat dipergunakan pertimbangan bahwa 85%-95% dari jumlah air yang digunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Apabila industri tersebut menggunakan kembali air limbah maka jumlahnya akan lebih kecil lagi.

c. Air Limbah Rembesan dan Tambahan

Apabila saluran tidak mampu menampung jumlah air hujan, maka limpahan air hujan, maka limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, dan akan memerlukan tambahan yang sangat besar, sehingga perlu diketahui curah hujan yang ada. Air tanah juga perlu diperhitungkan, karena air rembesan yang berupa air tanah ini dapat menyusup ke saluran air limbah melalui sambungan-sambungan pipa atau melalui celah-celah yang ada karena rusaknya pipa saluran.

2.1.3 Sifat-Sifat Air Limbah

Air limbah mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian besar antara lain :

1. Sifat fisik

Sifat fisik dari air limbah ini adalah :

a. Kandungan bahan padat

Merupakan jumlah total endapan terdiri dari benda-benda yang mengendap, terlarut, dan tercampur. Dengan mengetahui besar kecilnya partikel yang terkandung di dalam air akan memudahkan dalam memilih teknik pengendapan. Misalnya endapan dengan ukuran diatas 10 mikron dapat dihilangkan melalui proses penyaringan dan pengendapan, sedangkan ukuran dibawah satu mikron memerlukan satu atau lebih cara pemisahan yang lebih tinggi.

b. Warna

Warna adalah ciri kualitatif yang dapat dipakai untuk mengkaji kondisi umum air limbah. Jika berwarna coklat muda, maka umur air kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda sampai setengah tua merupakan tanda bahwa air limbah sedang mengalami pembusukan atau telah ada dalam sistem pengumpul untuk beberapa lama. Bila air limbah berwarna abu-abu tua atau hitam, itu berarti air limbah

sudah membusuk setelah mengalami pembusukan oleh bakteri dengan kondisi anaerobik (tanpa adanya oksigen).

c. Bau

Bau air limbah yang masih baru biasanya tidak terlalu merangsang, tetapi berbagai senyawa yang berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi anaerobik. Senyawa utama yang berbau adalah hidrogen sulfida (H_2S) yang tercium seperti telur busuk. Selain itu amoniak juga merupakan senyawa yang banyak terdapat pada air limbah. Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sarana pengolahan air limbah adalah pencegahan kondisi-kondisi yang dapat menimbulkan bau-bauan.

d. Suhu

Suhu atau temperatur dari air limbah lebih tinggi dibandingkan dengan air biasa, hal ini disebabkan karena adanya penambahan air yang lebih panas dari pemakaian rumah tangga maupun aktifitas di pabrik ataupun sumber air limbah yang lain. Suhu ini berpengaruh terhadap kehidupan dalam air, aktivitas bakteri, serta reaksi-reaksi kimia dan kecepatan reaksi. Pengukuran suhu penting karena pada umumnya instalasi pengolahan air limbah meliputi proses biologis yang bergantung suhu.

e. Daya Hantar Listrik (DHL)

Daya hantar listrik menyatakan kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik, dimana daya hantar tersebut sebanding dengan kadar zat terlarut yang mengion dalam air dan dinyatakan dalam micromohm per centimeter $^{\circ}C$. Satuan yang lebih umum digunakan adalah mikroSiemens (μS). Semakin banyakgaram-garam terlarut, semakin tinggi nilai DHL. Untuk menghantarkan arus listrik ion-ion bergerak dalam larutan memindahkan muatan listriknya (*ionic mobility*) yang bergantung pada ukuran dan interaksi antar ion dalam larutan. Sifat daya hantar listrik juga tergantung pada temperatur, semakin tinggi temperatur semakin tinggi daya hantar listriknya. Oleh karena itu daya hantar listrik dinyatakan sebagai hasil pengukuran pada suhu $25^{\circ}C$. Air memiliki daya hantar listrik yang berbeda-beda. Semakin besar daya hantar listriknya, berarti air tersebut semakin banyak mengandung logam-logam terutama logam berat. Batas maksimum yang diperbolehkan dalam air untuk daya hantar listrik menurut Peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1990 adalah 0,150-0,400 $\mu S/cm$.

2. Sifat Kimiawi

Beberapa sifat kimiawi yang penting adalah BOD, COD, ammonia bebas, nitrogen organik, nitrit, nitrat, fosfor organik dan fosfor anorganik (Linsley, 1996).

Uraianya adalah sebagai berikut :

a. Bahan Organik

Pada umumnya kandungan bahan organik yang dijumpai dalam air limbah berisikan 40%-60% protein, 25%-50% berupa karbohidrat, serta 10% lainnya berupa lemak atau minyak. Semakin lama jumlah dan jenis bahan organik semakin semakin banyak, hal ini akan mempersulit dalam pengelolaan air limbah sebab beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Sugiharto, 1987).

Jika bahan organik yang ada belum dilakukan proses pengolahan, maka bakteri akan menggunakan oksigen untuk pembusukannya. Bahan organik ini dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.

b. Bahan anorganik

Jumlah kandungan bahan anorganik meningkat sejalan dan dipengaruhi oleh formasi geologi dari asal air limbah berasal. Secara umum bahan anorganik yang ada dalam air terbagi dalam tiga macam yaitu : bahan butiran, bahan garam-garam mineral, dan bahan logam.

Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan kimia tersebut merupakan bahan yang beracun. Bahan kimia yang penting yang ada di dalam air pada umumnya meliputi bahan organik, kandungan gas klorida, sulfur, deterjen, logam berat dan nitrogen.

3. Sifat biologis

Pemeriksaan biologis di dalam air limbah untuk mengetahui apakah ada bakteri-bakteri pathogen berada di dalam air limbah. Baik tidaknya kualitas air secara biologis ditentukan oleh jumlah mikroorganisme pathogen dan nonpathogen. Mikroorganisme pathogen bisa berwujud bakteri, virus atau spora pembawa bibit penyakit. Sebaliknya yang nonpathogen, meskipun relatif tidak berbahaya bagi kesehatan, kehadirannya akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak.

2.1.4 Pengaruh Buruk Air Limbah

Apabila air limbah ini tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan ataupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiharto, 1987).

2.1.4.1 Gangguan kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja seperti kolera, radang usus, hepatitis infektiosa, serta skhistosomiasis. Selain sebagai pembawa penyakit di dalam air limbah itu sendiri banyak terdapat bakteri pathogen penyebab penyakit.

2.1.4.1 Gangguan terhadap kehidupan biotik

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan menyebabkan kematian bagi kehidupan biotik. Selain kematian yang disebabkan karena kekurangan oksigen, dapat juga disebabkan karena adanya zat beracun yang berada di dalam air limbah tersebut.

2.2 Industri Elektroplating

2.2.1 Pengertian industri elektroplating

Industri elektroplating termasuk dalam elektroplating yaitu pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Secara teknis, elektroplating disebut juga sebagai teknik lapis listrik, yaitu proses pengendapan logam dalam bentuk ion logam yang dialirkan oleh arus listrik searah melalui elektroda dalam larutan elektrolit dari kutub anoda ke kutub katoda.

Teknik elektroplating biasanya dikerjakan dengan menggunakan bak larutan elektrolit yang mengandung larutan logam dalam bentuk ion. Dalam bak elektrolit dimasukkan sumber arus listrik searah melalui elektroda. Arus listrik searah mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, atau dari anoda ke katoda dengan membawa ion logam yang akan terkumpul pada katoda.

Logam yang akan dilapis, biasanya dalam bentuk produk logam, disebut juga sebagai benda kerja. Dalam praktek, benda kerja atau produk logam yang akan dilapis, dihubungkan sebagai katoda. Selama arus listrik searah mengalir dari anoda ke katoda maka ion logam dalam larutan elektrolit akan menuju ke katoda dan terkumpul pada benda kerja. Dengan proses tersebut benda kerja atau produk logam akan dilapisi dengan logam yang dikehendaki. Umumnya, produk logam bisa dilapisi dengan menggunakan emas, nikel, tembaga, seng, kuningan, perak, krom, atau logam pelapis lainnya.

Produk industri yang membutuhkan pelapisan logam antara lain adalah, peralatan rumah tangga yang terbuat dari besi, kuningan, dan aluminium. Biasanya produk seperti, meja, kursi, sendok makan, dan alat dapur lainnya dilapis dengan menggunakan logam nikel dan krom. Pelapisan bertujuan agar produk yang dihasilkan tahan korosi, lebih indah, dan meningkatkan mutu penampilannya.

Larutan elektrolit yang digunakan untuk elektroplating mempunyai masa pakai. Penggantian larutan elektrolit akan menghasilkan limbah kimia yang berbahaya. Limbah larutan elektrolit tidak boleh langsung dibuang tetapi harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Kegiatan elektroplating biasanya merupakan proses perlakuan akhir dari produksi barang logam. Elektroplating dilakukan untuk berbagai tujuan, misalnya agar produk akhir yang dihasilkan memiliki penampilan lebih menarik, lebih tahan terhadap korosi, tidak mudah aus, memperhalus permukaan, atau untuk tujuan khusus seperti meningkatkan daya hantar listrik atau panas.

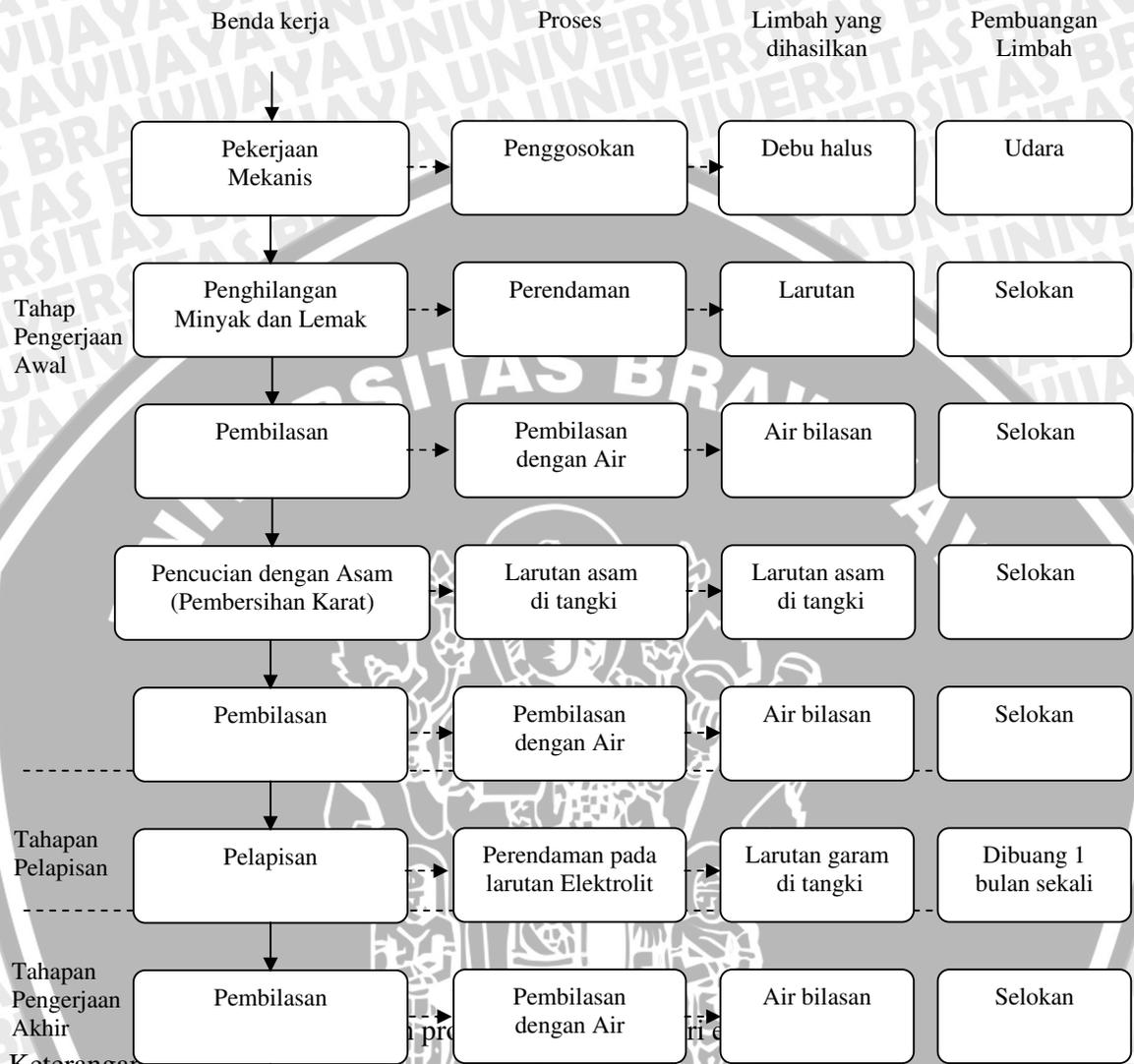
Dalam kegiatan elektroplating umumnya banyak menggunakan bahan kimia berbahaya dan bersifat racun. Meskipun jumlah limbah yang dihasilkan tidak sebanyak limbah industri lainnya, tetapi jika limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, bisa menimbulkan masalah dan mencemari lingkungan.

Mulai dari tahap pengerjaan awal hingga tahap pengerjaan akhir, industri elektroplating banyak menggunakan bahan-bahan kimia. Selain sebagai bahan utama sebagai bahan larutan elektrolit, bahan kimia lainnya digunakan sebagai bahan untuk membantu dalam proses pencucian, sampai proses pelapisan dalam tahap pengerjaan akhir.

Penggunaan bahan kimia untuk industri elektroplating biasanya bisa bertahan lama. Bahan kimia yang digunakan bisa berkurang karena penguapan atau tumpah. Larutan elektrolit misalnya, bisa bertahan sampai sangat lama. Dengan menggunakan indikator untuk mengetahui efektivitas bahan, larutan elektrolit bisa diperbaiki dengan menambahkan bahan tertentu untuk menstabilkan kandungannya.

Meskipun penggunaannya sangat hemat, pada umumnya bahan kimia yang digunakan adalah logam berat dan bersifat racun. Bahan-bahan tersebut berpotensi menjadi sumber cemaran, baik yang masih berupa bahan baku maupun senyawa kimia yang dihasilkan selama proses elektroplating.

Proses dari produksi industri elektroplating tersebut seperti pada gambar 2.1.



- Keterangan:
- Tahap pengerjaan awal
 - Pekerjaan akhir

Permukaan benda yang dihaluskan dengan cara dipoles (*polishing*), disikat (*brushing*), digerinda (*grinding*), dihaluskan (*buffing*), atau dengan semprot pasir (*sand blasting*). Cara ini disebut juga dengan pembersihan mekanik. Permukaan benda yang dihaluskan dengan cara poles biasanya menggunakan kain poles yang terbuat dari bahan kanvas, belacu, satin, kulit, laken, dan sebagainya.

- Penghilangan minyak dan lemak

Lemak dan minyak pada benda dapat mengganggu proses pelapisan. Jika pada permukaan benda terdapat minyak atau lemak, kontak logam dasar dengan logam pelapis akan terganggu. Selain itu, minyak dan lemak dapat mengurangi daya hantar listrik. Untuk menghilangkan minyak dan lemak, maka digunakan bahan penolong, yaitu dengan cara mencelupkan benda kerja dalam larutan pencuci. Bahan pencuci yang dapat melarutkan lemak dan minyak umumnya adalah larutan yang mengandung zat organik dan bersifat alkali.

c) Pembilasan

Pembilasan dilakukan dengan cara menyemprot benda kerja.

d) Pencucian dengan asam (pembersihan karat)

Karat adalah lapisan oksida yang menempel pada permukaan logam. Karat yang menempel pada benda kerja harus dibersihkan. Lapisan karat akan mengurangi ikatan logam pelapis dengan benda kerja. Benda kerja yang masih mengandung karat membuat mutu pelapisan yang dihasilkan akan menurun. Pembersihan karat dapat dilakukan dengan mencelupkan benda kerja ke dalam larutan asam. Bak penampung larutan asam harus terbuat dari bahan yang tahan karat, misalnya stainless, plat baja karbon yang dilapisi PVC, karet, plastik, atau bahan tahan asam lainnya. Larutan asam untuk penghilang karat biasanya adalah asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl).

e) Pembilasan

Sebelum memasuki tahap pelapisan, benda kerja yang sudah dibersihkan biasanya dibilas dengan air. Pembilasan bertujuan untuk menghilangkan sisa bahan pencuci yang masih menempel. Pembilasan dilakukan dengan mencuci benda kerja dalam bak.

2. Tahap pelapisan logam

a) Pelapisan

Teknik elektroplating untuk berbagai macam logam pada dasarnya adalah sama. Perbedaan biasanya terletak pada larutan elektrolit dan elektroda yang digunakan. Pelapisan logam tertentu menggunakan jenis larutan elektrolit

tertentu. Jenis elektrolit dan elektrode yang digunakan disesuaikan dengan jenis logam yang akan dilapis.

b) pembilasan

Pembilasan dilakukan dengan mencuci benda kerja dalam bak.

3. Tahap pengerjaan akhir

Meski benda kerja telah dilapis dengan logam yang dikehendaki, tetapi untuk keperluan perlindungan biasanya perlu dilapis lagi dengan pelapis lainnya. Proses pengerjaan akhir meliputi kromatisasi, fosfatisasi, pewarnaan, dan lapis transparan (*vernishing*). Pelapisan akhir juga diperlukan untuk mencegah timbulnya bintik atau noda yang muncul setelah proses pelapisan. Pelapisan akhir umumnya diperlukan untuk melindungi benda kerja dari goresan atau untuk menambah keindahan produk.

2.2.2 Air Limbah Industri Elektroplating

Air limbah industri elektroplating adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan elektroplating. Bahan kimia yang digunakan dan buangan (limbah) yang ditimbulkan oleh industri elektroplating dapat membahayakan manusia dan lingkungan sekitarnya. Sifat-sifat ini perlu diketahui oleh semua pihak yang terlibat dalam kegiatan industri elektroplating.

Sifat racun suatu bahan adalah berpotensi suatu senyawa kimia yang menyebabkan luka secara langsung pada jaringan tubuh. Efek racun bisa bersifat luka lokal atau luka sistematis, yang bukan saja merusak bagian tertentu tapi merusak sistem jaringan organ tubuh manusia. Ada tiga jenis kontak dengan zat kimia yang mungkin terjadi selama proses elektroplating, yaitu kontak dengan kulit dan mata, pernafasan, dan tertelan.

Kontak dengan kulit dan mata, sangat penting untuk diperhatikan karena frekuensi kejadiannya sering terjadi. Akibat kontak pada kulit adalah iritasi atau zat kimia terserap melalui kulit sehingga mengakibatkan keracunan. Gangguan pada pernafasan dapat menyerang melalui terhisapnya udara yang tercemar oleh zat-zat kimia. Tertelannya zat-zat kimia dapat terjadi karena kontak dengan udara yang tercemar oleh debu/uap zat kimia atau tercemarnya makanan/minuman oleh zat kimia.

Senyawa-senyawa kimia dalam proses elektroplating adalah sebagai berikut :

a. Jenis Asam

Larutan elektrolit yang termasuk jenis asam adalah asam khromat, asam asetat, asam citrat, asam flouborat, asam format, asam khlorida, asam flourida, asam nitrat, asam phosphat, asam sulfamat, dan asam sulfat. Semua jenis asam ini dapat menyebabkan, antara lain, terganggunya fungsi kulit, saluran pernapasan, iritasi pada selaput lendir, korosif terhadap gigi, serta kulit terbakar.

b. Jenis Basa

Larutan elektrolit jenis basa adalah amonium hidroksida, potassium hidroksida, sodium hidroksida, sodium karbonat, sodium pyrophosphat, sodium silikat, dan trisodium phosphat. Bahan alkali basa tidak begitu berbahaya bagi sistem saluran pernapasan, kecuali bila mendadak terhisap debunya akan timbul rasa gatal dan batuk-batuk. Sama halnya asam, basa juga dapat mengakibatkan iritasi pada kulit.

c. Jenis Garam dan Senyawa lainnya

Senyawa sianida, trichloroethilene, gas hidrogen, logam tembaga, logam nikel, logam seng, dan bahan jenis garam atau senyawa lainnya kemungkinan bisa tercampur dengan zat-zat kimia lainnya yang berbeda maupun terjadi kombinasi bermacam-macam gas yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Pemaparan jenis bahan kimia di atas dapat mengakibatkan kematian. Dari beberapa macam jenis garam di atas, senyawa sianida yang paling harus diberi perhatian lebih. Senyawa ini harus diisolasi dan dijauhkan dari senyawa asam atau oksidator lainnya. Semua persediaan garam-garam sianida sebaiknya disimpan dalam kontainer tertutup rapat pada ruangan terkontrol, terpisah dari senyawa-senyawa kimia lainnya.

Besarnya angka maksimum parameter pencemar dari baku mutu air limbah untuk industri seperti yang tercantum pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Elektroplating

Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk 20 liter/m ² produk yang dilapisi	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
TSS	20
CN	0,2
Cr ⁺⁶	0,1
Cr. Total	0,5
Cu	0,6
Zn	1
Ni	1
Cd	0,05
Pb	0,1
pH	6 - 9

Sumber: Keputusan Gubernur Jawa Timur, nomor. 45 Tahun 2002

2.3. Pengolahan Air Limbah Industri

Pembersihan benda yang akan dilapisi adalah kegiatan pendahuluan dari proses pelapisan maupun pada proses perubahan pelapisan khususnya selalu didahului dengan pengecatan ataupun pemolesan. Jika menggunakan pendahuluan sebelum melakukan kegiatan seperti fosfat, maka banyak menggunakan bak-bak yang berupa basa alam.

2.3.1. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pembersihan dan Perubahan Pelapisan

Buangan pembersihan basa biasanya dipisahkan dari buangan asam untuk menjaga sistem perpipaan yang ada. Jenis-jenis zat ini dicampur dengan basa lainnya apabila perlu menghasilkan racunnya, baru kemudian dicampur dengan buangan asam untuk melakukan metralisasi. Pada umumnya pembersihan dengan basa akan diikuti dengan penambahan asam. Pengolahan yang cukup murah dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kapur. Sedangkan apabila air limbahnya bersifat basa maka sebagai netralisasi biasanya dipergunakan asam sulfat yang harganya relatif murah.

2.3.2. Pengolahan Air Limbah dari Proses Pelapisan dan Oksidasi

Bagaimana limbah basa dan asam dari hasil pembilasan selalu menetralkan, pada proses menggunakan oksidasi maka bertambah lagi air limbahnya dengan komponen

berupa metalik compound, bahan beracun tambahan asam serta basa lainnya. Bahan-bahan asam tersebut berikutan basa akan tetap dipisahkan sampai bahan yang beracun dapat dinetralkan, barulah kemudian mereka dapat dibawa bersama untuk diadakan proses netralisasi.

2.3.3. Pengolahan Limbah dari Proses Pelapisan Sianida

Salah satu metode untuk mengolah buangan yang mengandung sianida telah banyak dilaksanakan, akan tetapi oksidasi melalui basa klorin adalah yang paling banyak dipergunakan. Oksidasi ini menghasilkan proses sampai selanjutnya memerlukan tambahan waktu yang cukup agar bisa menjadi karbon dioksida dan nitrogen.

2.3.4. Pengolahan Limbah pada Proses Pertukaran Ion

Pemakaian cara pertukaran ion untuk mengambil kembali bahan kimia yang berada di dalam air limbah banyak dipergunakan di pabrik-pabrik, di pesawat udara yang memproduksi bahan-bahan akhir yang terbuat dari logam seperti krom, tembaga, emas, perak, nikel, timah dan pelapisan seng. Kromik dan elektrolisa sulfur serta pembersihan permukaan benda termasuk juga pelapisan kromat, pemberian fosfat dan proses penghitaman. Air bilasan yang mengandung lapisan sianida diolah untuk dihilangkan sianidanya melalui oksidasi, sedangkan bilasan sianida, bilasan asam dan logam-logam berat akan dinetralkan terus mengendap dan dibuang ke saluran pembuangan air limbah. Pada beberapa pengolahan bilasan yang mengandung asam kromik dan kromat akan dikembalikan. Air bilasan dilewatkan melalui sebuah resin sebagai perubahan kation, langkah pertama adalah mengurangi ion sodium, tetapi juga mengambil aluminium, magnesium, serta tembaga. Ion kromat kemudian dihilangkan melalui dua perubahan ion. Air buangan yang telah mengalami pengurangan bahan-bahan mineral baru digabungkan dan dikembalikan ke dalam tangki pembilas untuk dipergunakan kembali.

2.4. Instalasi Pengolahan Air Limbah

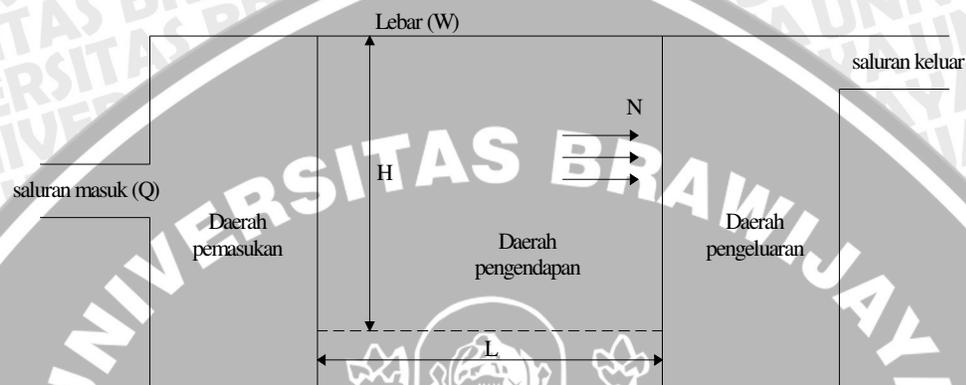
Instalasi pengolahan limbah terdiri dari beberapa bagian dari inlet maupun outlet.

1. Bak Pengumpul

Bak pengumpul berfungsi untuk menampung limbah sementara sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. berfungsi juga untuk menjaga kestabilan aliran limbah pada saat pengaliran air limbah kedalam proses pengolahan serta menghomogenkan limbah dari berbagai macam masukan limbah yang berbeda-beda.

2. Bak Pengendapan

Pengendapan ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil endapan yang optimal melalui pengaturan besar kecilnya bak yang akan dibangun. Dengan demikian, air limbah yang ada akan meninggalkan bak tersebut setelah berhasil mengendapkan partikel kandungannya, dengan demikian bak tidak terlalu besar atau terlalu kecil. Untuk membangun bak yang dimaksud secara skematis dibagi menjadi empat bagian antara lain (Sugiarto, 1987 : 103) :



Gambar 2.2. Denah bak pengendap ideal berbentuk persegi panjang

a. Daerah pemasukan

Pada daerah ini diharapkan air limbah dapat disebarakan secara merata sejenis sehingga pada setiap titik konsentrasi campuran dan besarnya partikel adalah sama.

b. Daerah pengendapan

Pada daerah ini diharapkan partikel mengendap dengan kecepatan yang sama. Aliran yang ada di daerah ini dibuat secara horisontal bergerak dengan kecepatan aliran yang sama dan konstan pada setiap titik, sehingga memungkinkan partikel bergerak secara horisontal dengan arah ke bawah sebagai akibat adanya gaya gravitasi.

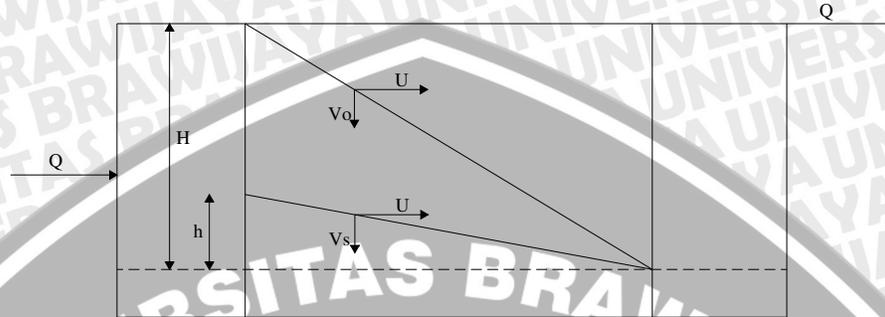
c. Daerah pengeluaran

Air yang telah dijernihkan dikumpulkan secara serempak melalui saluran yang ada diatas.

d. Daerah lumpur

Endapan dikumpulkan pada daerah pengendapan di dasar tangki pengendapan dan diharapkan seluruh partikel mencapai daerah secara terus menerus. Agar semua endapan dapat mengendap pada areal pengendapan. Maka kecepatan aliran air limbah harus diselesaikan dengan kecepatan

endapan sesuai dengan kedalaman dari bak pengendap tersebut. Dengan demikian kecepatan endapan dan kecepatan aliran partikel minimal harus sama dalam mencapai dasar bak dan mencapai daerah pengeluaran, untuk itu dapat diikuti perhitungan berikut ini.



Gambar 2.3. Skema garis edar pengendapan pada bak empat persegi panjang

Partikel dengan kecepatan pengendapan kurang dari V_0 akan mengendap sebagian sedangkan partikel dengan kecepatan pengendapan V_s akan mencapai daerah pengendapan apabila berada pada kedalaman h , sedangkan apabila kecepatannya kurang dari V_s dan ketinggian melebihi dari h maka partikel tersebut tidak mengendap pada daerah pengendapan. Dengan demikian fungsi pengendapan partikel dengan kecepatan V_s adalah :

$$f_x = \frac{h}{H} \tag{2-2}$$

Pada setiap kedalaman akan mempengaruhi kecepatan pengendapan dan waktu tinggal, sehingga :

$$f_x = \frac{V_s \cdot t_0}{V_0 \cdot t_0} = \frac{V_s}{V_0} \tag{2-3}$$

Sedangkan waktu tinggal untuk melewati bak adalah :

$$t_0 = \frac{L}{u} \tag{2-4}$$

Dengan demikian kecepatan V_0 dapat dihubungkan dengan aliran dan luas area :

$$V_0 = \frac{H}{t_0} = \frac{H \cdot u}{L} = \frac{H \cdot u \cdot W}{L \cdot W} = \frac{Q}{A} \tag{2-5}$$

Dimana : Q = jumlah seluruh aliran air limbah (debit)

A = luas permukaan bak

Jadi pada pemisahan partikel dengan kecepatan pengendapan V_s akan dapat dihilangkan dari bak ideal sebagai berikut :

$$f_x = \frac{V_s}{V_o} = \frac{V_s}{Q/A} \quad (2-6)$$

Untuk mendapatkan hasil kerja kolam pengendapan yang baik, maka lubang masuknya direncanakan agar terjadi distribusi kecepatan seragam di dalam kolam. Hal ini dapat dilakukan dengan memasang penghalang tepat di hilir pemasukan.

Kolam pengendapan yang direncanakan dengan baik, dapat membuang 50%-60% bahan padat dalam air limbah (Linsley, 1986 :210)

3. Bak Netralisasi

Fungsi dari bak netralisasi adalah untuk menetralkan air limbah agar nilai pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 8,5. Untuk menetralkan air limbah biasanya dengan menambahkan batu kapur.

4. Bak Elektrolisis

Elektrolisis merupakan [proses kimia](#) yang mengubah energi [listrik](#) menjadi energi kimia. [Komponen](#) yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah [elektroda](#) dan [elektrolit](#). Elektrolit adalah suatu [zat](#) yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya [larutan](#) menjadi [konduktor elektrik](#), ion-ion merupakan [atom](#)-atom bermuatan [elektrik](#). Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa [kimia](#) lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk [asam](#), [basa](#) atau [garam](#). Elektrolit dalam penelitian ini adalah air limbah, dan elektrodanya adalah lempengan tembaga.

5. Bak Osmosis Balik

Proses osmosis balik digunakan untuk memperoleh kembali garam pelapisan dan larutan. Proses osmosis terjadi bila terdapat dua macam larutan dengan larutan berbeda dipisahkan satu sama lain oleh suatu membran permeabel. Selama proses ini, air akan mengalir dari larutan yang konsentrasinya lebih rendah melalui membran menuju larutan yang konsentrasinya lebih tinggi sampai larutan tersebut mencapai ekuilibrium dimana konsentrasinya menjadi sama. Osmosis balik menggunakan proses seperti ini tetapi arahnya berlawanan. Tekanan dengan

konsentrasi tinggi harus diberi tekanan yang cukup sedemikian rupa sehingga molekul-molekul air tidak akan mengalir ke dalam tetapi sebaliknya, yaitu keluar.

6. Bak Pertukaran Ion

Penukaran ion adalah proses lain untuk memperoleh kembali logam yang digunakan di banyak pabrik pelapisan.

7. Bak Fitoremediasi

Bak fitoremediasi adalah bak yang digunakan untuk pengolahan limbah dengan media tanaman sebagai alat untuk menetralkan logam-logam berat yang terkandung.

Ada 4 faktor yang mempengaruhi fitoremediasi yaitu :

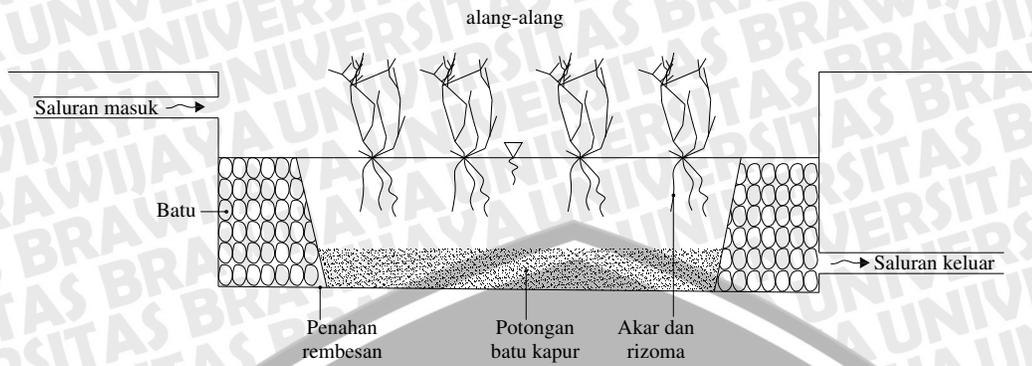
- a. Kemampuan daya akumulasi berbagai jenis tanaman untuk berbagai jenis polutan dan konsentrasi, sifat kimia dan fisika, dan sifat fisiologi tanaman.
- b. Jumlah zat kimia berbahaya
- c. Mekanisme akumulasi dan hiperakumulasi ditinjau secara fisiologi, biokimia, dan molecular.
- d. Kesesuaian sistem biologi dan evolusi pada akumulasi polutan.

Fitoremediasi juga memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan metode konvensional lain untuk menanggulangi masalah pencemaran, yaitu :

- a. Biaya operasional relatif murah
- b. Tanaman bisa dengan mudah dikontrol pertumbuhannya.
- c. Merupakan cara remediasi yang paling aman bagi lingkungan karena memanfaatkan tumbuhan.
- d. Memelihara keadaan alami lingkungan

Walaupun memiliki beberapa kelebihan, ternyata fitoremediasi juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah kemungkinan akibat yang timbul bila tanaman yang telah menyerap polutan tersebut dikonsumsi oleh hewan dan serangga. Dampak negatif yang dikhawatirkan adalah terjadinya keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga atau terjadinya akumulasi logam pada predator-predator jika mengkonsumsi tanaman yang telah digunakan dalam proses fitoremediasi.

Cara menghitung luasan yang diperlukan untuk membangun kolam lahan basah adalah berdasarkan Beban BOD yang masuk per hari dibagi dengan *Loading rate* pada umumnya. Untuk Amerika Utara = 32.10 kg. Untuk daerah tropis kira-kira = 40 kg BOD/Ha per hari.



Gambar 2.4. Bak fitoremediasi

8. Bak Filtrasi (Penyaringan)

Filtrasi atau penyaringan merupakan proses pengolahan air limbah dengan mengalirkan air limbah melalui filter dengan media dari bahan-bahan butiran dan ketebalan tertentu. Penyaringan akan memisahkan zat padat dan zat kimia yang terkandung dalam air limbah. Terdapat dua macam penyaringan yang ada yaitu:

a) Saringan Pasir Lambat

Terdiri dari lapisan gravel dengan tebal 0,3 meter dan pasir setebal 0,6 – 1,2 meter dengan diameter pasir sekitar 0,2 – 0,35 milimeter. Dari penyaringan ini akan dihasilkan kecepatan pengaliran sebanyak 0,034 – 0,1 liter/m³/detik.

b) Saringan Pasir Cepat

Saringan ini berisikan 0,4 – 0,7 meter pasir dengan diameter 0,4 – 0,8 milimeter dan gravel setebal 0,3 – 0,6 meter. Adapun kecepatan aliran penyaringan yang dihasilkan sebesar 1,3 – 2,7 liter/m³/detik. (Sugiarto, 1979)

9. Bak Kontrol

Bak kontrol berfungsi sebagai tempat pengambilan sampel effluent untuk dibuang ke badan air/sungai.

2.5. Evaluasi Efektifitas Pengurangan Parameter Limbah

2.5.1. Efektifitas Pengurangan Parameter

Perhitungan pengurangan parameter pada IPAL ini adalah sebagai berikut :

$$\eta_{\text{parameter}} = \frac{\text{Parameter}_{\text{inlet}} - \text{Parameter}_{\text{outlet}}}{\text{Parameter}_{\text{inlet}}} \cdot 100\%$$

Dimana :

$\text{Parameter}_{\text{inlet}} = \text{Kadar Parameter}_{\text{inlet}}$ di inlet

$\text{Parameter}_{\text{outlet}} = \text{Kadar Parameter}_{\text{outlet}}$ di outlet

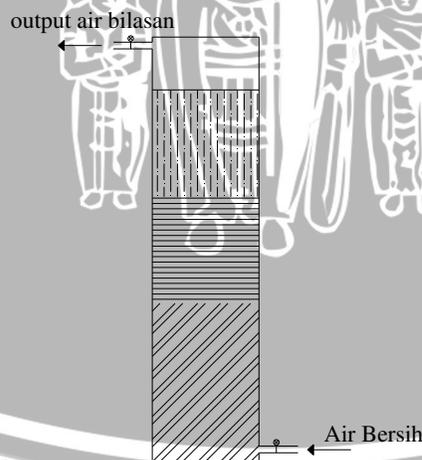
2.6. Pemeliharaan Alat

Setiap IPAL perlu dirawat dan dibersihkan secara periodik agar tetap berfungsi dengan baik. Dalam hal ini yang memerlukan perawatan yang baik pada bak filtrasi. Apabila media sudah tidak berfungsi seperti media penyaringan sudah jenuh sebaiknya diganti dengan media penyaringan yang baru. Jika media penyaring sudah jenuh menyebabkan kualitas air limbah yang dikeluarkan menjadi kurang baik. Pemeliharaan media penyaring dapat dilakukan dengan cara memcuci media (*back wash*). Apabila kualitas air limbah yang dikeluarkan kurang baik walaupun media penyaring telah dicuci, dapat dipastikan media filter sudah jenuh dan tidak dapat berfungsi dengan baik maka media penyaring perlu diganti.

2.6.1. Pencucian media (*back wash*)

Pencucian media bertujuan menghilangkan kotoran yang melekat pada media penyaring. Pencucian dilakukan secara berkala, minimal satu sekali atau tergantung dari tingkat kualitas air limbah yang filter. Jika tidak dibersihkan, terdapat kotoran yang menumpuk dan menyumbat media penyaring. Akibatnya, kualitas air kurang baik dan debit yang keluar semakin kecil.

langkah-langkah untuk mencuci media penyaring tidak perlu mengeluarkan media penyaring. Yaitu dengan mengalirkan air bersih pada kran outputnya.



Gambar 2.5. Proses Pencucian (*back wash*)

4.6.2. Penggantian Media

Penggantian media dilakukan apabila media sudah tidak dapat bekerja dengan baik (media penyaring jenuh). Indikasinya ditunjukkan oleh kondisi air limbah tidak memenuhi lagi walaupun telah dilakukan pencucian media penyaring (*back wash*). Cara mengganti media penyaring sebagai berikut :

- a) Siapkan bak penampung untuk menampung media penyaring yang sudah tidak dapat dipakai.
- b) Keluarkan media penyaring yang tidak dapat dipakai.
- c) Bersihkan bak filtrasi dari kotoran-kotoran yang melekat dengan air bersih.
- d) Masukkan media penyaring yang baru. Lalu dialirkan air untuk beberapa menit. Hal ini bertujuan agar kotoran yang masih tertinggal dapat terbawa keluar melalui saluran pembuangan. Saat air pembuangan sudah terlihat jernih, hentikan memasukkan air bersih tunggu sampai habis, setelah itu air limbah dapat dimasukkan kembali.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Studi

Obyek studi ini adalah pada industri electroplating skala rumah tangga yang berada di Kota Malang, Jln. Klayatan I/4 Propinsi Jawa Timur.

3.2. Data Yang Dibutuhkan

a. Data Administrasi

Data-data yang termasuk data administrasi industri electroplating skala rumah tangga yang digunakan sebagai data pelengkap untuk analisis debit air limbah adalah dari besarnya proses produksi electroplating itu sendiri.

b. Data layout industri electroplating

Data layout ini digunakan untuk mengetahui lokasi-lokasi ruang proses produksi electroplating.

c. Data debit

Data ini digunakan untuk mengetahui debit dari proses produksi, saluran air bersih dan lainnya.

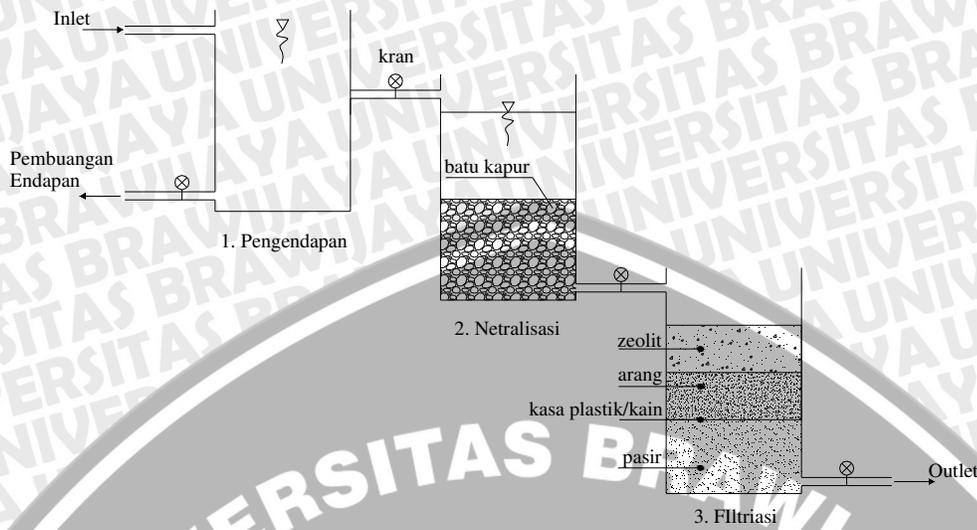
d. Data kualitas air limbah industri pengekroman

Meliputi kandungan bahan-bahan pada air limbah seperti TSS, T(suhu), pH, dHL (daya hantar listrik) dan Cr.

3.3. Perencanaan Model Instalasi

Penelitian ini menggunakan alat yang dirakit berdasarkan literatur. Alat ini dirancang untuk pengolahan limbah industri electroplating berskala rumah tangga.

Sketsa perencanaan model instalasi pengolahan limbah dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1. Sketsa perencanaan model instalasi pengolahan air limbah

Keterangan dari gambar sketsa perencanaan model instalasi pengolahan limbah

diatas :

1. Inlet

Air limbah yang akan diolah adalah pencampuran air limbah dari selokan dan larutan elektrolit yang dibuang sebulan sekali.

2. Bak Pengendapan

Bak pengendapan terbuat dari mika dengan dengan ukuran 20x20x50 cm (p x l x t). Fungsi dari bak pengendapan adalah untuk mengendapkan partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah tersebut.

3. Bak Netralisasi

Bak netralisasi terbuat dari mika dengan dengan ukuran 20x20x50 cm (p x l x t). Fungsi dari bak netralisasi adalah untuk menetralsir agar nilai pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 9. Untuk menetralsir air limbah tersebut akan ditambahkan bubuk kapur (CaCO_3) dalam bak.

4. Tabung Filtrasi

Bak elektrolisis terbuat dari mika dengan dengan ukuran 20x20x90 cm (p x l x t). Dimensi tabung filtrasi sama dengan dimensi tabung pengendapan. Pada tabung filtrasi ini terdapat beberapa lapisan-lapisan, antara lain :

a. Pasir Silika

Ukuran pasir silika yang dipakai dalam penelitian ini adalah butiran dengan diameter butiran 0,2 – 0,35 milimeter dengan tebal 30 cm. Termasuk ke dalam

saringan lambat. Fungsi dari pasir silika adalah mengurangi bahan-bahan kimia, membantu mengurangi warna yang disebabkan oleh arang aktif ataupun air tercemar dan menghilangkan bau.

b. Arang Aktif

Ukuran arang aktif yang dipakai dalam penelitian ini adalah butiran dengan diameter 0,85 – 0,42 milimeter dengan tebal 40 cm. Termasuk ke dalam saringan pasir cepat. Fungsi dari arang aktif ini adalah menyerap partikel-partikel halus dan mengikatnya di dalam air, mengurangi warna dan bau pada air limbah.

c. Zeolit

Ukuran zeolit yang dipakai dalam penelitian ini adalah butiran dengan diameter 0,85 – 0,25 milimeter. Termasuk ke dalam saringan pasir cepat dan lambat. Fungsi dari pasir zeolit adalah mampu menyerap zat-zat logam berat yang terkandung di dalamnya.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bak-bak model instalasi pengolahan air limbah.
2. Bak penampung hasil pengolahan.
3. Botol air mineral, sebagai tempat sampel air limbah yang diteliti.
4. Kasa plastik/kain sebagai sekat atau pemisah antara media penyaring satu dengan yang lain pada bak filtrasi.
5. Stop watch.
6. Bahan-bahan yang digunakan, antara lain:
 - a) Batu kapur
 - b) Zeolit
 - c) Pasir silika
 - d) Arang aktif

3.4. Variabel yang diteliti

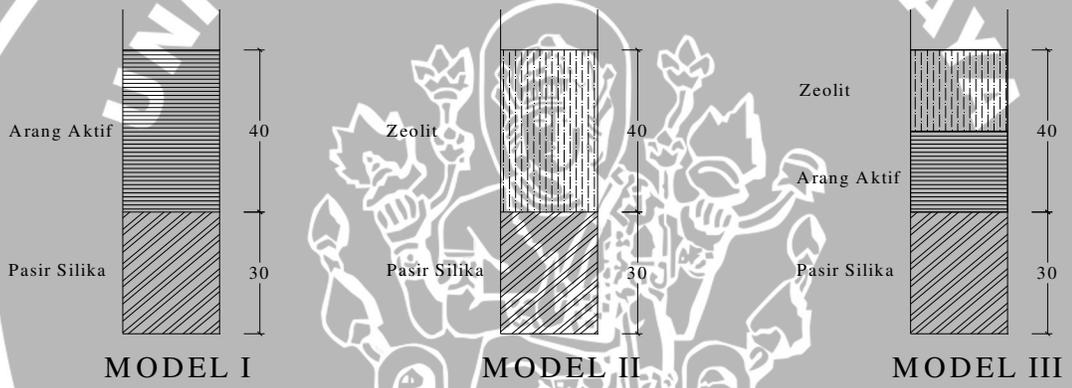
Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah:

1. TSS (*Total Suspended solid*) yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.
2. T (suhu) dimana semakin tinggi suhunya semakin tinggi kadar limbah yang terkandung.

3. pH yaitu derajat keasaman dalam air.
4. DHL (daya hantar listrik) yaitu kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik, dimana daya hantar tersebut sebanding dengan kadar zat terlarut yang mengion dalam air dan dinyatakan dalam mmicromohs per centimeter °C.
5. Cr yaitu kadar khromium dalam air yang dinyatakan dalam mg/l.

3.5. Variasi Percobaan

Prinsip dari penelitian ini adalah untuk mengolah air limbah dari industri elektroplating agar sesuai dengan baku mutu dengan menggunakan variasi model filtrasi. Variasi model filtrasi yang direncanakan yaitu dengan menggunakan penentuan ketebalan dan perlakuan media filter yang berbeda, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.2. Variasi model pada bak filtrasi

Parameter	TSS				DHL				Cr				T (suhu)				pH			
	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120
Model I																				
Model II																				
Model III																				

Tabel 3.1. Hasil penguji hasil laboratorium pada bak filtrasi

3.6. Langkah Penelitian

Pada penelitian ini, air limbah akan dimasukkan kedalam bak pengolahan air limbah pertama dan akan melalui proses-proses seperti gambar 3.1. Proses ini diharapkan agar kandungan unsur-unsur dalam air limbah yang melebihi batas standar baku mutu dapat diturunkan, sehingga layak untuk dibuang sebagaimana mestinya. Maka rancangan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

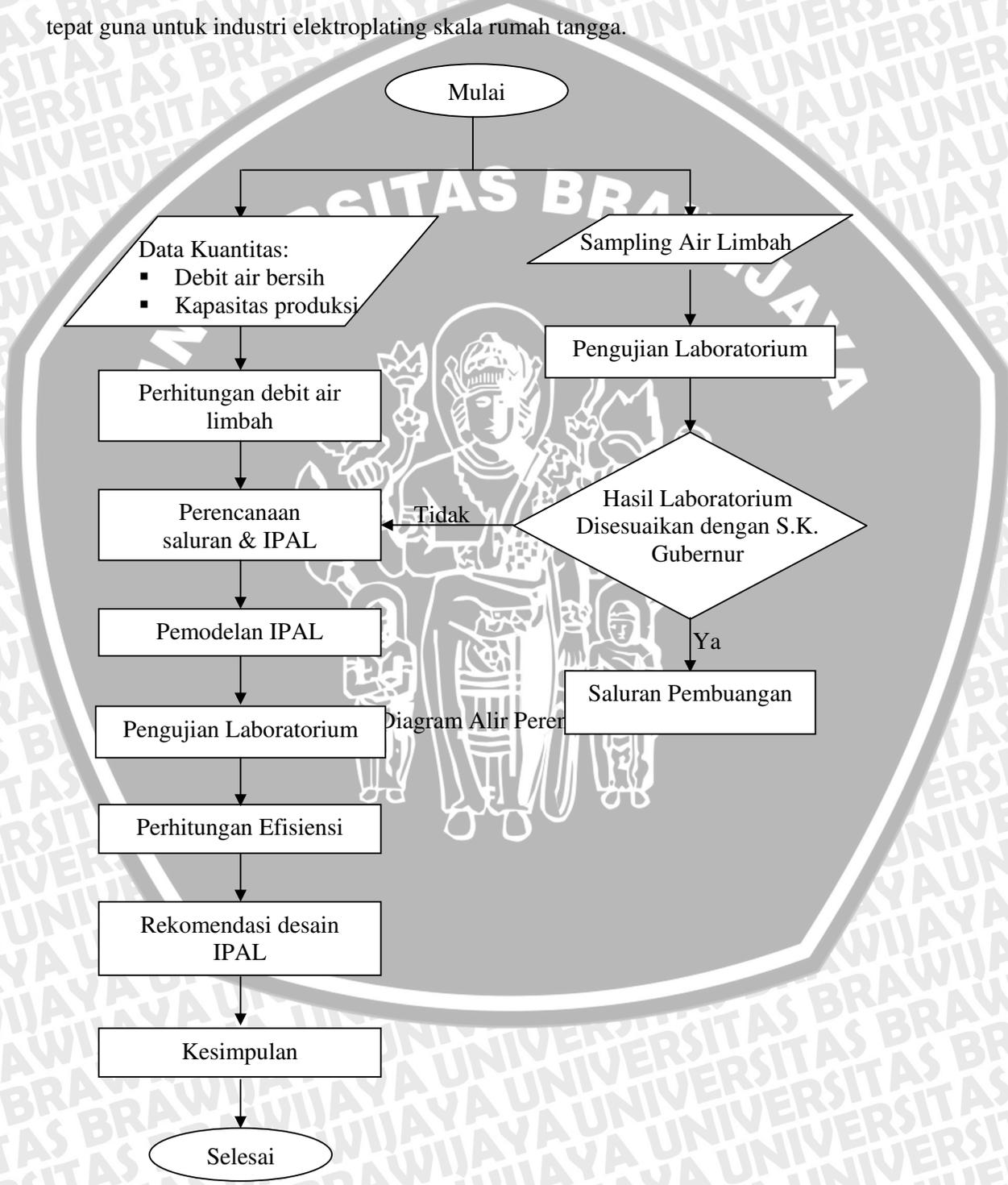
1. Mengambil sampel air limbah dari industri elektroplating skala rumah tangga kemudian diujikan di laboratotium untuk mengetahui kadar limbahnya.
2. Dari besarnya kadar tersebut maka dirancang suatu alat pengolahan air limbah dengan teknik yang sederhana untuk menurunkan kadar air limbah yang berlebih.
3. Memasukkan air limbah kedalam alat pengolahan air limbah, kemudian diuji ke laboratorium untuk diketahui kadar limbahnya.
4. Dari data laboratorium tersebut akan dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair untuk industri elektroplating menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002.



6.

3.7. Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir

Sistematika penyusunan tugas akhir dapat dianalogkan dalam bentuk diagram alir yang merupakan proses penyusunan tugas akhir secara sistematika dari awal hingga akhir, dimana semua proses analisa tersebut bertujuan untuk membuat instalasi yang tepat guna untuk industri elektroplating skala rumah tangga.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Debit Air Limbah

Besarnya debit air limbah dari industri elektroplating berskala rumah tangga ini diperoleh dari pengamatan dilapangan yakni dengan mengukur besarnya saluran dan kecepatan dilapangan. Untuk menghitung debit dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = A.V$$

dengan :

Q = kapasitas saluran (m^3/dt)

A = luas penampang saluran (m^2)

V = kecepatan aliran rerata (m/dt)

- Luas saluran (m^2)

$$A = b \times h$$

$$b = 0,10 \text{ m}$$

$$h = 0,065 \text{ m}$$

$$A = 0,10 \times 0,065 = 0,0065 \text{ m}^2$$

- kecepatan aliran rerata (m/dt)

Kecepatan aliran rerata dapat diperoleh dengan cara mengapungkan benda dengan jarak tertentu dan mencatat waktu yang ditempuh dalam jarak tersebut. Dari penelitian yang dilakukan dilapangan didapatkan $v = 0,0054 \text{ m/dt}$.

Debit air limbah dari industri elektroplating berskala rumah tangga tersebut adalah sebagai berikut :

$$Q = A.V = 0,0065 \times 0,054 = 0,000035 \text{ m}^3/dt$$

Jadi debir air limbah industri elektroplating berskala rumah tangga adalah sebesar $0,000035 \text{ m}^3/dt \approx 0,035 \text{ lt/dt}$.

4.2. Analisa Kualitas Air

Permasalahan yang terjadi di lokasi studi adalah industri elektroplating tersebut membuang limbahnya langsung ke selokan, hal ini dikarenakan belum adanya IPAL pada industri elektroplating tersebut.

Untuk mengetahui kualitas air limbah dari sampel awal, maka air limbah yang keluar dari industri elektroplating tersebut diambil dan diuji di laboratorium sehingga

didapatkan nilai yang nantinya dijadikan masukan (*inlet*). Kemudian air limbah tersebut diolah dan nantinya didapatkan keluaran (*outlet*) sebagai hasil dari pengolahan. Pada pengambilan sampel awal, didapatkan hasil uji laboratorium sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil uji laboratorium sampel awal air limbah

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah	Hasil	Keterangan
1	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	25,2	memenuhi
2	TSS	mg/l	20	300	Tidak memenuhi
3	DHL	$\mu\text{S/cm}$	1,25	33,5	Tidak memenuhi
4	pH	-	6,5 – 8,5	1,4	Tidak memenuhi
5	Cr Total	mg/l	0,5	288,82	Tidak memenuhi

Sumber : Laboratorium Pengairan Universitas Brawijaya Malang, 2009

Dari hasil uji laboratorium sampel awal air limbah tersebut dapat disimpulkan bahwa lima parameter (suhu, TSS, DHL, pH, dan Cr total) tidak memenuhi standar baku mutu air limbah sesuai dengan peraturan yang ada, dimana dalam penelitian ini digunakan acuan SK. Gubernur JATIM Tahun 2002 tentang baku mutu air limbah. Dilihat dari nilai pHnya sebesar 1,4 maka air limbah tersebut asam. Untuk itu akan direncanakan IPAL sederhana dimana data tabel 4.1 diatas menjadi input dari proses IPAL sederhana tersebut.

4.3. Perencanaan IPAL Sederhana

Berdasarkan hasil pengujian sampel air limbah awal yang diambil dari lokasi studi, diketahui bahwa perlu adanya peningkatan kualitas air limbah dengan pembuatan IPAL sederhana. Dalam penelitian ini digunakan IPAL sederhana dengan tiga bak yang berbeda antara lain bak pengendapan, bak netralisasi, dan bak filtrasi. Dimana dalam penelitian ini memfokuskan pada modifikasi penempatan media penyaring pada bak filtrasi. Metode filtrasi yang digunakan adalah filtrasi vertikal (down flow) dengan komposisi bahan filtrasi arang aktif, zeolit, dan pasir silika. Berikut adalah dimensi dari bak-bak yang digunakan dalam pengolahan air limbah :

a) Bak Pengendapan

- Ukuran bak pengendap = 20 cm x 20 cm x 50 cm = 20000 cm³
- Jarak lubang outlet = 20 cm (dari dasar tabung)
- Diameter lubang outlet = 0,5 inchi = 1,273 cm
- Ketebalan bak pengendapan = 0,5 cm

b) Bak Netralisasi

- Ukuran bak pengendap = 20 cm x 20 cm x 50 cm = 20000 cm³
- Jarak lubang outlet = 10 cm (dari dasar tabung)
- Diameter lubang outlet = 0,5 inchi = 1,273 cm
- Ketebalan bak pengendapan = 0,5 cm

c) Bak Filtrasi

- Ukuran bak pengendap = 20 cm x 20 cm x 90 cm = 360000 cm³
- Jarak lubang outlet = 10 cm (dari dasar tabung)
- Diameter lubang outlet = 0,5 inchi = 1,273 cm
- Ketebalan bak pengendapan = 0,6 cm



Gambar 4.1. Sketsa dimensi bak-bak IPAL (dalam cm)

4.4. Analisa Hasil Proses IPAL Sederhana

Dari pengaturan komposisi media penyaring pada IPAL, didapatkan hasil keluaran (*outlet*) yang bervariasi. Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, terdapat tiga model yaitu model I terdiri atas arang aktif-pasir silika, model II terdiri atas zeolit-pasir silika, dan model III zeolit-arang aktif-pasir silika. Dengan perbedaan susunan tersebut didapatkan hasil yang beragam dan dapat diketahui susunan mana yang dapat menghasilkan nilai keluaran (*outlet*) yang paling optimal. Sampel diambil pada keluaran (*outlet*) pada waktu 15, 30, 60, dan 120 menit. Dengan interval waktu tersebut diharapkan dapat diketahui keluaran (*outlet*) air limbah dari waktu ke waktu dan dapat diketahui pula kapasitas IPAL sederhana tersebut dalam mengolah air limbah.

4.4.1. Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Pengendapan

Pengendapan dimaksudkan untuk mengendapkan Total Suspended Solid (TSS) sekaligus kandungan Cr totalnya. Perlakuan air limbah pada bak pengendapan adalah dengan memasukkan air limbah ke bak pengendapan dengan waktu tinggal tertentu, dimana dalam penelitian ini waktu tinggalnya ± 24 jam. Hasil uji laboratorium dari air limbah setelah melalui bak pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak pengendapan

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah	Hasil	Keterangan
1	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	25,1	memenuhi
2	TSS	mg/l	20	200	Tidak memenuhi
3	DHL	$\mu\text{S/cm}$	1,25	33,7	Tidak memenuhi
4	pH	-	6,5 – 8,5	1,86	Tidak memenuhi
5	Cr Total	mg/l	0,5	33,62	Tidak memenuhi

Sumber : Laboratorium Pengairan Universitas Brawijaya Malang, 2009

Dari hasil uji laboratorium tersebut tampak bahwa terjadi penurunan parameter TSS dari 300 mg/l menjadi 200 mg/l. Selain itu juga penurunan yang sangat signifikan adalah pada parameter Cr total dari 288,82 mg/l menjadi 33,62 mg/l. Sedangkan pada parameter pH mengalami peningkatan sangat sedikit yaitu dari 1,4 menjadi 1,86.

4.4.2. Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Netralisasi

Fungsi dari bak netralisasi adalah untuk menetralkan air limbah agar nilai pH netral yaitu berkisar antara 6,5 sampai dengan 8,5. Untuk menetralkan air limbah digunakan serbuk kapur (CaCO_3). Perlakuan air limbah pada bak netralisasi adalah dengan memasukkan air limbah dari bak pengendapan lalu masukkan ke bak netralisasi. Pada bak netralisasi air limbah tersebut ditambahkan kapur (CaCO_3) dengan takaran 180 gram/0,018 m³ (0,018 m³ adalah volume air limbah dalam model bak netralisasi). Hasil uji laboratorium dari air limbah setelah melalui bak netralisasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak netralisasi

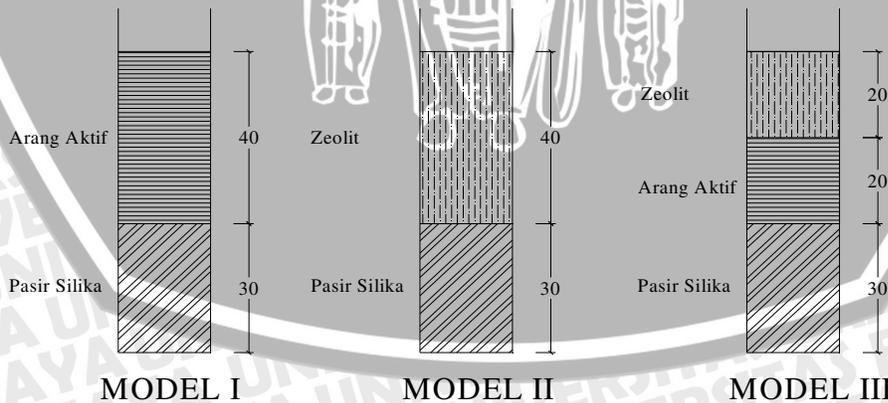
No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah	Hasil	Keterangan
1	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	25,3	memenuhi
2	TSS	mg/l	20	400	Tidak memenuhi
3	DHL	μS/cm	1,25	4,02	Tidak memenuhi
4	pH	-	6,5 – 8,5	6,52	memenuhi
5	Cr Total	mg/l	0,5	33,62	Tidak memenuhi

Sumber : Laboratorium Pengairan Universitas Brawijaya Malang, 2009

Dari hasil uji laboratorium tersebut menunjukkan kadar pH mengalami peningkatan dari 1,86 menjadi 6,52. Dengan kadar pH 6,52 maka pHnya sudah netral. Namun untuk TSS menunjukkan peningkatan dari 200 mg/l menjadi 400 mg/l hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari serbuk kapur (CaCO_3).

4.4.3. Analisa Hasil Air Limbah Setelah Melalui Bak Filtrasi

Dalam penelitian ini komposisi media penyaring terdiri dari arang aktif, zeolit, dan pasir silika. Dimana hanya letak zeolit dan arang aktif yang diubah, sedangkan letak pasir silika tetap berada dilapisan paling bawah. Arang aktif tidak dilakukan pergantian letak, dikarenakan sifat arang aktif memiliki pengotor yang dapat merubah warna air limbah menjadi kehitaman. Pada bak filtrasi diatur letak dan ketebalan masing-masing media dibagi menjadi tiga model yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Diharapkan dengan perbedaan komposisi perletakan dan ketebalan susunan media penyaring ini akan didapatkan hasil yang beragam dan nantinya dapat diketahui susunan mana yang menghasilkan nilai keluaran (*outlet*) paling optimal dalam proses IPAL sederhana.



Gambar 4.2. komposisi media pada bak filtrasi

Pada variasi model I diambil berdasarkan literatur dari Soegiharto, sedangkan pada model II arang aktif diganti dengan zeolit karena zeolit dapat berfungsi mengikat

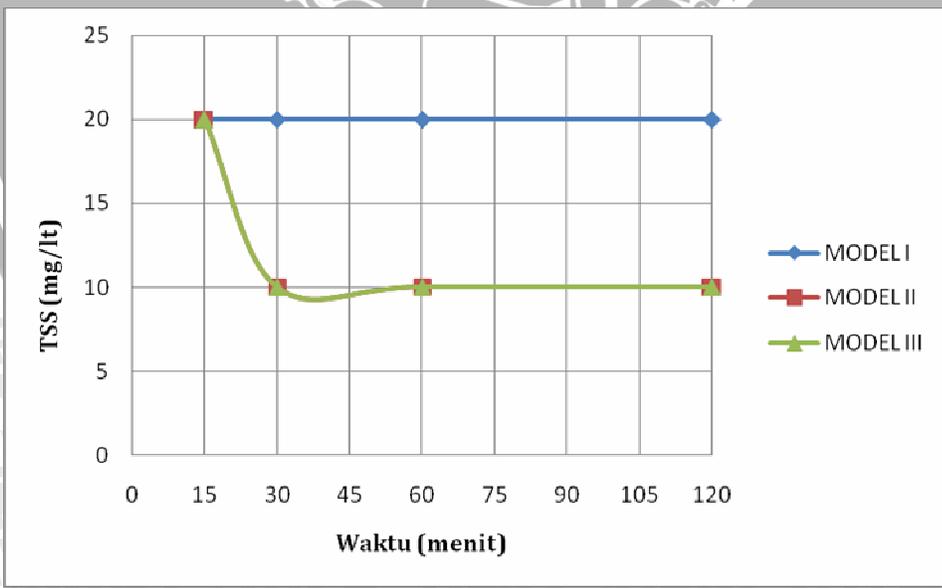
zat-zat logam berat yang terkandung di dalamnya. Untuk model III adalah gabungan dari model I dan II.

Filtrasi atau penyaringan merupakan proses pengolahan air limbah dengan mengalirkan air limbah melalui filter dengan media dari bahan-bahan butiran dan ketebalan tertentu. Perlakuan air limbah pada bak filtrasi ini adalah memasukkan air limbah dari bak netralisasi dengan tiga variasi bak dan pengambilan sampel pada menit ke 15, 30, 60, 120 menit seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Hasil uji laboratorium setelah difiltrasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4. Hasil uji laboratorium air limbah setelah melalui bak filtrasi

Parameter	TSS (mg/l)				DHL (μ S/cm)				Cr total (mg/l)				T (suhu)				pH				
	Waktu (menit)	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60	120
Model I		20	20	20	20	5,76	5,91	7,46	10,12	14,01	12,33	12,33	12,33	25,1	25,4	25,5	25,4	6,9	7,01	7,01	6,77
Model II		20	10	10	10	2,91	3,3	3,57	3,72	14,01	15,03	17,93	18,49	25,3	25,3	25,4	25,4	6,99	6,94	6,96	6,97
Model III		20	10	10	10	3,87	3,86	3,81	3,74	16,25	17,37	16,81	16,25	25,4	25,3	25,4	25,4	6,91	7,03	6,98	7,02

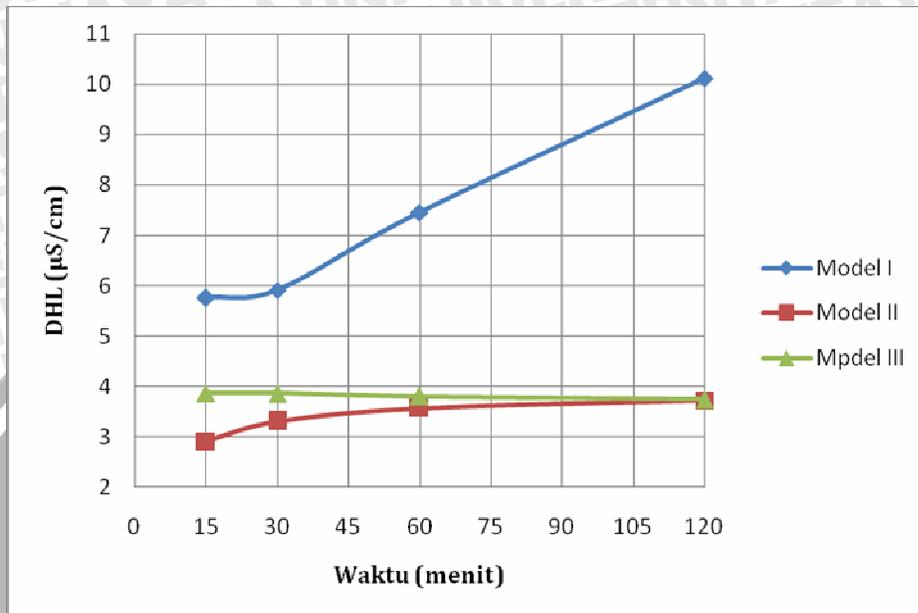
Sumber : Laboratorium Pengairan Universitas Brawijaya Malang, 2009



Grafik 4.1. Hasil Pengujian Kadar TSS

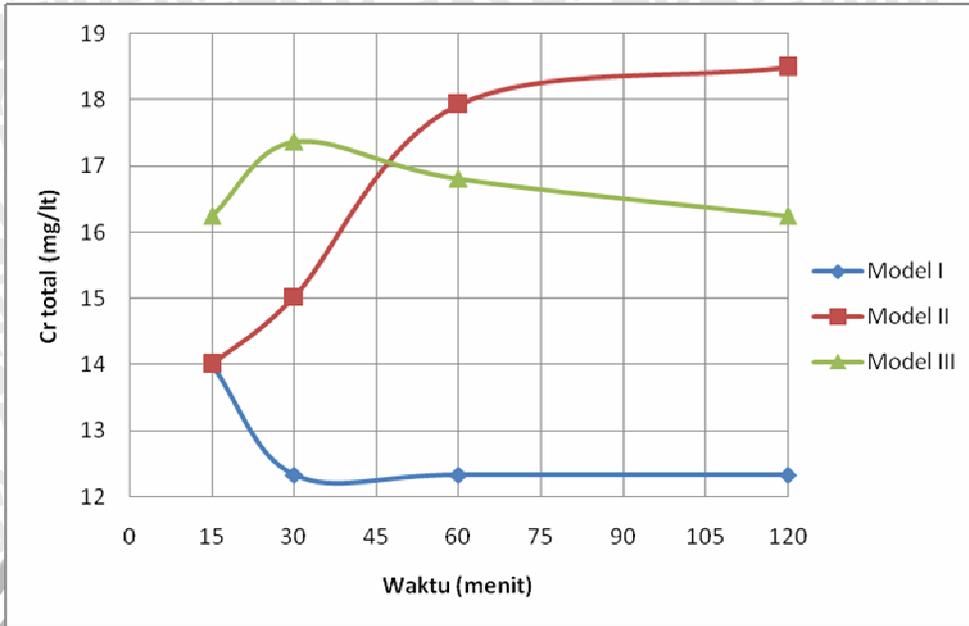
Dari tabel 4.4 dan grafik 4.1 dapat disimpulkan bahwa nilai TSS model I cenderung stabil pada angka 20 mg/lt. Sedangkan pada model II dan III nilainya sama

dan mengalami penurunan hingga 10 mg/l. Dengan demikian penurunannya sangat banyak jika dibandingkan dengan nilai inlet yaitu 300 mg/l.



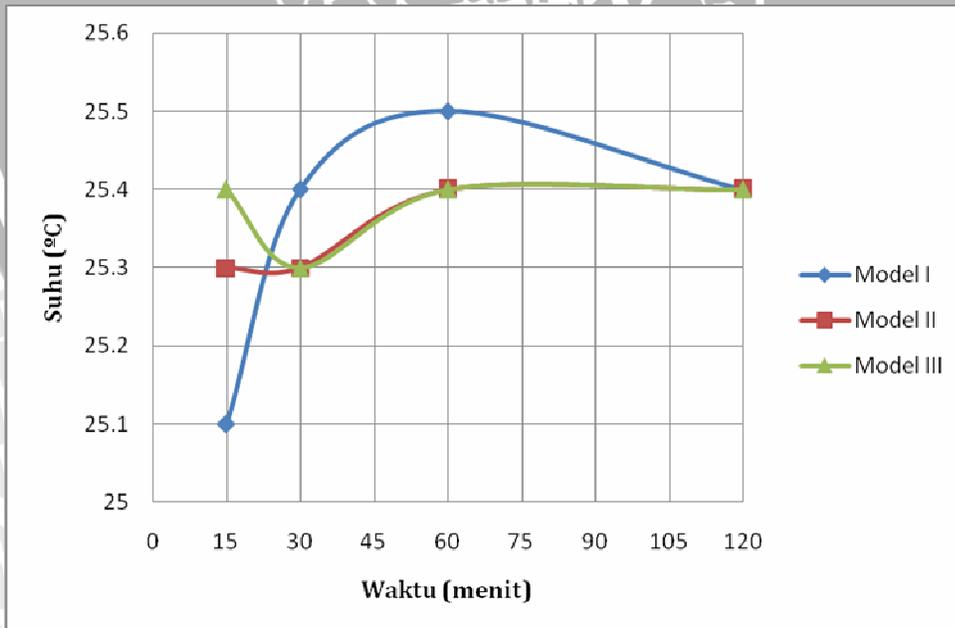
Grafik 4.2. Hasil Pengujian Kadar DHL

Dari tabel 4.4 dan grafik 4.2 dapat disimpulkan bahwa nilai DHL model I mengalami peningkatan hingga mencapai angka 10,12 µS/cm. Nilai pada model II juga mengalami peningkatan tetapi tidak sebesar pada model I yaitu 3,72 µS/cm. Sedangkan pada model III nilainya mengalami penurunan yaitu 3,74 µS/cm.



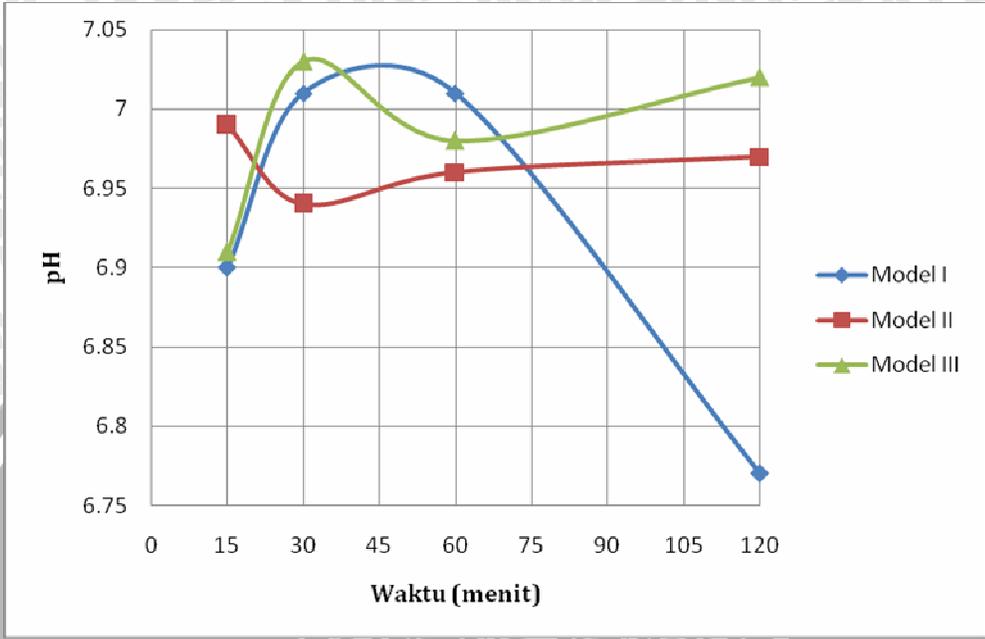
Grafik 4.3. Hasil Pengujian Kadar Cr total

Dari tabel 4.4 dan grafik 4.3 dapat disimpulkan bahwa nilai Cr total model I semakin menurun dan stabil pada angka 12,33 mg/Lt. Sedangkan pada model II nilai Cr totalnya semakin meningkat hingga 18,49 mg/Lt. Untuk model III nilainya mengalami kenaikan dan penurunan, akan tetapi pada menit ke 120 nilai Cr totalnya adalah 16,25 mg/Lt.



Grafik 4.4. Hasil Pengujian Suhu

Dari tabel 4.4 dan grafik 4.4 dapat disimpulkan bahwa dari ketiga model suhu air limbah relatif stabil dan memenuhi standar baku mutu air limbah.



Grafik 4.5. Hasil Pengujian Suhu

Dari tabel 4.4 dan grafik 4.5 dapat disimpulkan bahwa dari ketiga model pH air limbah netral dan memenuhi standar baku mutu air limbah.

4.5. Evaluasi Efisiensi Pengurangan Parameter Limbah

Perhitungan efisiensi pengurangan parameter pada IPAL ini adalah sebagai berikut :

$$\eta_{parameter} = \frac{Parameter_{inlet} - Parameter_{outlet}}{Parameter_{inlet}} \cdot 100\%$$

Dimana :

Parameter_{inlet} = Kadar Parameter_{inlet} di inlet

Parameter_{outlet} = Kadar Parameter_{outlet} di outlet

Parameter-parameter yang akan dievaluasi efisiensinya adalah TSS, DHL, dan Cr total. Dibawah ini adalah contoh perhitungan efisiensi pengurangan limbah dan selanjutnya akan ditabelkan.

Contoh perhitungan efisiensi parameter TSS setelah melalui bak pengendap :

Parameter_{inlet} TSS = 300 mg/l

$$\text{Parameter}_{\text{outlet}} \text{ TSS} = 200 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{parameter}} &= \frac{\text{Parameter}_{\text{inlet}} - \text{Parameter}_{\text{outlet}}}{\text{Parameter}_{\text{inlet}}} \cdot 100\% \\ &= \frac{300 - 200}{300} \times 100\% \\ &= 33,3333\% \end{aligned}$$

Jadi nilai efisiensi parameter TSS setelah melalui bak pengendap adalah 0,333 %.

- Bak Pengendapan

Tabel 4.5. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak pengendapan

Parameter	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
TSS (mg/l)	300	200	33,333
DHL (µS/cm)	33.5	33.7	-0,597
Cr total (mg/l)	288.82	33.62	88,360

Sumber : Hasil perhitungan, 2009

Jika nilai efisiensi positif (+) maka nilai parameter menjadi berkurang atau mendekati baku mutu air limbah begitu pula sebaliknya jika nilai efisiensinya negatif (-) maka nilai parameternya menjadi bertambah.

- Bak Netralisasi

Tabel 4.6. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak netralisasi

Parameter	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
TSS (mg/l)	300	400	-33,333
DHL (µS/cm)	33.5	4.02	88,000
Cr total (mg/l)	288.82	33.62	88,360

Sumber : Hasil perhitungan, 2009

- Bak Filtrasi

Tabel 4.7. Nilai parameter inlet air limbah

Parameter	Inlet
TSS (mg/l)	300
DHL (µS/cm)	33.5
Cr total (mg/l)	288.82

Sumber : Hasil inlet IPAL sederhana, 2009

Tabel 4.8. Nilai parameter air limbah setelah melalui bak filtrasi

Parameter	TSS (mg/l)				DHL ($\mu\text{S/cm}$)				Cr (mg/l)			
	Waktu (menit)	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60
Model I	20	20	20	20	5.8	5.9	7.5	10.1	14	12.3	12.3	12.3
Model II	20	10	10	10	2.9	3.3	3.6	3.72	14	15	17.9	18.5
Model III	20	10	10	10	3.9	3.9	3.8	3.74	16.3	17.4	16.8	16.3

Sumber : Hasil outlet IPAL sederhana, 2009

Tabel 4.9. Nilai efisiensi setelah air limbah melalui bak filtrasi

Parameter	TSS (%)				DHL (%)				Cr total (%)			
	Waktu (menit)	15	30	60	120	15	30	60	120	15	30	60
Model I	93.333	93.333	93.333	93.333	82.806	82.358	77.731	69.791	95.149	95.731	95.731	95.731
Model II	93.333	96.667	96.667	96.667	91.313	90.149	89.343	88.896	95.149	94.796	93.792	93.598
Model III	93.333	96.667	96.667	96.667	88.448	88.478	88.627	88.836	94.374	93.986	94.180	94.374

Sumber : Hasil perhitungan, 2009

Berdasarkan analisis diatas maka dapat disimpulkan model II adalah yang paling baik, karena model II memiliki nilai efisiensi yang lebih besar dari pada yang lain. Nilai efisiensi parameter TSS model II dan III sama besarnya, nilai efisiensi parameter DHL model II tetap lebih baik dari pada kedua model lainnya, nilai efisiensi parameter Cr total model II lebih baik dari kedua model lainnya.

4.6. Perencanaan Jaringan Pipa Primer

Distribusi limbah cair dari sumber – sumber masuk ke pipa yang bermuara pada satu pipa primer. Pipa primer ini termasuk kategori saluran terbuka, hal ini dikarenakan aliran yang masuk menuju pipa tidak penuh.

Untuk merencanakan kemampuan pipa dalam menyalurkan limbah cair yang ada, dilakukan perhitungan dimensi pipa menggunakan rumus Manning dengan asumsi data sebagai berikut :

- Kemiringan saluran (S) = 0,05
- Q limbah cair = 3 m³/hari = 0,000035 m³/det
- n adalah koefisien manning dimana nilai n adalah 0,013 karena saluran pengolahan limbah cair yang ada merupakan saluran pembuang atau pipa pembuangan.
- L₁ (panjang pipa inlet) = 11 m
- L₂ (panjang pipa outlet) = 11 m
- C (koefisien Hazen William) = 120 (pipa galvanize)

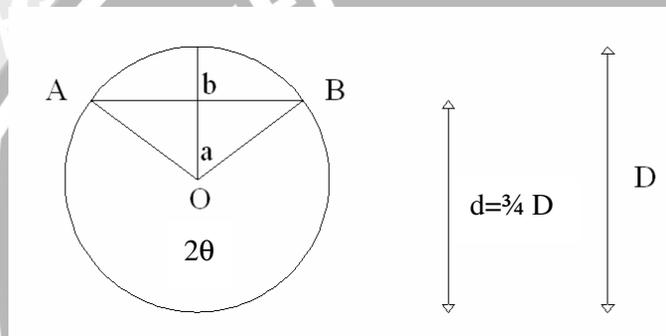
Sehingga apabila dimasukkan kedalam rumus kontinuitas maka akan didapat :

$$\triangleright Q = A \cdot V$$

$$\triangleright V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$\triangleright R = \frac{A}{P}$$

Sebelum dilakukan perhitungan mencari nilai (V), diperlukan perhitungan mencari nilai luas penampang saluran (A) terlebih dahulu, untuk menentukan besarnya luas, keliling basah dan lebar pada dimensi lingkaran dimana dalam pipa hanya dipenuhi limbah cair sebanyak $\frac{3}{4} D$, maka dilakukan perhitungan hidrolika seperti pada gambar dibawah :



Untuk mencari nilai A adalah sebagai berikut :

$$\cos \alpha = \frac{Ob}{BO} = \frac{r - (\frac{4}{4}D - \frac{3}{4}D)}{r}$$

$$= \frac{Ob}{BO} = \frac{r - \frac{1}{4}D}{r}$$

$$= \frac{Ob}{BO} = \frac{r - (\frac{1}{4} \times 2r)}{r}$$

$$= \frac{Ob}{BO} = \frac{r - \frac{2}{4}r}{r}$$

$$= \frac{Ob}{BO} = \frac{r - \frac{1}{2}r}{r}$$

$$= \frac{Ob}{BO} = \frac{r(1 - \frac{1}{2})}{r}$$

$$= \frac{1}{2}$$

$$= 0,5$$

$$\alpha = 60^{\circ}$$

Dan didapat $\theta = 180^{\circ} - 60^{\circ} = 120^{\circ}$

$$= 120^{\circ} \times (\pi / 180)$$

$$= 2,094 \text{ rad}$$

$$A = r^2 \left[\theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right]$$

$$= r^2 \left[2,094 - \frac{\sin(2 \times 120)}{2} \right]$$

$$= r^2 \left[2,094 - \frac{\sin 240}{2} \right]$$

$$= r^2 \left[2,094 + \frac{0,866}{2} \right]$$

$$= r^2 (2,094 + 0,433)$$

$$= r^2 (2,527)$$

$$A = 2,527 r^2$$

$$P \text{ (keliling basah)} = 2 \times r \times \theta = 2 \times r \times 2,094$$

$$= 4,188 r$$

Kemudian menghitung besarnya nilai R :

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{2,527 r^2}{4,188 r}$$

$$R = 0,603 r$$

Dengan menggunakan $Q = 0,000035 \text{ m}^3/\text{detik}$ kemudian dilakukan perhitungan dimensi.

$$Q = A \times \left[\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right]$$

$$0,000035 = (2,527 r^2) \times (1/0,013) \times (0,603 r)^{2/3} \times (0,05)^{1/2}$$

$$0,000035 = (2,527 r^2) \times (76,923) \times (0,603 r)^{2/3} \times (0,05)^{1/2}$$

$$0,000035 = 31,04141024 r^{8/3}$$

$$r^{8/3} = 0,000011275 \text{ m}$$

$$r = 0,01395 \text{ m}$$

$$D = 0,028 \text{ m} = 2,8 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Jadi diameter pipa hasil perhitungan adalah 3 cm, namun diameter pipa air limbah yang tersedia di pasaran minimal 0,05 m = 5 cm sehingga digunakan diameter pipa yang tersedia di pasaran, maka perlu dikontrol terhadap kecepatannya.

Kontrol nilai (v) sebagai berikut :

$$V = \left(\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$\begin{aligned} V &= (1/0,013) \times (0,603 r)^{2/3} \times (0,05)^{1/2} \\ &= (76,923) \times (0,603 \times 0,5)^{2/3} \times (0,05)^{1/2} \\ &= 1,049 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Karena $v = 1,049$ m/det berada pada nilai kecepatan yang diijinkan yaitu berada diantara 0,3 – 2,5 m/det maka (v) kondisi diatas memenuhi syarat, adapun syarat ini harus dipenuhi karena apabila $V < 0,3$ m/det maka akan timbul endapan. Sedangkan untuk nilai $V > 2,5$ m/det maka pipa akan aus dan menyebabkan headlossnya tinggi.

Jadi diameter pipa menurut perhitungan adalah sebesar 0,03 m diameter pipa air limbah yang tersedia di pasaran minimal 0,05 m = 5 cm. Jika diameter pipa yang dipakai 0,05 m akan sangat mencukupi. Analisa kecepatan (v) = 1,049 m/det maka pipa tidak akan aus dan menyebabkan headlossnya tidak tinggi.

Headloss atau kehilangan tekanan pada pipa inlet dan outlet dapat dihitung menggunakan rumus Hazen William sebagai berikut :

$$Hf = \frac{L \cdot Q^{1,85}}{(0,00155 \cdot C \cdot D^{2,63})^{1,85}}$$

Dimana :

- L_1 (panjang pipa inlet) = 11 m
- L_2 (panjang pipa outlet) = 11 m
- C (koefisien Hazen William) = 120 (pipa galvanize)
- D (diameter pipa) = 0,05 m = 5 cm
- $Q = 3 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,000035 \text{ m}^3/\text{det} = 0,035$ l/det

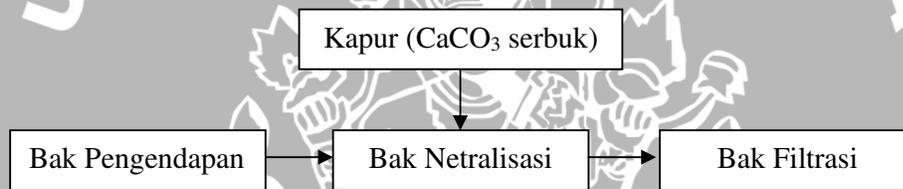
$$Hf_{\text{inlet}} = \frac{11 \cdot 0,035^{1,85}}{(0,00155 \cdot 120 \cdot 5^{2,63})^{1,85}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,02228}{115,443} \\
 &= 0,0002 \text{ m} \\
 Hf_{\text{outlet}} &= \frac{24,0,035^{1,85}}{(0,00155 \cdot 120,5^{2,64})^{1,85}} \\
 &= \frac{0,04861}{115,443} \\
 &= 0,0004 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi headloss pada pipa inlet adalah sebesar 0,0002 m dan headloss pada pipa outlet sebesar 0,0004 m.

4.7. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Dalam hasil laboratorium dimana urutan unit proses adalah sebagai berikut:



Namun hasil laboratorium menunjukkan bahwa outlet dari bak netralisasi menunjukkan TSS yang meningkat (dari 200 mg/l menjadi 400 mg/l), yang disebabkan oleh penambahan Kapur (CaCO₃ serbuk). Untuk itu dalam perencanaan IPAL dalam unit proses diubah menjadi sebagai berikut:



4.7.1. Bak Netralisasi

Dimensi bak :

- P = 0,5 m
- L = 0,5 m
- H = 0,5 m
- Q = 0,000035 m³/det = 0,0021 m³/menit = 0,126 m³/jam

- Waktu tinggal (t) untuk Bak Netralisasi adalah ≥ 15 menit = 0,25 jam.

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times H \\
 &= 0,5 \times 0,5 \times 0,5 \\
 &= 0,125 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi waktu tinggal (t) :

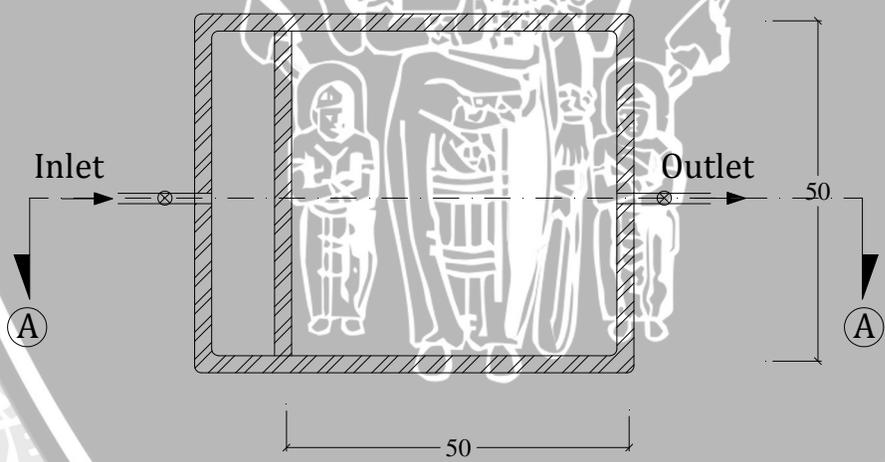
$$\begin{aligned}
 t &= \frac{V}{Q} \\
 &= \frac{0,125}{0,0021} \\
 &= 59,523 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu tinggal dianggap ideal yaitu 59,523 menit karena lebih dari waktu yang diisyaratkan.

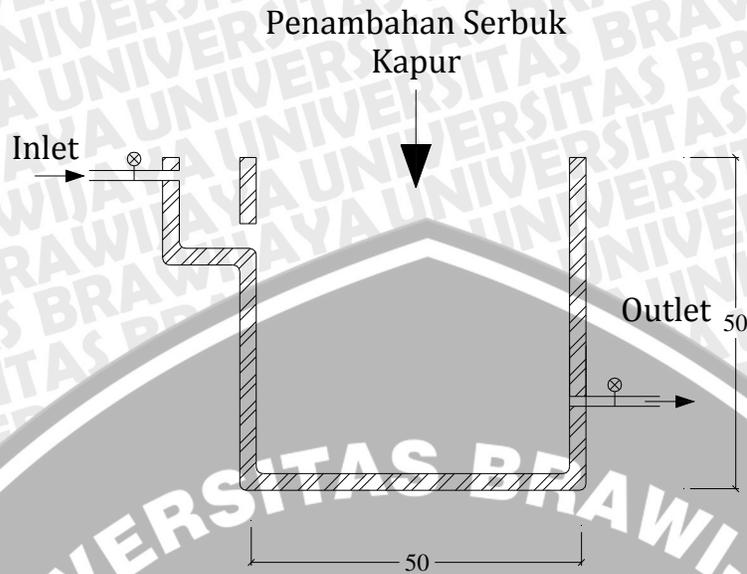
$$t \geq t_{\text{kriteria desain}}$$

59,523 menit \geq 15 menit (memenuhi syarat)

Jadi ukuran bak netralisasi adalah 0,5 x 0,5 x 0,5 meter (P x L x H)



Gambar 4.3. Bak Netralisasi



Gambar 4.4. Potongan A-A Bak Netralisasi

4.7.2. Bak Pengendapan

Pada industri elektroplating skala rumah tangga saat ini belum memiliki IPAL, jadi direncanakan dimensi bangunan bak pengendapan sebagai berikut :

- Debit limbah cair yang masuk (Q) = $3 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,000035 \text{ m}^3/\text{det}$
- Diameter butiran (D) = $0,067 \text{ mm} = 0,000067 \text{ m}$
- Berat jenis butiran (ρ_s) = $2,54 \text{ g/ml}$
- Kekentalan kinematik air pada suhu 30°C (ν) = $8,06 \times 10^{-7}$
- Faktor gesekan Darcy-Weisbach (f) = $0,025$
- Gaya gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/det}^2$
- waktu tinggal (t) yang ideal untuk bak pengendap yaitu 5 jam.

Diasumsikan ukuran bak pengendapan :

- $P = 1 \text{ m}$
- $L = 0,5 \text{ m}$
- $H = 0,5 \text{ m}$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 V &= P \times L \times H \\
 &= 1 \times 0,5 \times 0,5 \\
 &= 0,25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.7.1.1 Perhitungan Kapasitas Bak Pengendap :

- a. Besarnya kecepatan rata-rata mengendap partikel kearah bawah adalah :

$$v_s = \frac{\rho_s - \rho_t}{18\nu} \cdot g \cdot D^2$$

$$v_s = \frac{2,54 - 1}{18(8,06 \times 10^{-7})} \cdot 9,81 \cdot 0,000067^2$$

$$v_s = 0,00467 \text{ m/det}$$

- b. Kecepatan maksimum yang diijinkan

$$v_m = v_s \left(\frac{8}{f} \right)^{0,5}$$

$$v_m = 0,00467 \left(\frac{8}{0,025} \right)^{0,5}$$

$$v_m = 0,08353$$

- c. Besarnya kecepatan aliran horisontal

$$v_d = \frac{Q}{P \cdot H}$$

$$v_d = \frac{0,000035}{2 \times 1}$$

$$v_d = 0,000175 \text{ m/det (} v_d < v_s < v_m \text{)}$$

Kontrol :

Agar partikel mendapat kesempatan mengendap pada daerah pengendapan maka harus memenuhi syarat :

$$P.L > \frac{Q}{v_s}$$

$$1,0,5 > \frac{0,000035}{0,00467}$$

$$1 > 0,00075 \text{ (memenuhi syarat)}$$

4.7.1.2 Analisa Kondisi Aliran

Untuk memenuhi syarat aman terhadap bahaya resuspensi pada dasar bak short circuiting (kecepatan horisontal yang tidak tetap, yang berarti seluruh partikel memiliki waktu tendensi yang tidak sama) maka dimensi bangunan harus memenuhi syarat bilangan Reynold (Re) < 2000 dan bilangan Froude < 1.

- a. Besarnya bilangan Froude :

$$Fr = \frac{v}{(gh)^{0,5}}$$

$$Fr = \frac{0,000175}{(9,81 \cdot 1)^{0,5}}$$

$$Fr = 0,00006 < 1 \text{ (aliran sub kritis)}$$

- b. Perhitungan bilangan Reynold (Re)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{1 \times 0,5}{1 + (1 \times 0,5)}$$

$$R = 0,333$$

$$Re = \frac{vR}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,000175 \times 0,333}{8,06 \times 10^{-7}}$$

$$Re = 72,3$$

Karena $Re < 2000$ maka aliran termasuk laminer sehingga dapat terjadi proses pengendapan.

4.7.1.3 Menghitung waktu tinggal limbah cair

Sehingga volume bak pengendap adalah

$$V = P \times L \times H$$

$$V = 1 \cdot 0,5 \cdot 0,5$$

$$V = 0,25 \text{ m}^3$$

Jadi waktu tinggal (t) :

$$Q = 0,000035 \text{ m}^3/\text{det} = 0,0021 \text{ m}^3/\text{menit} = 0,126 \text{ m}^3/\text{jam}$$



$$t = \frac{V}{Q}$$

$$= \frac{0,25}{0,126}$$

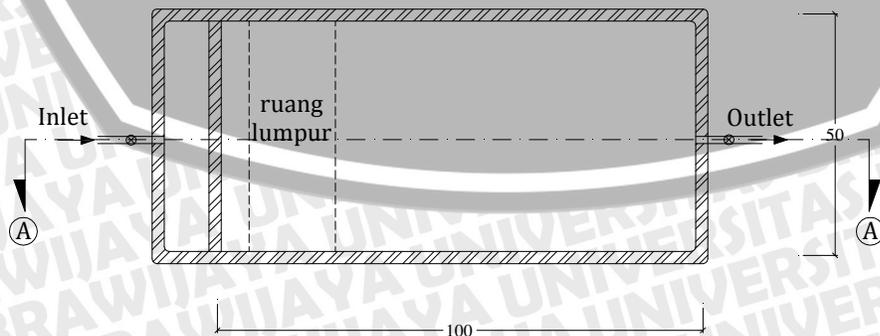
$$= 1,984 \text{ jam}$$

Waktu tinggal dianggap ideal yaitu 1,984 jam karena lebih dari waktu yang diisyaratkan.

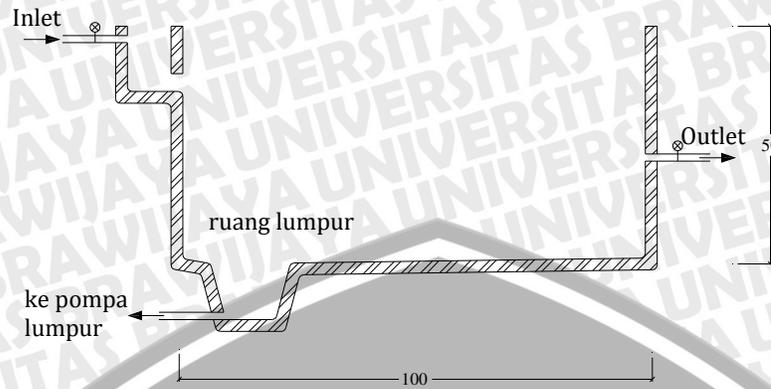
$$t \geq t_{\text{kriteria desain}}$$

$$1,984 \text{ jam} \geq 5 \text{ jam (memenuhi syarat)}$$

Jadi ukuran bak pengendapan adalah 1 x 0,5 x 0,5 meter (P x L x H)



Gambar 4.5. Bak Pengendap



Gambar 4.6. Potongan A-A Bak Pengendap

4.7.3. Bak Filtrasi

Dimensi bak :

- P = 0,5 m
- L = 0,5 m
- Q = 0,000035 m³/det = 0,0021 m³/menit = 0,126 m³/jam

$$\begin{aligned}
 A &= P \times L \\
 &= 0,5 \times 0,5 \\
 &= 0,25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

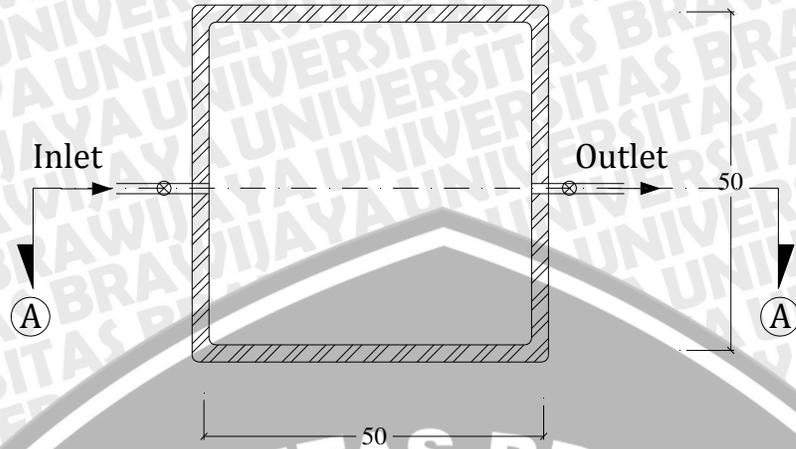
Kedalaman bak filtrasi dapat dihitung berdasarkan persyaratan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara kedalaman bak dengan kondisi lahan yang tersedia. Hasil perhitungan dapat dibaca pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10. Perhitungan kedalaman bak filtrasi

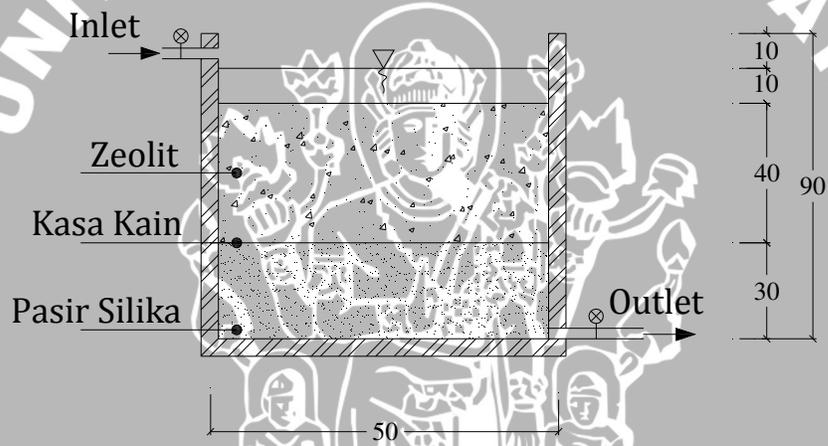
No.	Kedalaman	Ukuran (m)
1.	Tinggi bebas	0,10
2.	Tinggi air di atas media	0,10
3.	Tebal pasir penyaring	0,30
4.	Tebal arang zeolit	0,40
	Jumlah	0,9

Sumber : Hasil perhitungan, 2009

Jadi ukuran bak filtrasinya adalah 0,5 x 0,5 x 0,9 meter (P x L x H)



Gambar 4.7. Bak Filtrasi



Gambar 4.8. Potongan A-A Bak Filtrasi

4.7.4. Bak Fitoremediasi

Dari hasil laboratorium setelah melalui bak filtrasi ternyata belum memenuhi baku mutu air limbah maka ditambah dengan proses fitoremediasi yang diharapkan bisa memenuhi baku mutu air limbah.

Diketahui :

- h (ketinggian bak) = 1 m (menurut teori)
- Q (debit) = 0,000035 m³/det
- v (kecepatan) = 1,049 m/dt

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$= \frac{0,000035}{1,049} = 0,000033 \text{ m}^2$$

$$P = 2L$$

$$A = 2L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{2} A} = \sqrt{\frac{1}{2} 0,000033} = 0,004 \text{ m}$$

$$P = 2L = 2 \times 0,004 \text{ m} = 0,008 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan dimensi bak fitoremediasi didapat 0,008 x 0,004 x 1 m (P x L x H), akan tetapi dengan lain seperti banyak tanaman-tanaman yang ditanam, pasangan batu dan lain-lain maka dimensi bak fitoremediasi menjadi 0,5 x 0,5 x 1 m (P x L x H).

Dalam proses fitoremediasi ini dibutuhkan beberapa ketentuan yang diperlukan untuk membuat sistem ini yaitu :

1. Pemilihan Jenis Tanaman

Hal yang patut dipertimbangkan dalam pemilihan tanaman adalah toleran terhadap limbah, mampu mengolah limbah, dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman terhadap limbah maka perlu diketahui konsentrasi nutrisi dalam limbah. Kemampuan dalam mengolah limbah meliputi kapasitas filtrasi dan efisiensi serapan nutrisi (Shutes et al., 1993 dalam Priyanto et al., tanpa tahun). Tumbuhan timbul dan tumbuhan mengapung lebih banyak dipilih untuk digunakan dalam studi lahan basah. Jenis tumbuhan timbul Phalaris, Spartina, Carex, dan Juncus memiliki potensi produksi dan daya serap hara yang tinggi, penyebarannya luas, dan toleran terhadap berbagai macam kondisi lingkungan. Spesies tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya sangat tinggi, dan kemampuannya untuk menyerap hara langsung dari kolam air (Reddy dan de Busk, 1985 dalam Priyanto et al., tanpa tahun). Akarnya menjadi tempat filtrasi dan absorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari kolam air.

2. Konsep Dasar

Desain sistem lahan basah buatan umumnya terdiri dari satu atau beberapa unit yang disebut dengan sel. Ukuran masing-masing sel dalam satu sistem adalah seragam, namun bervariasi antar satu sistem dengan sistem yang lain. Jumlah sel dalam satu unit pengolahan limbah bervariasi, tergantung dari jenis atau asal limbah. Untuk limbah pengekroman menggunakan 3-5 sel yang disusun seri dan limbah dialirkan ke tiap sel pada permukaan secara gravitasi. Sel yang harus

disediakan terlebih dahulu adalah areal pengendapan limbah yang berupa bak/kolam. Pada sel kedua, konstruksinya berupa kolam dengan pasangan batu kecap air dengan kedalaman sekitar 1 meter. Kolam ini dilengkapi dengan pipa inlet dan outlet. Di dalamnya diisi media koral (batu pecah atau kerikil) dengan diameter 5 mm-10 mm setebal 80 cm. Di lahan basah itu kemudian ditanami tumbuhan air dicampur beberapa jenis yang berjarak cukup rapat, dengan melubangi lapisan media koral sedalam 40 cm untuk dudukan tumbuhan. Air limbah diatur kedalamannya/levelnya. Tinggi permukaan air limbah yang dianjurkan 70 cm dari dasar kolam. Dengan demikian posisi air limbah selalu 10 cm di bawah permukaan koral. Kemudian pada sel yang terakhir yaitu sel pembuangan di isi dengan pasir, air dialirkan ke sungai dengan menggunakan pipa.

Secara umum, sistem lahan basah multi sel untuk pengolahan limbah memungkinkan operasi lebih fleksibel, dan dapat dibuat menurut topografi lahan.

3. Tipe aliran dan ketinggian aliran

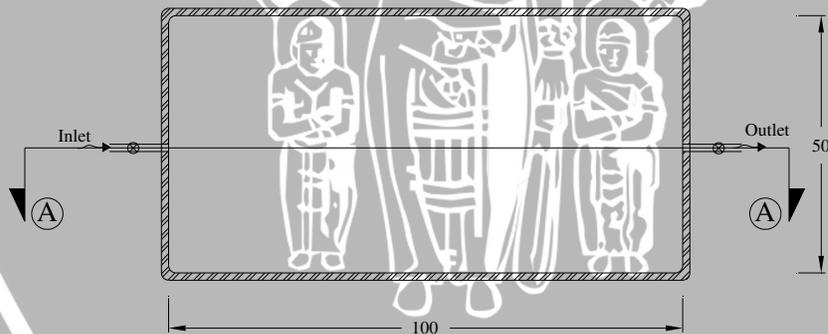
Sistem lahan basah bisa menggunakan aliran-aliran air dalam (submerged flow) ataupun aliran air permukaan (surface flow). Sistem aliran air dalam biasanya mengandung substrat berpori, karena sistem ini didesain dan dioperasikan untuk menghindari air diam (standing water). Shutes et al. (1993 dalam Priyanto et al, tanpa tahun) menganjurkan agar efluen di alirkan ke sistem secara aliran air dalam agar terjadi kontak yang maksimal antara limbah dengan substrat dan akar/rizoma tanaman, sehingga didapat hasil pengolahan limbah yang maksimal.

Steiner et al. (1993 dalam Priyanto et al tanpa tahun) merekomendasikan ketinggian air sekitar 30 cm. Kolam yang dangkal dipercaya memiliki aerasi limbah yang lebih baik daripada kolam yang dalam. Selain itu akar akan lebih banyak berada di bagian atas substrat dimana oksigen tersedia lebih banyak. Pengontrolan ketinggian air juga diperlukan untuk menumbuhkan tanaman dan menghindari air diam.

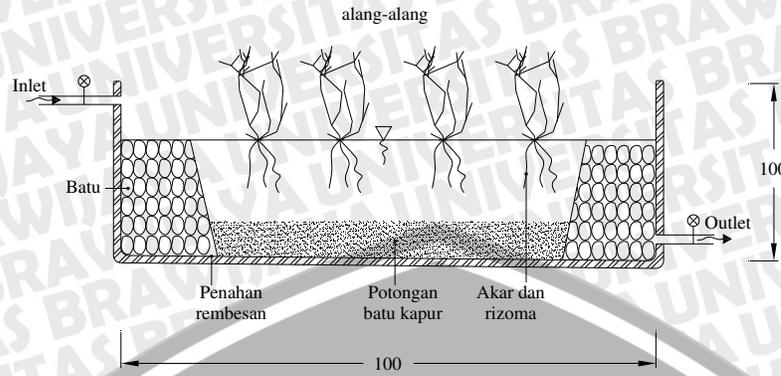
4. Substrat

Substrat yang umum digunakan adalah kerikil bersih dengan ukuran tertentu. Batuan sungai berbentuk bulat lebih disukai karena menghindari substrat mengeras. Pasir atau campuran kerikil merupakan alternatif yang baik. Diameter kerikil yang digunakan berkisar antara 0,5-1,0 cm, bahkan ada yang menggunakan ukuran 5,0 cm, tetapi ukuran kerikil yang kecil diyakini lebih mendukung pertumbuhan tanaman.

Sel terakhir dari sistem pengolah limbah lahan basah buatan biasanya berisi filter pasir. Selain kerikil dan pasir, bisa juga digunakan substrat yang mengandung tanah lempung dan lumpur (Martin et al., 1993 *dalam* Priyanto et al., tanpa tahun). Hasil penelitian Surface et al., (1993 *dalam* Priyanto et al., tanpa tahun) menunjukkan bahwa sel yang berisi media campuran pasir dan kerikil (diameter pasir 0,05 cm dan diameter kerikil 0,5-1,0 cm) paling efektif menurunkan BOD dan NH^4+ hingga 70%. Substrat yang digunakan sebaiknya dicuci lebih dahulu untuk menghindari partikel halus yang dapat menyumbat ruang pori substrat sehingga terjadi aliran permukaan. Substrat dibuat sejajar dengan permukaan air untuk mengontrol ketinggian air, memudahkan penanaman, dan menghindari air diam. Ukuran pori diantara substrat hendaknya cukup besar untuk dilewati aliran air secara fisik. Muatan bahan organik secara berlebihan dapat menyebabkan penyumbatan substrat, karena terbentuk lapisan lendir anaerobik. Steiner et al. (1993 *dalam* Priyanti et al., tanpa tahun) menyarankan agar menggunakan loading organik sebesar $4 \text{ m}^2/\text{kg}/\text{hari}$. Pada sistem lahan basah yang tidak menginginkan perkolasi air, permukaan dasarsistem bisa terdiri dari tanah lempung padat (compacted clay). Sistem ini menjaga agar ketinggian permukaan air tetap pada level yang diinginkan (martin et al., 1993 *dalam* Priyanto et al., tanpa tahun).



Gambar 4.9. Bak Fitoremediasi



Gambar 4.10. Potongan A-A Bak Fitoremediasi

Tabel 4.11. Rincian Dimensi Untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah

No.	Nama Bangunan	Dimensi (P x L x H) dalam cm
1.	Bak Netralisasi	50 x 50 x 50
2.	Bak Pengendapan	100 x 50 x 50
3.	Bak Filtrasi	50 x 50 x 90
4.	Bak Fitoremediasi	100 x 50 x 100

Sumber : Hasil perhitungan, 2009

4.8. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Yang dimaksud dengan Rencana Anggaran Biaya (*Begrooting*) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim Bachtiar, 1993:3).

$$RAB = \sum (\text{VOLUME} \times \text{HARGA SATUAN PEKERJAAN})$$

Dibawah ini adalah perhitungan rencana anggaran biaya untuk IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) untuk industri elektroplating berskala rumah tangga.

Tabel 4.12. RAB untuk IPAL industri elektroplating berskala rumah tangga

No.	Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Pekerjaan Persiapan				
1	. Pembersihan lahan	m ²	3	Rp 60,000	Rp 180,000
2	. Pengukuran dan pas. Bowplank	m'	1.5	Rp 13,000	Rp 19,500
B	Pekerjaan Tanah				
1	. Galian tanah	m ³	1.5	Rp 13,400	Rp 20,100
2	. Urugan tanah kembali	m ³	0.833	Rp 6,420	Rp 5,348
3	. Urugan pasir	m ³	0.15	Rp 86,850	Rp 13,028
C	Pekerjaan Pasangan				
1	. Pas. Dinding 1/2 bata	m ²	8.8	Rp 61,571	Rp 541,825
2	. Plesteran	m ²	17.6	Rp 39,444	Rp 694,214
D	Pekerjaan Beton Bertulang				
1	. Beton Bertulang 1:2:3	m ³	0.18	Rp 591,545	Rp 106,478
E	Pekerjaan Instalasi				
1	. Pas. Pompa	bh	2	Rp 455,500	Rp 911,000
2	. Pas. Kran	bh	5	Rp 24,875	Rp 124,375
3	. Pas. Bak kontrol (30x30x35cm)	bh	1	Rp 151,468	Rp 151,468
4	. Pemasangan Pipa PVC Φ 5"	m'	35	Rp 54,905	Rp 1,921,675
JUMLAH					Rp 4,689,011

Sumber : Hasil perhitungan, 2009



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit air limbah yang dihasilkan industri elektroplating skala rumah tangga tersebut adalah $3 \text{ m}^3/\text{hari}$.
2. Kualitas air limbah yang dihasilkan dari industri elektroplating masih dibawah standar baku mutu air limbah Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002.
3. Nilai efisiensi model IPAL sederhana untuk parameter TSS model II dan III sama besarnya dimana efisiensi terbesar adalah 96,667 %, nilai efisiensi parameter DHL model II tetap lebih baik dari pada kedua model lainnya dengan nilai efisiensi 91,313 % dan nilai efisiensi parameter Cr total model II lebih baik dari kedua model lainnya dengan nilai efisiensi 95,419 %.
4. Dimensi saluran dipakai pipa diameter 5 cm. Dimensi instalasi untuk bak netralisasi $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$ (P x L x H), dimensi bak pengendap adalah $100 \times 50 \times 50 \text{ cm}$ (P x L x H), dan dimensi bak filtrasi $100 \times 50 \times 90 \text{ cm}$ (P x L x H). Dengan media penyaring pada bak filtrasi menggunakan zeolit setebal 40 cm berada diatas dan pasir silika setebal 30 cm berada dibawah. Karena dalam penelitian ini belum memenuhi baku mutu air limbah maka ditambahkan bak fitoremediasi dengan dimensi $100 \times 50 \times 100 \text{ cm}$ (P x L x H).

5.2. Saran

Beberapa saran yang diharapkan setelah melaksanakan penelitian adalah :

1. Dalam IPAL perlu ditambahkan proses pengolahan air limbah lainnya, seperti fitoremediasi, elektrolisis, dan lain lain. Ini bertujuan agar air limbah yang sudah diolah (outlet) bisa memenuhi standar baku mutu air limbah.
2. Perlu diteliti parameter-parameter lainnya seperti tembaga (Cu), sianida (CN), dan lain-lain.
3. Dalam eksperimen perlu dibuat rancangan percobaan dengan variasi-variasi yang lain, sehingga diperoleh hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. **Fitoremediasi Upaya Mengolah Air Limbah dengan Media Tanaman**, Jakarta.
- Priyanto, B. et al. tanpa tahun. **Fitomerediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat**.
- Sellers Kathleen, 1998. **Fundamentals of Hazardous Waste Site Remediation**. Washington D.C. :LEWIS PUBLISHERS.
- Anonim. 2007. **Pengolahan air Limbah**. <http://www.bsl-online.com>.
- Roosita H. 2007. **Industri Elektroplating**. Panduan Penyusunan dan Pemeriksaan Dokumen UKL-UPL.
- Devia, Y. P. 2008. **Buku Ajar Tektik Lingkungan**, Malang.
- Reynold Tom D. 1982. **Unit Operations And Processes In Environmental Engineering**. Brooks/Cole Engineering Division Monterey California.
- Noerbambang S. M. dan Morimura T. 1988. **Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing**, Jakarta.
- Sugiharto. 1987. **Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah**. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Chow, Ven Te. 1997. **Hidrolika Saluran Terbuka**, terjemahan Nensi Rosalina, Jakarta.
- Metcalf and Eddy. 1979. **Wastewater Engineering; Collection, Treatment, Disposal**. McGraw Hill Inc. New delhi.
- Linsley,R.K. Franzini, J.B. Sasongko, D. 1986. *Teknik sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta.