

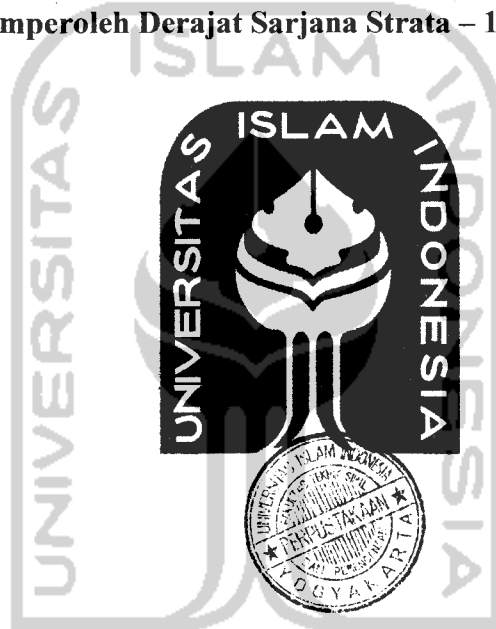
TA/TL/2006/0124

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/SEMI	
TGL. TERIMA :	25 April 2007
NO. JUDUL :	002377
NO. INV. :	020002377001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA DARI KOLAM PERANGKAP MINYAK (OIL TRAP) DALAM PEMISAHAN MINYAK – AIR di PT.INCO Tbk. SOROWAKO

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Memperoleh Derajat Sarjana Strata – 1 Teknik Lingkungan



Disusun oleh :

Nama : SRI WAHYUNI

NIM : 02 513 102

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2006**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA DARI KOLAM PERANGKAP MINYAK
(OIL TRAP) DALAM PEMISAHAN MINYAK – AIR
di PT.INCO Tbk. SOROWAKO**



Nama : Sri Wahyuni

NIM : 02 513 102

Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

LUQMAN HAKIM, ST, Msi
Pembimbing I

Tanggal: 14 2006

ANDIK YULIANTO, ST
Pembimbing II

Tanggal: _____

MOTTO

Jadikanlah sabar dan shalat menjadi pembantumu untuk mencapai cita-citamu karena sabar dan shalat itu menenangkan jiwamu, menetapkan hatimu, menjadi benteng dari perbuatan salah dan selalu mendorong berbuat baik, sesungguhnya Allah SWT. selalu mendampingi orang-orang yang sabar.

(Q.S. : 2.153)

Janganlah sekali-kali engkau berputus asa walaupun harus menempuh jalan yang panjang, jika engkau meminta pertolongan dengan sikap sabar, pasti kau akan menemukan jalan keluarnya. Berprilakulah seperti orang yang sabar saat mengejar tujuannya, laksana pengetuk pintu yang terus menerus mengetuk.

(Kutipan Buku 'Sabar' Muh bin Abdul Aziz Al-Khudhairi)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Ku persembahkan Tugas Akhir ini untuk.....

Orang tuaku tercinta yang telah memberi doa & kasih sayangnya

“H. Mustamal Potaka & Hj. Rosna Heba”

All My Family yang telah memberiku semangat

“Mira, Narno, Fitry, & Syawal”

Terima kasih semuanya...hanya ini yang bisa kuberikan semoga

ALLAH SWT merahmati kita semua...amien....

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi keridhaan-Nya serta tak lupa shalawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. atas nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “EVALUASI KINERJA DARI KOLAM PERANGKAP MINYAK (*OIL TRAP*) DALAM PEMISAHAN MINYAK – AIR di PT.INCO Tbk. SOROWAKO” dengan sebaik-baiknya.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat meraih gelar sarjana teknik lingkungan, di jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini tak mungkin dapat diselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT, Tuhan seluruh alam semesta dan pengenggam seluruh jiwa manusia.
2. Nabi Besar Muhammad SAW, Rasul terakhir yang jadi panutanku.
3. Orang Tuaku Tercinta, Papa dan Mama serta seluruh keluarga besar di Sorowako, terima kasih atas doa dan dorongannya.
4. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi, selaku ketua Jurusan Teknik Lingkungan serta sebagai dosen pembimbing I tugas akhir.
5. Bapak Andik Yulianto, ST selaku dosen pembimbing II tugas akhir.

6. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Lingkungan.
7. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen wali saya di Jurusan Teknik Lingkungan. Bapak Hudori, ST, , Ibu Yureana, MSC, dan mas Agus serta seluruh staf pengajar di Jurusan Teknik Lingkungan UII terima kasih atas masukan dan pengajaran selama ini.
8. Bapak Ir. Dedy Tetradiono selaku Superintendent Environment PT. INCO Tbk Sorowako, Bapak Sunarso selaku Senior Spv. Environment PT. INCO Tbk Sorowako, Kak' Lili Nuria H. Lubis dan seluruh staf PT. INCO Tbk Sorowako, terima kasih atas kerja samanya selama ini.
9. Perpustakaan UII terima kasih telah membantu penyusunan dan literatur.
10. My Sister K'Mira dan Mas Narno (Makasi yah atas masukan-masukannya...), K'Fitry, Adekqu Syawal dan Maya (rajin – rajin belajar yah biar cepet lulusnya...).
11. Teman – teman seperjuangan “EB'02” (Kece, Bany, Nely, Tia, Decy, Rintis, Nisa, Lala, The_Unk, Nefa, N'cur, Rany, Bona, Rina, Dian_Tio, Lia (Thanx yah guys dah mau jadi temen2qu yang baik..Wherever u go, whatever u do, Remember and know... I am and Always Will be ur Friend..)
12. Dan seluruh pihak yang telah membantu selesainya penyusunan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa sebagai manusia tentunya tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritikaan dan masukan demi kesempurnaannya tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun mengharapkan bahwa tugas akhir ini dapat berguna baik bagi penyusun pribadi maupun bagi orang lain. Amin...

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, November 2006

SRI WAHYUNI

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
MOTTO.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1. 1 Latar Belakang.....	I-1
1. 2 Rumusan Masalah.....	I-3
1. 3 Tujuan Masalah.....	I-3
1. 4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1. 5 Batasan Penelitian.....	I-4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	II-1
2. 1 Gambaran Umum Perusahaan.....	II-1

2.2	Alat Pemisah Minyak – Air PT. INCO Tbk.....	II-6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....		III-1
3.1	Pengertian Air Buangan.....	III-1
3.2	Karakteristik air Buangan.....	III-1
3.2.1	Karakteristik Fisika.....	III-1
3.2.2.	Karakteristik Kimia.....	III-2
3.2.3.	Karakteristik Biologi.....	III-4
3.3.	Jenis –Jenis Pencemaran Minyak.....	III-6
3.4.	Minyak Mineral.....	III-8
3.5.	Pengolahan Air Limbah Industri.....	III-11
3.6.	Metode Pemisahan Minyak/Oli pada Limbah Cair.....	III-12
3.7.	<i>Oil Trap</i> (Pemisah Minyak dan Air).....	III-20
3.8.	Hipotesa Penelitian.....	III-25
BAB IV METODELOGI PENELITIAN.....		IV-1
4.1.	Lokasi Penelitian.....	IV-1
4.2.	Jenis Penelitian.....	IV-1
4.3.	Waktu Penelitian.....	IV-1
4.4.	Kerangka Penelitian.....	IV-2
4.5.	Parameter Penelitian dan Metode uji.....	IV-3
4.6.	Tahapan Penelitian.....	IV-4

4.6.1. Proses Pengambilan Sampel.....	IV-4
4.6.2. Pemeriksaan Sampel.....	IV-4
4.7. Analisa Data.....	IV-5
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	V-1
5.1. Hasil Penelitian <i>Oil Trap</i> Lama.....	V-1
5.2. Analisa Data <i>Oil Trap</i> Lama.....	V-1
5.3. Hasil Penelitian <i>Oil Trap</i> baru.....	V-3
5.3.1. Hasil Konsentrasi <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	V-3
5.3.2. Hasil Konsentrasi Minyak dalam Air.....	V-4
5.4. Analisa Data <i>Oil Trap</i> baru.....	V-5
5.4.1. Analisa TSS (Total Suspended Solid).....	V-6
5.4.2. Analisa Minyak dalam Air (<i>Oil in Water</i>).....	V-8
5.5. Pembahasan.....	V-10
5.5.1. Model <i>Oil Trap</i> Lama.....	V-10
5.5.1.1. <i>Oil Trap MEM 2</i>	V-10
5.5.1.2. <i>Oil Trap MEM 3</i>	V-11
5.5.2. Model <i>Oil Trap</i> Baru.....	V-12
5.5.2.1. Perubahan Desain.....	V-12
5.5.2.2. <i>Oil Trap MEM 2</i>	V-13

5.5.2.3. *Oil Trap MEM 3*.....V-16

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....VI-1

6.1 Kesimpulan.....VI-1

6.2 Saran.....VI-2

DAFTAR PUSTAKA

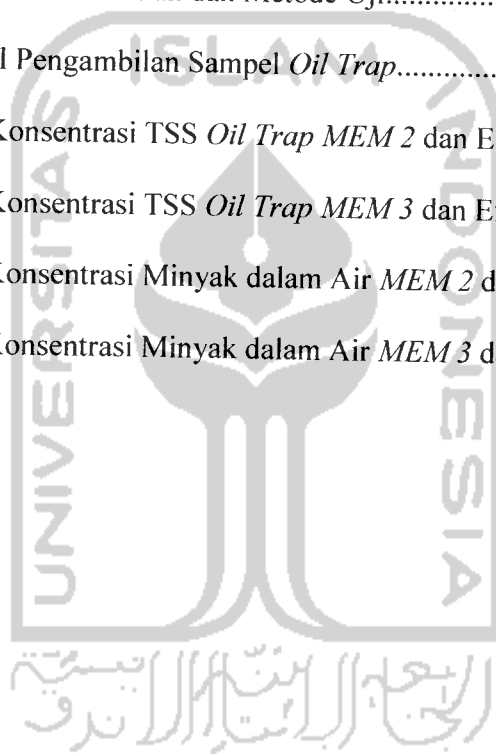
LAMPIRAN A

LAMPIRAN B



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Koefisien <i>Run Off</i> (C).....	II-10
Tabel 2.2 <i>IDF Comparation</i> Sorowako.....	II-12
Tabel 3.1 Hubungan antara Sumber dan Karakteristik Limbah	III-5
Tabel 4.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji.....	IV-3
Tabel 5.1 Jadwal Pengambilan Sampel <i>Oil Trap</i>	V-3
Tabel 5.2 Data Konsentrasi TSS <i>Oil Trap MEM 2</i> dan Efisiensinya.....	V-4
Tabel 5.3 Data Konsentrasi TSS <i>Oil Trap MEM 3</i> dan Efisiensinya.....	V-4
Tabel 5.4 Data Konsentrasi Minyak dalam Air <i>MEM 2</i> dan Efisiensinya.....	V-5
Tabel 5.5 Data Konsentrasi Minyak dalam Air <i>MEM 3</i> dan Efisiensinya.....	V-5



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Areal Kontrak Kerja PT.INCO Tbk. Sorowako.....	II-4
Gambar 2.2 Peta Kota Sorowako.....	II-5
Gambar 2.3 Pipa Lurus/Biasa.....	II-8
Gambar 2.4 Model <i>Oil Trap</i> MEM 2 dan MEM 3 Sebelum Modifikasi.....	II-8
Gambar 2.5 Valve.....	II-9
Gambar 2.6 Grafik <i>IDF Curve</i>	II-13
Gambar 3.1 Lintasan Kenaikan Butir Minyak.....	III-24
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian.....	IV-2
Gambar 4.2 Gambar <i>Oil Trap</i>	IV-4
Gambar 5.1 Konsentrasi Minyak dalam Air di MEM 2 (KEP-51/MENLH/10/1995).....	V-2
Gambar 5.2 Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air di MEM 3 (KEP-51/MENLH/10/1995).....	V-2
Gambar 5.3 Gambar Konsentrasi TSS pada MEM 2.....	V-6
Gambar 5.4 Gambar Konsentrasi TSS pada MEM 3.....	V-7
Gambar 5.5 Gambar Konsentrasi TSS pada MEM 2 dan MEM 3 (KEP-51/MENLH/10/1995).....	V-7
Gambar 5.6 Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air pada MEM 2.....	V-8
Gambar 5.7 Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air pada MEM 3.....	V-9

Gambar 5.8 Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995).....V-9

Gambar 5.9 Penutupan *Valve*.....V-13



EVALUATION OF OIL TRAP PERFORMANCE AS SEPARATOR OIL IN WATER AT PT. INCO Tbk. SOROWAKO

Sri Wahyuni ⁽¹⁾, Luqman Hakim, ST, MSI⁽²⁾, Andik Yulianto, ST⁽³⁾

ABSTRACT

Recently PT. International Nickel of Indonesia (PTI) using a system as media which called Oil Trap to separate oil in the wastewater. A few years ago, oil still found in effluent of Oil Trap and under the environment standard. It means the oil trap doesn't work properly or efficiently as a system to separate oil in wastewater. Therefore, the oil trap needs to evaluate in performance of oil trap as a system to separate oil in water. Evaluation of performance will showed the efficiency of oil trap by analyzing amount of total suspended soil (TSS) and oil in water as parameter.

This research was conduct by evaluating the efficiency of oil trap, redesigning or oil trap modification to increase the efficiency and test efficiency on its modification. A method was using to analyze amount of TSS referred on Standard Testing Method of TSS in gravimetric SNI 06-6989.3-2004. Oil in water analysis referred to Colorimetric Extraction Method DR/2000 Spectrophotometer Instrument Manual.

Test evaluation in Unmodified Oil Trap showed that oil concentration in water at outlet were above the standard environment quality (>50 ppm). Test evaluation in modified proctor was resulting the average of percentage TSS are 98,51% for Oil Trap MEM 2 and 58,41% for Oil Trap MEM 3. The average percentage of Oil in water are 99,57% for Oil Trap MEM 2 and 99,91% for Oil Trap MEM . This result showed that design modification of oil trap can increase the the efficiency of oil trap and decrease oil in effluent water of oil trap.

Keyword: *Oil Trap*, TSS, *Oil in Water*, Efficiency.

(1) Mahasiswa Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia
(2) Dosen Pembimbing I
(3) Dosen Pembimbing II

**EVALUASI KINERJA DARI KOLAM PERANGKAP MINYAK
(OIL TRAP) DALAM PEMISAHAN MINYAK – AIR
di PT. INCO Tbk. SOROWAKO**

Sri Wahyuni⁽¹⁾, Luqman Hakim, ST, MSI⁽²⁾, Andik Yulianto, ST⁽³⁾

ABSTRAK

Pada saat ini *PT. International Nickel Indonesia-Sorowako*, Sulawesi Selatan dalam memisahkan minyak/oli yang tecampur ke dalam air buangnya menggunakan alat yang dikenal dengan *Oil Trap*. Akan tetapi dalam beberapa tahun belakangan ini, minyak yang melewati alat tersebut masih banyak yang terikut keluar di effluent dari *Oil Trap*. Jika hal ini dibiarkan begitu saja, maka dapat menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi dari *Oil Trap* tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu evaluasi mengenai efisiensi dari sistem pemisahan minyak-air tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan efisiensi antara *Oil Trap* model lama dengan *Oil Trap* model baru, yakni berupa prosentase penurunan dan kenaikan parameter TSS dan *Oil in Water*.

Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi efisiensi dari *Oil Trap* lama, kemudian melakukan modifikasi dari desain lama dan sekaligus pengujian efisiensi dari hasil modifikasi *Oil Trap* tersebut. Metode yang digunakan untuk analisa TSS mengacu pada Standar Metode Pengujian *Total Suspended Solid (TSS)* secara gravimetri SNI 06-6989.3-2004 dan analisa *Oil in Water* mengacu pada *Colorimetric Extraction Method DR/2000 Spectrophotometer Instrument Manual*. Dari evaluasi pengujian *Oil Trap* lama, masih terdapat keluaran konsentrasi *Oil in Water* yang melebihi standar baku mutu (>50 ppm). Sedangkan untuk *Oil Trap* baru, dari pengujiannya menghasilkan nilai rata-rata prosentase TSS 98,51 % untuk *Oil Trap MEM 2* dan 58,41 % untuk *Oil Trap MEM 3* serta nilai rata – rata prosentase *Oil in Water* 99,57 % untuk *Oil Trap MEM 2* dan 99,91 % untuk *Oil Trap MEM 3*. Dari hasil ini menunjukkan bahwa perubahan desain yang telah dilakukan dapat meningkatkan efisiensi *Oil Trap*, khususnya kandungan *Oil in Water*.

Kata Kunci : *Oil Trap*, TSS, *Oil in Water*, Efisiensi.

(1) Mahasiswa Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia

(2) Dosen Pembimbing I

(3) Dosen Pembimbing II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya perkembangan industri baik industri migas, pertanian maupun industri non-migas lainnya, maka semakin meningkat pula tingkat pencemaran pada perairan, udara, dan tanah yang disebabkan oleh hasil buangan dari tiap-tiap industri. Hasil buangan tersebut sering dikembalikan ke sumber asalnya yaitu lingkungan. Hal ini menjadi masalah bagi makhluk hidup sekitar khususnya manusia dikarenakan semakin tingginya kadar polutan akibat makin lamanya jumlah polutan yang ada di dalam air tersebut. Hal ini sejalan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Oleh karena itu diperlukan suatu penanganan mengenai limbah yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik tersebut.

Di dalam kegiatan industri, air limbah yang dihasilkan tidak boleh secara langsung dibuang ke lingkungan karena dapat menimbulkan pencemaran. Air limbah yang dihasilkan tersebut harus diolah terlebih dahulu agar mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas air menurut standar baku mutu limbah cair yang berlaku bagi kegiatan industri. Oleh karena itu diperlukan suatu metode khusus penanganan air limbah agar tidak membahayakan lingkungan hidup.

Limbah cair yang diproduksi oleh suatu kegiatan industri pada dasarnya mengandung ammonia juga minyak-lemak yang terlarut dalam air. Hal ini terjadi

akibat adanya pencampuran fase minyak dan fase air. Minyak lemak tersebut terdapat dalam bentuk lapisan yang mengapung di permukaan air, atau yang lebih buruk lagi berupa partikel-partikel besar di dalam fase air. Pemisahan minyak dari air buangan lebih mudah dari pada partikel-partikel minyak yang berukuran kecil (Kirby, 1985). Agar tidak mengganggu pada proses pengolahan air buangan berikutnya, maka diperlukan proses pemisahan minyak atau oli yang terlebih dahulu.

Pada saat ini PT. *International Nickel Indonesia (PTI)* Sorowako menggunakan alat yang dikenal dengan *Oil Trap* untuk memisahkan minyak/oli yang tercampur ke dalam air buangannya. Beberapa tahun belakangan ini air buangan yang telah melewati *Oil Trap* masih mengandung minyak dan di bawah standard lingkungan. Ini berarti *Oil Trap* tidak bekerja semestinya dan tidak efisien sebagai sistem pemisah minyak yang terkandung di dalam air buangan. Hal ini dikarenakan debit air buangan yang besar tetapi kurangnya kontrol terhadap pengaturan dari debit air buangan tersebut dan kontrol terhadap pengaturan batas luapan (*over flow*) di lubang pipa pembuangan minyak serta kurangnya waktu tinggal dari air buangan tersebut di dalam bak perangkap minyak sehingga aliran air buangan menjadi turbulen. Jika hal ini dibiarkan begitu saja, maka dapat menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi dari sistem pemisahan minyak-air tersebut. Oleh karena itu maka diperlukan suatu evaluasi mengenai efisiensi dari sistem pemisahan minyak-air tersebut yakni dengan membandingkan konsentrasi yang masuk dengan konsentrasi yang keluar dari *Oil Trap*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah efisiensi kinerja dari desain *Oil Trap* yang lama dalam memisahkan campuran minyak-air ?
2. Perubahan apa yang dapat dilakukan dari evaluasi kinerja dari desain *Oil Trap* yang lama ?
3. Berapakah perbandingan antara input oil dan output oil dari desain *Oil Trap* yang baru ?
4. Berapakah perbandingan efisiensi *Oil Trap* sebelum dan sesudah modifikasi ?

1.3. Tujuan Penelitian

Kegiatan penelitian untuk mengetahui efisiensi dari suatu *Oil Trap* dengan melakukan evaluasi kinerja sebelum dan sesudah modifikasi desain *Oil Trap* adalah bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui penyebab-penyebab kurang efisiennya desain dari *Oil Trap* yang lama.
2. Untuk mengetahui besarnya efisiensi suatu *Oil Trap* setelah dilakukan modifikasi menjadi desain yang baru.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian kinerja dari *Oil Trap* ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan perbaikan terhadap desain *Oil Trap* yang lama.
2. Meningkatkan efisiensi *Oil Trap* dalam memisahkan campuran minyak-air dari air limbah industri pengolahan nikel.
3. Memberikan salah satu alternatif pengolahan pada air limbah industri yang tercampur dengan minyak.
4. Menghasilkan kualitas effluent akhir yang baik dan efisien dari campuran minyak-air limbah industri setelah melalui proses *Oil Trap* sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan sekitar.
5. Memberikan tambahan ilmu pengetahuan bagi peneliti dalam melakukan pengolahan terhadap limbah minyak sesuai dengan kompetensinya.
6. Sebagai referensi dan bahan perbandingan bagi peneliti-peneliti selanjutnya.
7. Diharapkan dapat digunakan sebagai sumbangan informasi bagi PT.INCO Tbk. Sorowako khususnya dan juga bagi penghasil limbah minyak pada umumnya.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Sistem pemisahan yang digunakan untuk memisahkan minyak-air adalah *Oil Trap* dengan metode *Gravity Flotation*.
2. Sumber limbah cair yang akan digunakan adalah campuran air dan tumpahan oli dari bengkel-bengkel serta tempat-tempat pencucian di

bagian MEM (Mobile Equipment Maintenance) PT. INCO Tbk.
Sorowako.

3. Parameter yang diuji dalam penelitian adalah: TSS dan kandungan minyak dalam air (*Oil in Water*).
4. Pemeriksaan parameter dilakukan selama 4 hari untuk satu model *Oil Trap*.



BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Gambaran Umum Perusahaan

PT. International Nickel Indonesia merupakan bentuk perusahaan bersama yang kemudian dikenal dengan nama PT. INCO Tbk (PTI) yang berdomisili di Sorowako, Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan.

Sejarah proyek PTI dimulai pada tahun 1967, ketika perusahaan *INCO Limited Company* yaitu perusahaan penghasil nikel terbesar di dunia yang berpusat di Canada mengajukan penawaran untuk melakukan eksplorasi dan penambangan bijih “nikel laterit” di pulau Sulawesi.

Pada tahun 1968 tepatnya bulan Januari, *INCO Limited Company* terpilih melakukan kontrak kerja dengan pemerintah Indonesia. Tanggal 25 Juli 1968, PTI berdiri sebagai anak perusahaan *INCO Limited Canada* yang seluruh sahamnya juga dimiliki oleh *INCO Limited* menurut UU No.1 Tahun 1967 (UU Penanaman Modal Asing). Penandatanganan kontrak kerja antara pemerintah RI dengan pimpinan PTI dilakukan pada tanggal 29 Juli 1968 dengan masa kontrak karya yang berlaku selama 30 tahun dihitung sejak produksi komersial 1978.

Masa eksplorasi PTI berlangsung antara tahun 1968-1973. PTI melakukan penelitian sumber endapan biji nikel dalam daerah konsesi seluas 6,6 juta Ha dengan pemotretan dari udara, pengambilan contoh dari sumur gali, maupun galian parit dari

hasil penelitian laboratorium di Canada dan diputuskan bahwa pengembangan pabrik di Sorowako sangat layak. Sebagian besar dari daerah konsesi dikembalikan kepada pemerintahan RI dan PTI hanya mempertahankan 218.000 Ha.

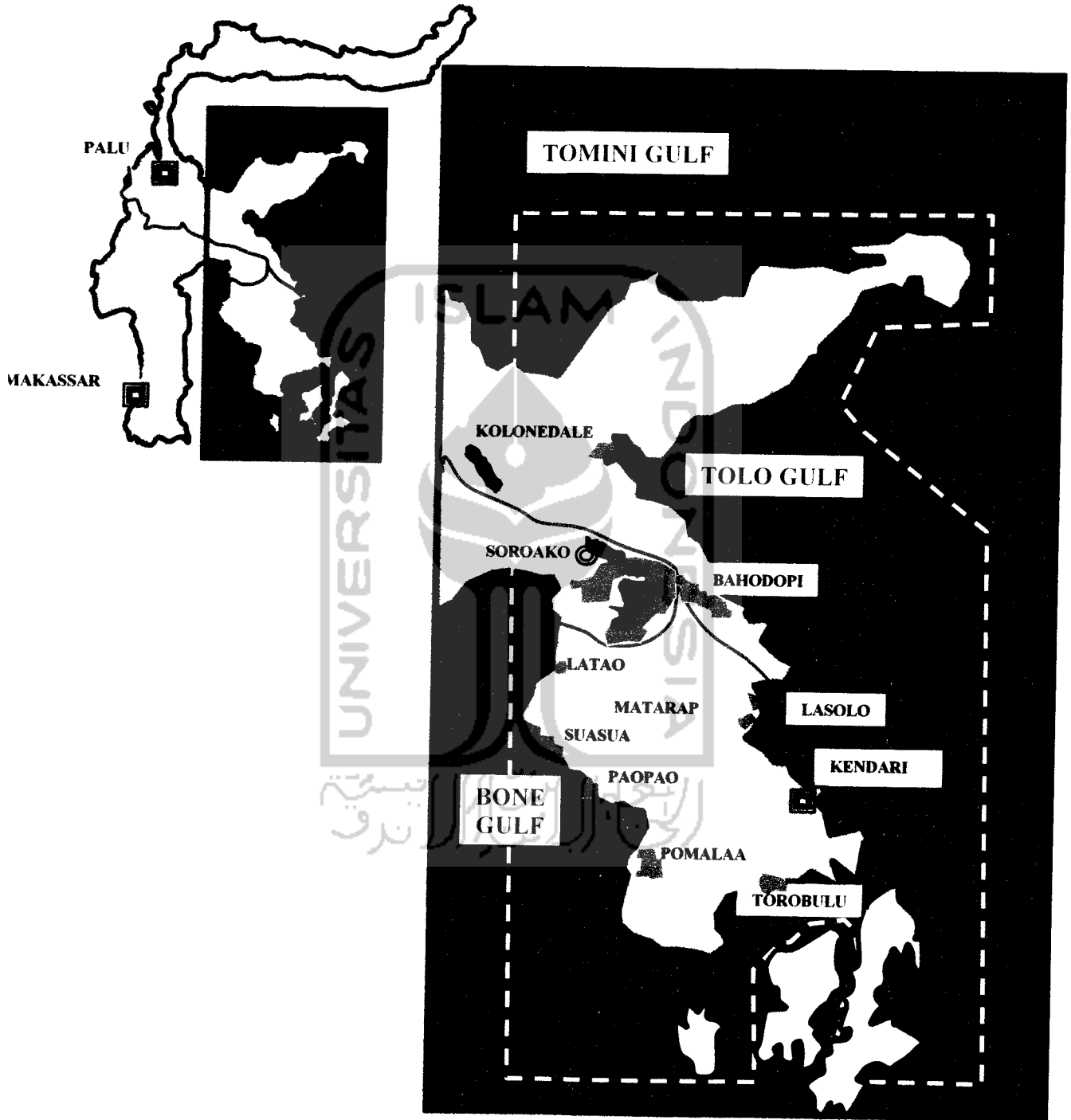
Pada tahun 1972 sebanyak 2 % saham PTI diberikan kepada 6 perusahaan Jepang. Tahun 1973 dilakukan proyek tahap I (Stage I 1973) yaitu pembangunan prasarana fisik penambangan dan pabrik pengolahan di Sorowako. Kapasitas terpasang 35 juta pon Ni/tahun, kadar 78% nikel matte.

Tahun 1975-1978 proyek tahap kedua dilaksanakan yaitu pembangunan PLTA Larona (dilakukan oleh Bechtel Co Int. USA), pengembangan pabrik pengolahan (dilakukan oleh Dravo CO USA) kapasitas produksi ditingkatkan menjadi 80 juta pon Ni/tahun dengan investasi sebesar \$ 850 juta. Tanggal 31 Maret 1977, Presiden Soeharto meresmikan pembukaan pabrik di Sorowako. Tanggal 25 April 1978, produksi komersial pertama membawa 1,766 ton nikel matte dari Malili tujuan Jepang.

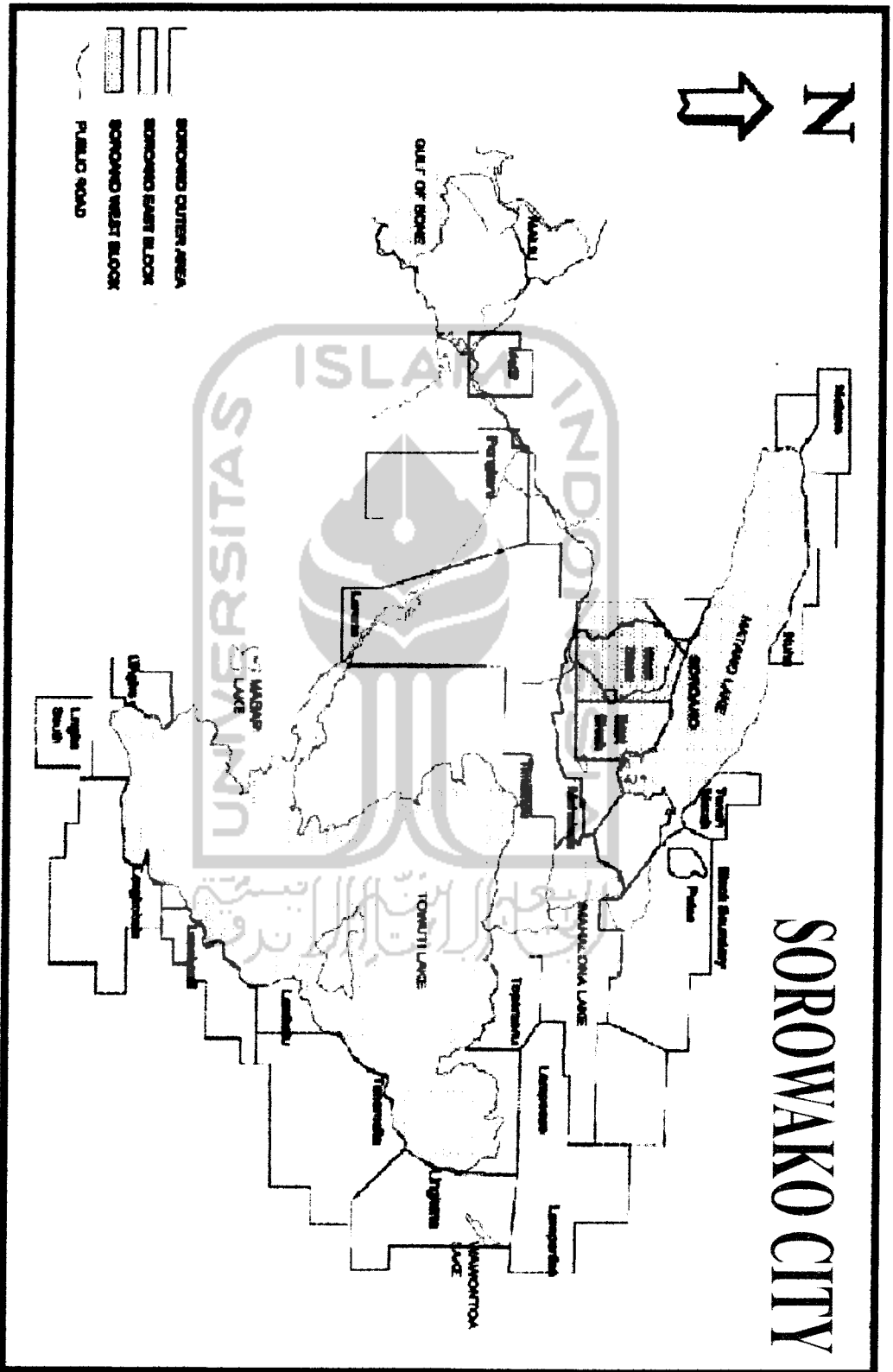
PLTA Larona diresmikan oleh Dr.Ir.Subroto, Menteri Pertambangan dan Energi pada tanggal 4 November 1979 dengan kapasitas terpasang 3 buah generator yang masing-masing mempunyai kapasitas 55 MW, jadi total 165 MW, dan 5 MW disalurkan PLN untuk digunakan oleh masyarakat sekitar.

Tahun 1990 proyek tahap III(Stage III) PTI Go Public, kapasitas produksi ditingkatkan menjadi 100 juta pon Ni/tahun. Tanggal 15 Januari 1996, kontrak karya generasi kedua ditandatangani antara PTI dengan Pemerintahan RI. Kondisi dan persyaratan dalam kontrak karya I tetap diberlakukan sampai tahun 2008, terhitung

CONTRACT OF WORK AREA



Gambar 2.1. Peta Areal Kontrak Kerja PT. INCO Tbk. Sorowako



Gambar 2.2. Peta Kota Sorowako

2.2. Alat Pemisah Minyak – Air PT. INCO Tbk.

PT. International Nickel Indonesia Tbk (PTI) mengoperasikan suatu penambangan nikel di Sorowako, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan, bagian barat daya Danau Matano. Untuk mematuhi ketentuan wajib yang ditetapkan oleh pemerintah, maka diperlukan suatu fasilitas pengendalian limbah cair, khususnya air yang tercampur dengan minyak.

PTI dalam mengurangi dampak yang akan timbul terhadap lingkungan dari adanya campuran minyak-air tersebut dan dengan sepenuhnya memenuhi peraturan perundang-undangan Republik Indonesia, telah melakukan penanggulangan khusus, yakni berupa pembuatan alat pemisah minyak-air di beberapa lokasi sumber penghasil minyak.

Setiap daerah yang mungkin selalu mengalami tumpahan hidrokarbon, atau terpapar hujan atau limpasan air, harus dialirkan melalui suatu pemisah minyak dan air. Hal ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada beberapa lokasi yang dalam aktivitasnya menghasilkan limbah minyak yang akan melewati alat pemisah tersebut, diantaranya adalah :

1. Tempat pencucian kendaraan ringan, truk dan alat berat
2. Bengkel-bengkel
3. Tempat penyemprotan cat
4. Tempat parkir
5. Daerah penyimpanan hidrokarbon

Desain dan kapasitas pemisah minyak dan air ini harus memadai untuk membuang air dengan batas-batas yang dipersyaratkan oleh Pemerintah. Dalam banyak hal, suatu sistem aliran secara gravitasi yang sederhana sudah cukup memadai. Akan tetapi ada 2 hal yang harus diperhatikan dalam mendesain suatu alat pemisah minyak-air, yaitu :

1. Pemisah minyak dan air harus siap untuk diinspeksi (Bertutup ringan dan mudah dilepas).
2. Pemisah minyak dan air yang melayani tempat pencucian harus dilengkapi dengan *silt-trap* (penangkap lumpur) yang menampung padatan sebelum melewati ruang pemisah.

Dari pengoperasian alat pemisah minyak-air tersebut, dimana dari PTI dikenal dengan sebutan *Oil Trap* juga telah dilakukan pemeliharaan secara rutin yang mencakup pengujian yang harus dilakukan secara teratur, inspeksi dan pemantauan peralatan.

Dalam melakukan pengolahan campuran minyak-air tersebut, PTI yang berdomisili di daerah Sorowako telah membuat beberapa model *Oil Trap* pada lokasi-lokasi yang menghasilkan limbah minyak/oli. Di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Departemen *Process Plant Maintenance* :
 - *Oil Trap MEM 2* (Trakindo)
 - *Oil Trap MEM 3*
2. Departemen *MEM (Mobile Equipment Maintenance)* : *Oil Trap MEM Light Vehicle*

3. Departemen Tambang (*Mining*) : *Oil Trap* Watulabu
4. Departemen Pabrik Pengolahan (*Process Plant*) : *Oil Trap Dryer*
5. Departemen Utilities : *Oil Trap Utilities*

Dari beberapa *Oil Trap* pada tiap departemen yang tersebut di atas, yang dilakukan evaluasi serta modifikasi desain sekaligus pengujian efisiensi dalam penelitian ini adalah *Oil Trap* MEM 2 (Trakindo) dan *Oil Trap* MEM 3.

Berikut ini adalah gambaran awal dari model *Oil Trap* MEM 2 dan MEM 3.

1. Pipa masukan dan keluaran menggunakan pipa model lurus/biasa



Pipa Lurus

Gambar 2.3. Pipa Lurus/Biasa

2. Bagian atas *Oil Trap* tanpa penutup.



Gambar 2.4. Model *Oil Trap* MEM 2 dan MEM 3 sebelum modifikasi

3. *Valve* yang ada di bagian bawah *Oil Trap* tempat keluaran air terbuka



Gambar 2.5. *Valve*

Adapun mengenai pembuatan atau desain *Oil Trap* yang ada di tiap lokasi penghasil minyak-air tersebut mengikuti beberapa metode perencanaan sebagai berikut (*Environmental Management Standard* “Sediment Control Management”).

1. **Perhitungan Debit Aliran**

Perhitungan debit untuk limbah air yang mengalir secara terus menerus dapat menggunakan Metode Rasional, yang meliputi; luas daerah tangkapan (*Catchment Area*), koefisien aliran, dan intensitas curah hujan yang disertai dengan perhitungan waktu konsentrasi.

➤ Luas daerah Tangkapan (*Catchment Area, A*)

Data-data yang diperlukan dalam perhitungan luas daerah tangkapan adalah :

- Peta lokasi daerah tangkapan
- Arah aliran air pada daerah tangkapan

➤ Koefisien Aliran (C)

Koefisien aliran ditentukan berdasarkan karakteristik tanah dan penutup tanah yang dilalui oleh aliran air yang akan mengalir menuju lokasi pembuatan *Oil Trap*, seperti yang terlihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.1. Nilai Koefisien Run off (C)	Tanah yang digunakan	C	Tanah yang digunakan	C
	Bisnis:			Rumput:
Area pusat keramaian kota		0.70-0.95	Lahan berpasir, rata, 2%	0.05-0.10
Area Lingkungan		0.50-0.70	Lahan berpasir, sedang, 2-7%	0.10-0.15
Kediaman:		0.30-0.50	Lahan berpasir, curam, 7%	0.15-0.20
Area Keluarga tunggal		0.40-0.60	Lahan berat, rata, 2%	0.13-0.17
Multi Unit, Terpisah		0.60-0.75	Lahan berat, sedang, 2-7%	0.18-0.22
Multi Unit, dempet		0.25-0.40	Lahan berat, curam, 7%	0.25-0.35
Pinggiran kota		0.50-0.80	Tanah pertanian:	0.30-0.60
Industri:		0.60-0.90	Tanah gundul	0.20-0.50
Area ringan		0.10-0.25	Lembut	0.30-0.60
Area berat		0.20-0.35	Keras	0.20-0.50
Taman, Kuburan		0.20-0.40	Jajaran yang ditanami	
Tempat bermain		0.10-0.30	Lahan berat tanpa panen	0.20-0.40
Area jalan kereta api		0.70-0.95	Lahan berat dengan panen	0.10-0.25
Area tidak ditingkatkan		0.80-0.95	Lahan berpasir tanpa panen	0.15-0.45
Jalan:		0.70-0.85	Lahan berpasir dengan panen	0.05-0.25
Aspal		0.75-0.85	Padang rumput	0.05-0.25
Beton			Lahan berat	
Batu bata			Lahan berpasir	
Jalan raya dan trotoar		0.75-0.85	Daerah berhutan	
Atap				

Catatan: Perancang harus menggunakan pertimbangan untuk memilih nilai C di dalam cakupan untuk penggunaan tanah yang sesuai. Umumnya, area yang lebih besar dengan penyerapan tanah, kemiringan yang rata, dan tumbuh-tumbuhan yang lebat harus mempunyai nilai C yang terendah. Area yang lebih kecil dengan penyerapan tanah yang lambat, kemiringan yang curam, dan tumbuh-tumbuhan yang jarang harus diambil nilai C tertinggi. Sumber: American Society of Civil Engineers (Kuichling, E., 1889)

➤ Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalir air dari jarak batas air terjauh sampai titik lokasi yang sedang dipertimbangkan, yakni meliputi total waktu yang diperlukan untuk konsentrasi debit (saluran dan perpipaan). Rumus yang digunakan untuk menghitung Waktu Konsentrasi (T_c) adalah berdasarkan rumus The Bransby Williams Formula (BCHF, 2001).

$$T_c = \frac{(0,615 \times L)}{(A^{0,1} \times S^{0,2})}$$

Dimana :

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang aliran air (km)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

S = Kemiringan aliran air daerah tangkapan yang sama (1-3 %)

➤ Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas curah hujan dapat ditentukan berdasarkan data curah hujan dengan periode tertentu atau curah hujan yang memiliki kemungkinan akan terjadi sekali dalam suatu jangka waktu tertentu dan berdasarkan pada waktu konsentrasi. Sesuai dengan ketentuan dalam Pengelolaan Standar Lingkungan (*Environmental Management Standard*), khusus untuk perencanaan kolam pengendap (*Pond*) dan *Oil Trap* dalam penelitian ini, digunakan data curah hujan daerah Sorowako dengan periode ulang 100 tahunan. Periode ini diperoleh dari ketentuan *Golder*

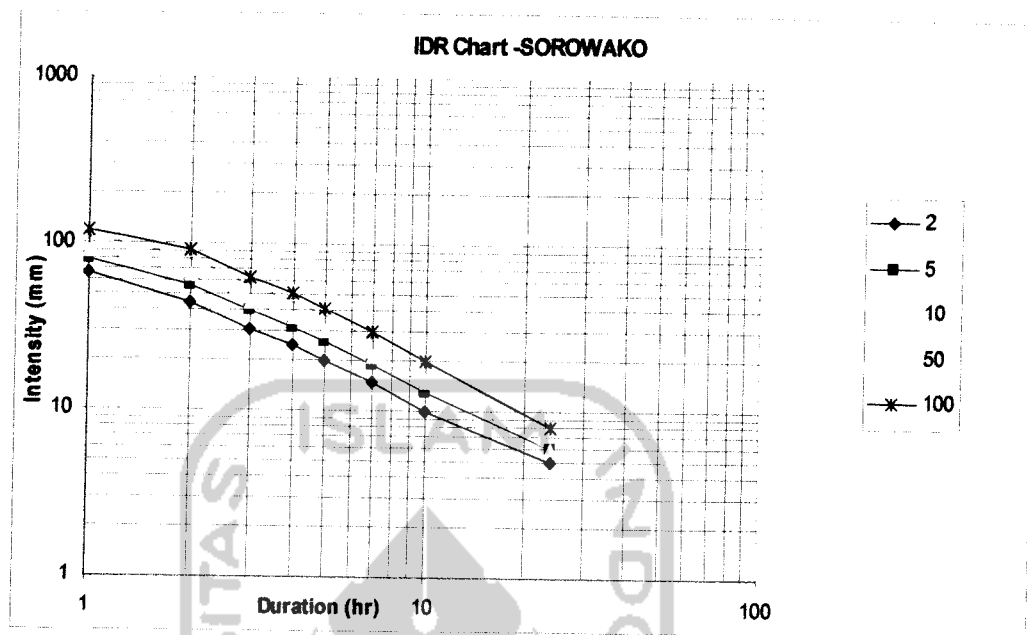
Associates (2004) yang mengklasifikasikan 6 macam periode ulang untuk tiap fasilitas, yaitu :

- *Pond* : untuk kapasitas limpahan air minimal digunakan periode ulang 100 tahunan.
- *Pocket Pond* : untuk saluran sebaiknya digunakan periode ulang 10 tahunan.
- *Dam* : untuk kapasitas limpahan air digunakan periode ulang 1000 – *PMF* (*Probable Maximum Flood*).
- Operasional penyaliran jalan : periode ulang 5 – 10 tahunan.
- Penyaliran jalan sementara : periode ulang 2 tahunan.
- Struktur dengan konsekuensi yang tinggi : CDA Standard

Berikut ini data-data curah hujan dan grafik Intensitas frekuensi waktu (IDF Curve) untuk daerah Sorowako.

Tabel 2.2. IDF COMPARATION SOROWAKO

Duration (hr)	Period (yr)					
	2	5	10	50	100	PMF
1	67	81	91	111	120	306
2	45	57	66	84	92	236
3	31	40	45	57	63	160
4	25	32	36	46	51	130
5	20	26	30	38	41	106
7	15	19	21	27	30	76
10	10	13	15	19	20	52
24	5	6	6	8	8	21



Gambar 2.6. Grafik IDF Curve

➤ Debit (Q)

Setelah diperoleh hasil dari perhitungan luas daerah tangkapan (*Catchment Area*), koefisien aliran, dan intensitas curah hujan, maka dapat diketahui debit aliran dengan menggunakan Metode Rasional (Gowans Jim, 2006).

$$Q = 0.278 \times A \times C \times I$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas daerah tangkapan (km²)

C = Koefisien aliran, diperoleh berdasarkan karakteristik lokasi

I = Intensitas curah hujan (mm/hr)

2. Kolam Pengendapan (*Pond*)

Di dalam perencanaan ini, pemisah minyak dan air yang melayani tempat pencucian harus dilengkapi dengan *silt-trap* (penangkap lumpur) yang menampung padatan sebelum melewati ruang pemisah. Oleh karena itu diperlukan perhitungan kolam pengendapan dengan tahapan hitungan sebagai berikut.

➤ Perhitungan kapasitas (V)

Perhitungan kapasitas kolam pengendapan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Gowans Jim, 2006).

$$V = Q \times Td$$

Dimana :

$$V = \text{Kapasitas (m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3\text{/s)}$$

$$Td = \text{Waktu tinggal (s)}$$

Dari rumus di atas, waktu tinggal yang digunakan untuk kolam pengendapan adalah 25 menit (1200 detik). Waktu ini diperoleh dari pengujian jenis material endapan yang dihasilkan oleh sumber penghasil, yakni PT. INCO Sorowako.

➤ Perhitungan dimensi

Perhitungan dimensi kolam pengendapan diperoleh berdasarkan perbandingan panjang kolam (L) dan kedalaman (D), yaitu $P : L = 3 : 1$ (*CALM Method*).

Rumus hitungan dimensinya adalah :

$$V = P \times L \times D$$

Dimana :

V = Kapasitas (m³)

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

D = Kedalaman (m)

3. Kolam Perangkap Minyak (*Oil Trap*)

➤ Perhitungan kapasitas (V)

Perhitungan kapasitas *Oil Trap* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Gowans Jim, 2006).

$$V = Q \times Td$$

Dimana :

V = Volume (m³)

Q = Debit kolam pengendapan (m³/s)

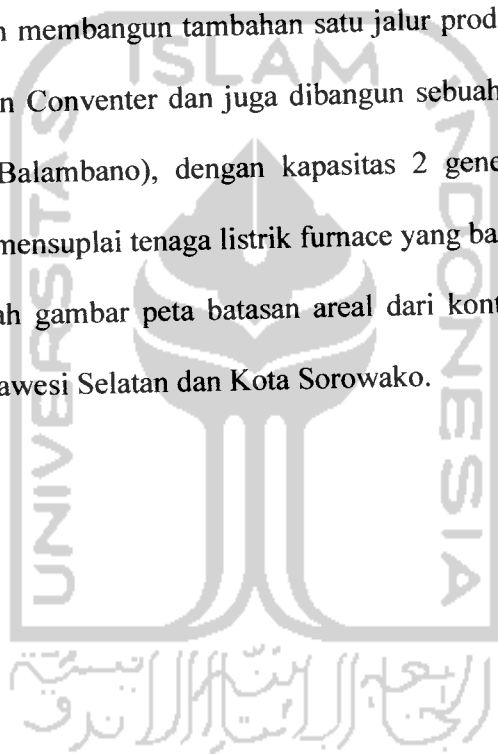
Td = Waktu tinggal (s)

Dari rumusan di atas, waktu tinggal yang digunakan untuk *Oil Trap* adalah 2 jam (7200 detik). Waktu ini diperoleh dari pengujian jenis material endapan yang akan ditampung oleh *Oil Trap*, yakni yang berasal dari sumber penghasil, PT. INCO Sorowako.

sejak produksi komersial tahun 1978. Kontrak karya II memberikan suatu ikatan kerja dan berakhir pada tahun 2025.

Pada tahun 1997 PLTA Larona (195 MW) yang dahulunya berkapasitas 3 buah generator yang masing-masing berkapasitas 55 MW ditingkatkan menjadi 65 MW. Proyek tahap IV (1998-1999), kapasitas produksi ditingkatkan menjadi 150 juta pon/tahun dengan membangun tambahan satu jalur produksi yaitu terdiri dari Dryer, Kiln, Furnace dan Converter dan juga dibangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air Larona II (Balambano), dengan kapasitas 2 generator 80,6 MW. PLTA ini disiapkan untuk mensuplai tenaga listrik furnace yang baru dibangun.

Berikut ini adalah gambar peta batasan areal dari kontrak kerja PTI di Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan dan Kota Sorowako.



➤ Perhitungan dimensi

Perhitungan dimensi *Oil Trap* diperoleh dari rumus hitungan dimensi sebagai berikut.

$$V = P \times L \times D$$

Dimana :

V = Volume (m³)

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

D = Kedalaman (m)

4. Ukuran Saluran Hidrolik

Ukuran saluran/perpipaan dapat ditentukan berdasarkan *Manning's Formula* dan *Weir's Formula*. *Manning's Formula* digunakan untuk kemiringan aliran kurang dari 3, sedangkan *Weir's Formula* digunakan untuk kemiringan aliran lebih dari 3. Rumusannya adalah sebagai berikut.

Manning's Formula

$$Q = \frac{\left(A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \right)}{n}$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas keseluruhan daerah aliran (m²)

R = Lingkaran hidrolis = A/P

P = *Wetted Perimeter* (m)

S = Kemiringan saluran (%)

n = koefisien *Manning's* = 0.05

Weir's Formula

$$Q = C \times L \times H^{3/2}$$

Dimana :

Q = Debit (m³/s)

C = Koefisien *Weir's*

L = Lebar saluran (m)

H = *Head of Wetted Perimeter* (m)

Dari rumusan-rumusan di atas, maka dapat diperoleh beberapa jenis model *Oil Trap* dengan dimensi yang berbeda-beda sesuai dengan debit yang dihasilkan, yakni seperti yang terlampir pada lampiran.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Pengertian Air Buangan

Air buangan diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair, dan gas ke dalam air dengan sifatnya berupa endapan atau padatan, padatan tersuspensi, terlarut, sebagai koloid, dan emulsi yang menyebabkan air yang dimaksud harus dipisahkan atau dibuang yang dikenal dengan sebutan air buangan. Air buangan tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air (Sugiarto, 1987).

3.2. Karakteristik air Buangan

Untuk memilih sistem pengolahan air buangan secara tepat, perlu diketahui terlebih dahulu karakteristik air buangan tersebut, yaitu (Gintings, 1992) :

3.2.1. Karakteristik Fisika

Perubahan yang ditimbulkan parameter fisika dalam air limbah yaitu padatan, kekeruhan, bau, temperatur dan warna.

1. Padatan

Padatan terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang larut, mengendap maupun tersuspensi. Bahan ini akan mengendap pada dasar air yang lama kelamaan menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima. Akibat lain dari padatan ini menimbulkan tumbuhnya tanaman air tertentu dan

dapat menjadi racun bagi makhluk hidup lain. Banyaknya padatan menunjukkan banyaknya lumpur yang terkandung dalam air.

2. Temperatur

Temperatur air limbah mempengaruhi badan penerima bila terdapat perbedaan suhu yang cukup besar. Temperatur air limbah akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia serta tata kehidupan di dalam air. Perubahan suhu memperlihatkan aktivitas kimiawi biologis pada benda padat dan gas dalam air. Pembusukan terjadi reaksi pada suhu yang tinggi dan tingkat oksidasi zat organik jauh lebih besar pada suhu yang tinggi.

3.2.2. Karakteristik Kimia

Bahan kimia yang terdapat dalam air akan menentukan sifat air baik dalam tingkat keracunan maupun bahaya yang ditimbulkan. Semakin besar konsentrasi bahan pencemar dalam air, maka semakin terbatas pula penggunaannya. Karakteristik Kimia terdiri dari kimia anorganik dan kimia organik. Secara umum sifat air ini dipengaruhi oleh kedua macam kandungan bahan kimia tersebut, di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Keasaman Air (pH)

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Buangan yang bersifat alkalis (basa) bersumber dari buangan yang mengandung bahan anorganik seperti senyawa karbonat, bikarbonat dan hidroksida. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki pH netral dengan kisaran nilai 6,5 – 7,5. Air



limbah industri yang belum terolah dan memiliki pH diluar nilai pH netral, akan mengubah pH air sungai dan dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Hal ini akan semakin parah jika daya dukung lingkungan rendah serta debit air sungai rendah. Limbah dengan pH asam / rendah bersifat korosif terhadap logam.

2. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Dalam air buangan terdapat zat organik yang terdiri dari unsur karbon, hydrogen dan oksigen dengan unsur tambahan lain seperti nitrogen, belerang dan lain-lain yang cenderung menyerap oksigen. Pengukuran terhadap nilai *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* adalah kebutuhan oksigen yang terlarut dalam air buangan yang dipergunakan untuk menguraikan senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi tertentu. Pada umumnya proses penguraian terjadi secara baik yaitu pada temperatur 20°C dan waktu 5 hari.

3. Chemical Oxygen Demand (COD)

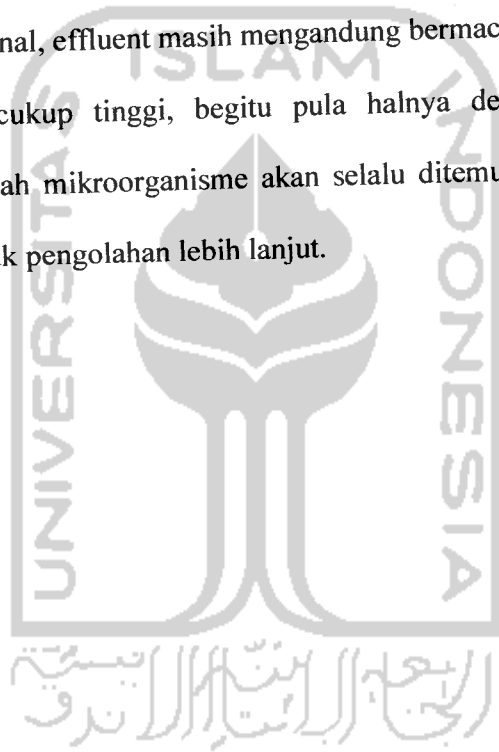
Pengukuran ini diperlukan untuk mengukur kebutuhan oksigen terhadap zat organik yang sukar dihancurkan secara oksidasi. Oleh karena itu dibutuhkan bantuan pereaksi oksidator yang kuat dalam suasana asam.

4. Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak ditemukan mengapung di atas permukaan air meskipun sebagian terdapat di bawah permukaan air. Lemak dan minyak merupakan senyawa ester dari turunan alcohol yang tersusun dari unsur karbon, hydrogen dan oksigen.

3.2.3. Karakteristik Biologi

Kandungan mikroorganisme yang ada di dalam air buangan, diantaranya binatang (protozoa, amoeba), tumbuh-tumbuhan (algae), serta protista (bakteri). Karakteristik biologi air buangan merupakan hal yang penting karena terdapat beribu-ribu bakteri dalam air buangan yang belum diolah. Setelah mengalami pengolahan air limbah konvensional, effluent masih mengandung bermacam-macam mikroorganisme dengan jumlah cukup tinggi, begitu pula halnya dengan air permukaan pada umumnya sejumlah mikroorganisme akan selalu ditemukan. Maka perlu dilakukan pemeriksaan untuk pengolahan lebih lanjut.



Tabel 3.1 Hubungan antara Sumber dan Karakteristik Limbah

Karakteristik	Sumber Limbah
Fisika :	
Warna	Bahan organik buangan industri dan domestik.
Bau	Penguraian limbah dan buangan industri.
Padatan	Sumber air, buangan industri dan domestik.
Temperatur	Buangan domestik dan industri.
Kimia :	
Organik	
Karbohidrat	Buangan industri, perdagangan dan domestik.
Minyak dan Lemak	Buangan industri, perdagangan dan domestik.
Pestisida	Buangan hasil pertanian.
Fenol	Buangan industri.
Anorganik	
Alkali	Sumber air, buangan domestik, infiltrasi air tanah dan buangan air ketel.
Chlorida	Sumber air, buangan domestik dan pelemakan air.
Logam Berat	Buangan industri.
Nitrogen	Limbah pertanian dan domestik.
pH	Limbah industri.
Phospor	Limbah industri, domestik dan alamiah.
Sulfur	Limbah industri dan domestik.
Bahan Beracun	Perdagangan dan limbah industri.
Biologi :	
Virus	Limbah domestik.

Sumber : Gintings, 1992

3.3. Jenis –Jenis Pencemaran Minyak

Meskipun penyebab pencemaran bervariasi dan banyak, bentuk-bentuk yang dihasilkan dari pencemaran terbatas. Pilihan satu atau banyak teknik perawatan untuk pencemaran minyak tergantung pada jenis pencemaran, dan suatu penggolongan dari bentuk-bentuk polusi yang berbeda ini adalah sebagai akibat dari besarnya minat. Hidrokarbon atau minyak dapat bercampur dengan air dalam 4 cara yang berbeda, yaitu :

1. Hidrokarbon yang terlarut (*Dissolved Hydrocarbons*)

Bertentangan dengan kepercayaan hidrokarbon yang terkenal tidaklah air secara total tidak dapat larut. Daya larut hidrokarbon bervariasi menurut alamnya; sebagai contoh, meningkatkannya dengan polaritas molekul. Jadi daya larut meningkat dalam hal yang umum dengan molekul yang tidak jenuh dan ini adalah khusus untuk campuran siklis. Benzen sebagai contoh adalah salah satu dari hidrokarbon yang terlarut; daya larutnya adalah sebanyak 1650 mg/l.

2. Hidrokarbon dalam wujud emulsi tanpa *surfactants*

Sangat sering ketika air dari proses industri dikotori oleh hidrokarbon. Sesungguhnya semua ini memproses kehadiran suatu pompa sentrifugal, klep, sambungan siku atau spekulasi dapat mempengaruhi suatu emulsi minyak dalam air.

3. Hidrokarbon dalam wujud emulsi dalam hadirnya *surfactants* dan *cosurfactants*

Sangat sering di dalam hidrokarbon industri ditemukan dalam air kehadiran *surfactants*. Emulsi minyak/air terbentuk di hadapan *surfactants*, yang disebut dengan emulsi yang distabilkan oleh karena stabilitas yang terlalu besar.

4. Hidrokarbon dalam wujud suatu lapisan atau film

Kebanyakan hidrokarbon mempunyai suatu kepadatan lebih rendah dari air yang membuat kumpulannya di atas permukaan air dalam wujud kurang lebih suatu film tebal/padat, dan memungkinkan perpindahan oksigen dan cahaya. Masalah yang ada pada jenis pencemaran ini adalah jumlah hidrokarbon yang kecil cukup untuk mencemari permukaan air dalam wujud film yang besar.

Dari penjelasan jenis-jenis pencemaran minyak di atas, salah satu contoh penyebab pencemaran air akibat dari hidrokarbon di dalam beberapa cabang industri adalah masalah yang disebabkan oleh potongan minyak di berbagai ilmu teknik perbengkelan/mesin. Banyak dari penggunaan bengkel-bengkel ini yang menstabilisasi emulsi minyak/air, yang tidak tepat jika dikenal sebagai minyak yang terlarut. Mereka digunakan di atas permukaan potongan untuk pendingin oli dan memudahkan operasinya. Mereka mengandung antara 1 – 5 % minyak dan dilakukan pengolahan setelah digunakan. Emulsi ini sesungguhnya berbahaya terutama sekali untuk lingkungan alami karena mengandung *surfactants* dan *cosurfactants* yang dibawa ke air tanah.

3.4. Minyak Mineral

Fardiaz (1992) mengemukakan bahwa minyak dan lemak yang mencemari air sering dimasukkan ke dalam kelompok padatan yaitu padatan yang mengapung di atas permukaan air. Minyak memiliki titik lebur di bawah temperatur normal sehingga pada temperatur normal merupakan zat cair.

Minyak dapat digolongkan dalam tiga bagian yaitu minyak mineral, minyak eteris dan minyak yang dapat dimakan.

1. Minyak mineral atau biasa disebut minyak mentah atau minyak kasar (crude oil) yang berasal dari tanah.
2. Minyak eteris merupakan minyak yang mudah menguap seperti eter. Misalnya : minyak kayu putih, sereh, dll. Senyawa ini merupakan aldehida, keton, asam alcohol yang semuanya tidak jenuh dan tercampur menjadi eteris.
3. Minyak yang dapat dimakan terdiri dari minyak nabati dan minyak hewani.

Minyak dan bahan-bahan terapung menyebabkan kondisi tak sedap dan menyebabkan terganggunya penetrasi sinar matahari serta masuknya oksigen dari udara ke badan air tersebut (Sugiharto, 1987).

Menurut Fardiaz (1992) bahwa pencemaran air oleh minyak sangat merugikan karena dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Adanya minyak menyebabkan penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang, ternyata sinar di dalam air sedalam 2 meter dari permukaan air yang mengandung minyak adalah 90 % lebih rendah dari pada intensitas kedalaman yang sama pada air yang bening.

2. Konsentrasi oksigen terlarut menurun dengan adanya minyak karena lapisan film minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air.
3. Penetrasi sinar dan oksigen yang menurun dengan adanya minyak dapat mengganggu kehidupan tanaman-tanaman air dan binatang seperti ikan.

Minyak mineral terutama tahan terhadap perombakan secara aerob. Sedangkan minyak mineral yang terdapat pada lumpur akan menyebabkan akumulasi buih yang berlebihan dan dapat menyumbat rongga-rongga jaringan jika bahan ini dimasukkan ke dalam air buangan atau effluent yang telah diolah, maka sering menimbulkan lapisan minyak tipis.

Untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh negatif tersebut di atas, maka air buangan harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan terbuka (Sukarmadidjaja, 1997). Pengolahan yang dapat diterapkan antara lain :

1. Pemisahan minyak dari air (*Separation*)

Proses ini identik dengan proses pengendapan dimana air buangan ditahan cukup lama dengan kecepatan aliran air cukup rendah dalam suatu bak sehingga partikel-partikel mengendap ke dasar bak, sedangkan minyak melayang ke atas permukaan air. Lapisan ini kemudian dikeluarkan dengan cara peluncuran (*skimming*). Bak dapat berbentuk empat persegi panjang dan dapat pula berbentuk bulat. Efektif tidaknya suatu *separator* tergantung dari temperatur air (yang mempengaruhi viskositas dan berat jenis lapisan minyak dan lapisan air), berat jenis minyak dan *suspended solid* dalam limbah cair tersebut.

2. Pemecahan sifat emulsi dari minyak

Pemecahan emulsi merupakan suatu pra pengolahan yang dilaksanakan untuk memisahkan minyak dari campuran minyak dan air, emulsi minyak yang merupakan bagian dari minyak yang larut dalam air sehingga sulit untuk dipisahkan. Emulsi ini harus dipecahkan agar minyak dapat dipisahkan dari airnya. Air buangan yang mengandung emulsi minyak dimasukkan ke dalam suatu tangki yang dilengkapi dengan pengaduk dan peluncur (*skimmer*). Air buangan ditahan dalam tangki tersebut selama 2-8 jam agar minyak yang tidak larut naik ke atas permukaan air untuk diambil atau dipisahkan. Air dalam tangki tersebut kemudian diaduk dan dibubuhi zat-zat kimia untuk memecahkan emulsi. Setelah emulsi tersebut pecah, kemudian minyak yang berupa *free oil* dibiarkan naik ke permukaan air dan dipisahkan. Selanjutnya pH air buangan diatur sesuai dengan yang dikehendaki.

3. Pengapungan (*Flotation*)

Pengapungan sebenarnya merupakan unit operasi yang sama dengan unit pengendapan, namun dalam proses pengapungan dimasukkan udara dari dasar tangki sehingga partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap terangkat ke permukaan air dengan cara menempel pada gelembung-gelembung udara, kemudian dipisahkan dengan cara peluncuran.

3.5. Pengolahan Air Limbah Industri

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisihkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air limbah yang telah dikembangkan tersebut secara umum ada tiga metode pengolahan, yaitu (Asis, 1992) :

1. Pengolahan secara Biologi

Pengolahan secara biologi memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Metode pengolahan yang mana paling tepat digunakan untuk air buangan industri tertentu sangat tergantung pada kandungan bahan polutan dan sifat-sifatnya serta tergantung pada tujuan akhir pengolahan.

2. Pengolahan secara Fisika

Pengolahan secara fisika seperti *srenning*, filtrasi, pengendapan dan flotasi dapat merupakan proses pendahuluan untuk menyisihkan bahan tersuspensi atau melayang dari dalam air buangan.

3. Pengolahan secara Kimia

Pengolahan secara kimia memerlukan penambahan bahan kimia agar terjadi reaksi kimia untuk menyisihkan bahan polutan. Hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika, yaitu pengendapan atau filtrasi.

3.6. Metode Pemisahan Minyak/Oli pada Limbah Cair

Sering kali air permukaan dan air limbah mengandung minyak. Sebagian kecil larut dalam air (kurang dari 10 ppm), sedangkan kebanyakan terpisah dan mengapung di permukaan cairan. Air yang tercampur dalam minyak dapat berupa :

a) Air bebas

Untuk air bebas relatif lebih mudah dipisahkan dari minyak, yaitu dengan cara diendapkan (didiamkan) dalam suatu tempat yang tenang dengan menggunakan centrifuge atau dipanaskan.

b) Air sebagai emulsi (*Water in Oil Emulsion*).

Untuk air berupa emulsi untuk memisahkannya diperlukan penanggulangan (treatment) khusus.

Limbah yang berminyak dan emulsi limbah minyak biasanya dapat dibedakan secara visual. Emulsi *O/W* nampak seperti berminyak, air kotor, sebuah tetesan emulsi yang ditambahkan ke dispersi air (Figure 11.1a). Suatu emulsi *W/O* pada umumnya merekat dan tebal, tetesan emulsi yang ditambahkan ke air ini tidak terdispersi (Figure 11.1b).



FIG. 11.1 (a) If a few drops of oily water (O/W emulsion) are added to water, they disperse in the water. This is a test to distinguish O/W from W/O emulsions. (b) A few drops of this emulsion added to water remained as a separate phase floating on the surface, showing it to be a W/O emulsion.

Stabilisasi emulsi dipelihara oleh kombinasi dari mekanisme fisik dan kimia. Emulsi ini adalah sama dalam perlakuan pada sistem kolid yang bertemu dalam rawa (warna) dan sungai (endapan lumpur). Jadi, partikel padat dapat menstabilkan emulsi jika ukurannya tepat dan lebih. Dalam kasus ini, stabilisasi terjadi karena penyerapan partikel padat di alat penghubung *O/W* untuk mempertebal interfacial film. *Droplet* yang terdispersi tidak dapat bergabung karena pengaruh gangguan atau penghalangnya (Figure 11.2).

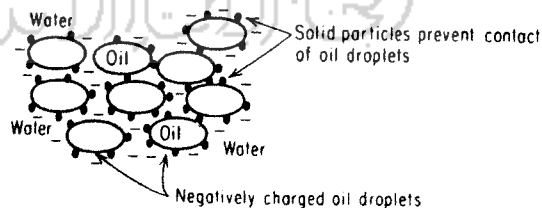
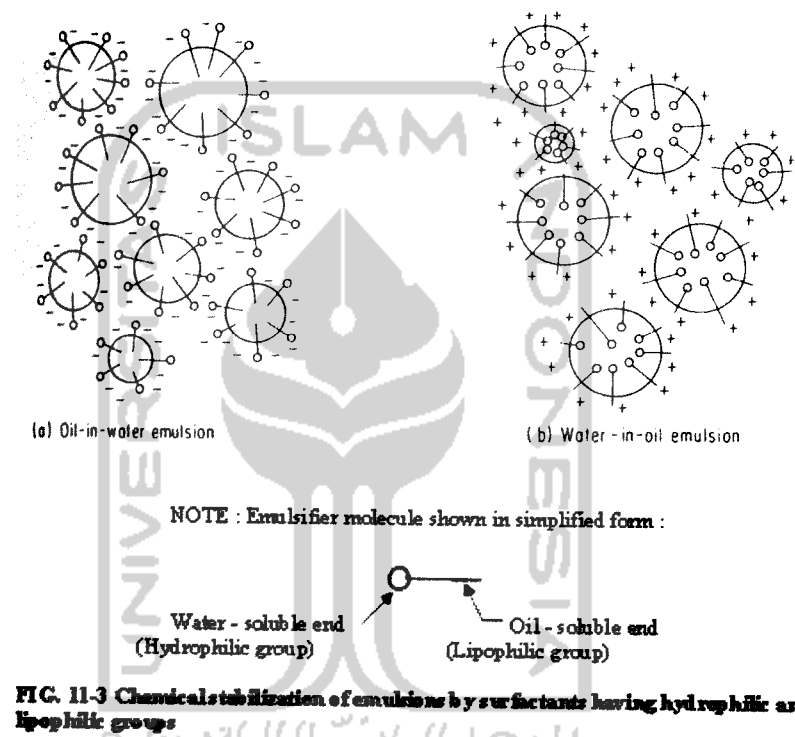


FIG. 11.2 Physical emulsion stabilization by finely divided solids, illustrated with O/W emulsion.

Emulsi dapat distabilkan oleh gesekan antara minyak dan fase air yang dibuat oleh mekanika yang kuat atau pergolakan fisik (agitasi fisik). Suatu pengemulsi pada

umumnya suatu molekul yang sederhana, sering ada suatu *hidrophilic* (menyukai air) yang menggolongkan suatu *lipophilic* (menyukai minyak) sebagai golongan yang lain (Figure 11.3).



Pengemulsi membubarkan minyak droplets dalam fase air sebab mereka mempunyai suatu hubungan untuk kedua-duanya air dan minyak yang memungkinkan mereka untuk mengalahkan perpaduan kekuatan yang alami.

Berikut ini adalah beberapa metode pemisahan minyak/oli pada limbah cair.

1. Metode Gravity Setling

Prinsip kerjanya adalah adanya perbedaan density minyak dengan air, dimana air mempunyai *density* yang lebih besar daripada minyak, maka dengan menempatkan campuran air dan minyak tersebut pada suatu tempat yang tenang, maka air akan mengendap dan terpisahkan dari minyak.

2. Metode Kimia

Pemisahan minyak-air berupa emulsi dengan metode kimia adalah penambahan zat kimia ke dalam larutan emulsi tersebut. *Chemical agent* ini mempunyai sifat kecenderungan yang lebih kuat untuk menempati partikel air dibanding kecenderungan yang dimiliki *emulsifying agent*. Sifat kecenderungan yang lebih besar untuk menempati permukaan partikel air tersebut mengakibatkan molekul *emulsifying agent* yang mula-mula menempati partikel air menjadi terdesak dan lari menyebar ke fase minyak. Dengan terdesaknya molekul tersebut, maka kedudukannya digantikan oleh molekul *chemical agent*. *Chemical agent* ini mempunyai molekul-molekul yang lebih kecil dibanding dengan molekul-molekul pada *emulsifying agent*. Lapisan film ini ternyata tidak menghalangi gaya tarik menarik antar molekul air, sehingga dengan demikian partikel-partikel air akan saling bertumbukan dan membentuk butiran yang lebih besar sehingga memungkinkan pengendapan secara gravitasi terjadi. Banyak zat-zat kimia (*reagen*) yang dijual di pasaran, misalnya *Visco (nalco)*, *Aquanox (Baker)* dan lain-lain. Pemilihan zat kimia yang akan dipakai tergantung pada sifat-sifat emulsinya. Perusahaan-perusahaan penyedia zat kimia membantu perusahaan-

perusahaan minyak dalam hal pemilihan zat kimia yang akan dipakai. Setelah mereka menguji secara kuantitatif dan kualitatif pada emulsi minyaknya, sifat-sifatnya dapat diketahui misalnya gravity minyak, grafik temperatur vs viskositas minyak dan lain-lain. Data-data tersebut perlu untuk menentukan reagen mana yang akan dipakai, berapa banyaknya, bagaimana temperaturnya, dan lain-lain.

Dari sejarah perkembangannya, telah dibuat berbagai jenis alat pemisah minyak dari yang sangat sederhana, kemudian dimodifikasi dan disempurnakan dengan tujuan mendapat efisiensi pemisahan sebesar mungkin. Adapun untuk memenuhi kebutuhan tersebut telah dirancang beberapa metode alat pemisahan minyak (*Bardi, 1995*), yaitu :

1. *Interceptor* dengan berbagai sekat (*baffles*) yaitu :
 - a. *Multiple partial transverse baffles*
 - b. *Top and bottom transverse baffles*
 - c. *Transverse and longitudinal baffles*
2. *Pararel Plate Interceptor (PPI)*
3. *American Petroleum Institute (API) Interceptor*

Separator American Petroleum Institute (API) adalah suatu pemisah *gravity* jenis bak horizontal yang berbentuk sekat dengan penggaruk minyak di atasnya. *Separator* ini juga mempunyai prinsip kerja yang sama dengan model *separator oil trap* yakni dengan menggunakan sistem gravitasi yang memakai perbedaan densitas. Jenis bak ini banyak digunakan dari bahan beton (*concrete*) ataupun bahan lainnya. Sebagaimana umumnya bak pemisah horizontal, maka dua hal

yang tidak dapat dipenuhi sebagai bak pemisah ideal adalah masalah turbulensi dan stabilitas pengendapan (Anonim, 1994). Oleh karena itu dengan *separator API / oil trap*, partikel-partikel di bawah 150 mikron tidak dapat dipisahkan dari air limbah. Karena mudahnya pembuatan dan bentuknya yang sederhana, *separator* ini masih banyak digunakan terutama bila diketahui bahwa partikel minyak dalam air mempunyai ukuran di atas 150 mikron (Anonim, 1993).

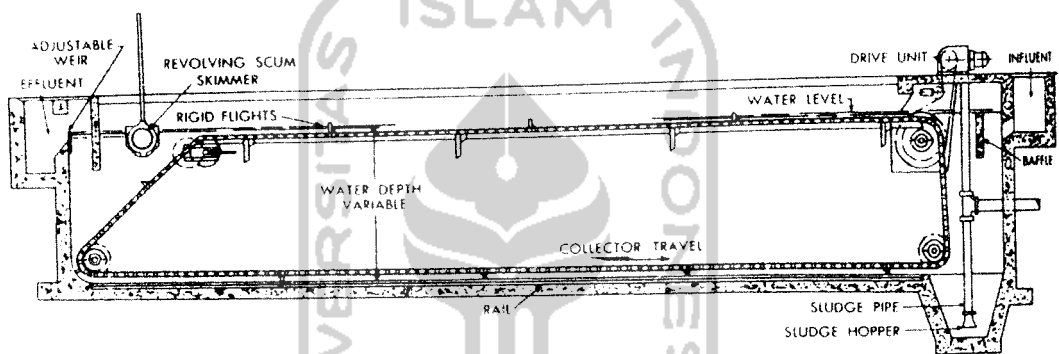


FIG. 9.22 Typical design of API separator. (Courtesy of Envirex, Inc., a Rexnord Company)

4. Corrugated Plate Interceptor (CPI)

Pada dasarnya prinsip kerja dari CPI sama dengan *separator API*. Akan tetapi di dalam CPI ditambahkan *plate-plate fiberglass* yang tersusun paralel dengan kemiringan 45° - 60° . *Plate-plate* ini dapat berfungsi menambah luas penampang lintang dari aliran atau mengurangi lintasan butiran partikel minyak ke permukaan sehingga butiran minyak yang telah terkumpul di bawah permukaan *plate* dapat megumpul lebih lanjut atau meluncur ke atas permukaan air, *plate* juga berfungsi untuk mempersingkat jarak tempuh partikel minyak di dalam fase air sehingga

pembentukan lapisan minyak dapat lebih cepat dan juga mengatur alirannya agar lebih laminer. Minyak yang terkumpul pada permukaan akan langsung masuk ke *skim pipe*. Alat ini mampu memisahkan partikel-partikel yang lebih kecil yaitu di bawah 150 mikron (Anonim, 1993). Alat ini banyak dipakai di industri-industri karena selain hemat tempat juga hemat biaya pembuatan serta pemeliharaan dibandingkan dengan alat-alat pemisah sebelumnya. Selain itu ada beberapa keuntungan dari *Corrugated Plate Interceptor* (Bardi, 1995) yaitu :

- a. Peningkatan metode pemisahan minyak dari air
- b. Aliran laminer antara piringan atau *plate-plate*
- c. Distribusi aliran yang efektif tidak dipengaruhi oleh angin
- d. Konstruksinya murah khususnya dalam bahan tahan asam

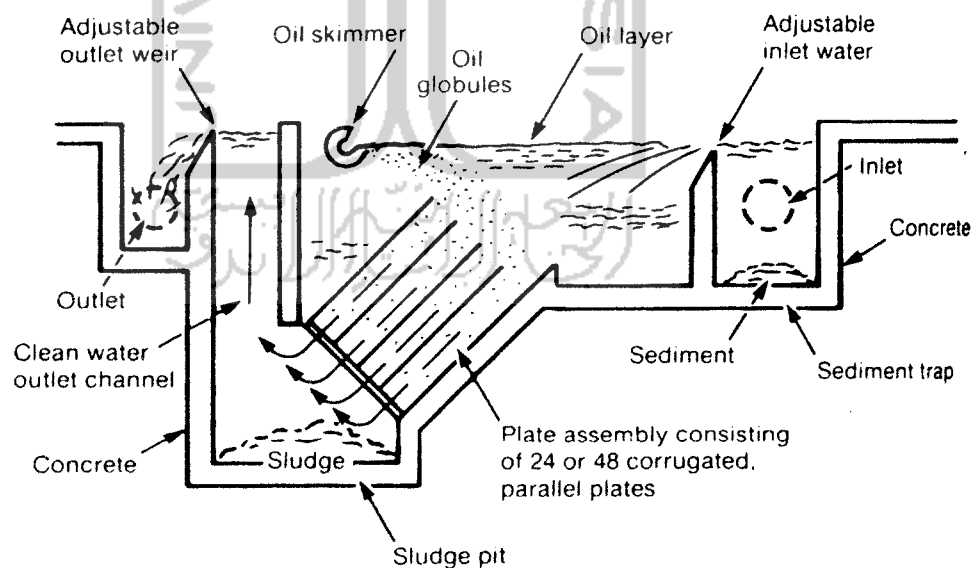


FIG. 11.6 CPI (corrugated plate interceptor) separator uses density difference between oil and water to separate free nonemulsified oil from wastewater.

Efisiensi dari suatu alat pemisah minyak-air adalah berbanding terbalik dengan perbandingan tentang laju keluarnya pada unit area permukaan. Suatu area permukaan alat pemisah dapat ditingkatkan oleh instalasi dari plat paralel di dalam ruang alat pemisah. Dalam keadaan dimana ruang yang tersedia untuk suatu alat pemisah terbatas, area permukaan yang ekstra yang disediakan oleh suatu unit parallel-plate yang tersusun rapi membuat parallel-plate dari alat pemisah tersebut menjadi alternative yang menarik pada alat pemisah yang biasa. Aliran yang melalui suatu unit parallel-plate dapat menjadi dua atau tiga kali dari suatu alat pemisah biasa yang sepadan.

Sebagai tambahan terhadap peningkatan area permukaan alat pemisah, kehadiran dari plat paralel dapat mengurangi kecenderungan ke arah kontak yang lebih cepat dan mengurangi pergolakan di dalam alat pemisah, dengan begitu efisiensi dapat ditingkatkan. Plat pada umumnya dipasang dalam posisi miring untuk mendorong minyak yang terkumpul pada bagian bawah plat untuk dipindahkan ke permukaan alat pemisah, sedangkan lumpur yang terkumpul di atas plat akan mengendap ke dasar pemisah. Untuk meningkatkan koleksi minyak dan lumpur, plat biasanya berkerut/berombak-ombak.

Secara umum, parameter yang digunakan untuk perancangan alat pemisah yang konvensional adalah juga digunakan untuk ukuran parallel-plate sistem maksimum (desain) aliran air limbah, bobot jenis dan kekentalan dari fase air limbah mengandung air, dan bobot jenis air limbah minyak.

3.7. *Oil Trap* (Pemisah Minyak dan Air)

Setiap daerah yang mungkin selalu mengalami tumpahan hidrokarbon, atau terpapar hujan atau limpasan air, harus dialirkan melalui suatu pemisah minyak dan air. Hal ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada:

1. Tempat pencucian.
2. Bengkel-bengkel.
3. Daerah penyimpanan hidrokarbon

Berikut ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi dalam mendesain suatu alat pemisah minyak-air, yaitu :

1. Desain dan kapasitas pemisah minyak dan air ini harus memadai untuk membuang air dengan batas-batas yang dipersyaratkan oleh Pemerintah. Dalam banyak hal, suatu sistem aliran secara gravitasi yang sederhana sudah cukup memadai.
2. Pemisah minyak dan air harus siap untuk diinspeksi (Bertutup ringan dan mudah dilepas).
3. Pemisah minyak dan air yang melayani tempat pencucian harus dilengkapi dengan *silt-trap* (penangkap lumpur) yang menampung padatan sebelum melewati ruang pemisah.

Prinsip Pemisahan Oil Trap (separator)

Pengolahan yang diterapkan untuk pemisahan minyak yang tercampur dalam air buangan adalah pengolahan secara fisika, yakni melalui prinsip gravitasi berdasarkan perbedaan massa jenis antara air dan minyak. Partikel yang tersuspensi dalam larutan akan tenggelam atau naik/terapung. Hal ini tergantung dari perbedaan berat jenis tersebut. Sedimen kasar akan mengendap di dasar kolam perangkap dan minyak akan mengapung, sedangkan air yang telah berpisah dengan minyak tersebut dibuang ke outlet.

Untuk pemisahan minyak dan air, kecepatan naiknya butir minyak akan mencapai konstan bila gaya dorong ke atas akibat adanya perbedaan berat jenis sama dengan tahanan gerak fluida saat bergerak. Hal ini tergantung dari berat jenis, viskositas fluida dan ukuran butir minyak. Keadaan ini sesuai dengan pernyataan dalam Hukum Stoke yang dinyatakan dalam bentuk kecepatan kenaikan titik minyak dalam air (Bardi, 1995) yaitu :

$$V_t = \frac{g}{18\mu} (\rho_w - \rho_o) D^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

V_t = kecepatan terminal butir minyak yang naik ke permukaan (cm/s)

g = percepatan gravitasi (cm/s²)

μ = viskositas absolut air (gr/cm.s)

ρ_w = densitas air (gr/cm³)

ρ_o = densitas minyak (gr/cm³)

D = diameter partikel (cm)

Kecepatan pengendapan (*setling velocity*) dipengaruhi oleh perbedaan *density* air dan minyak. Di dalam persoalan emulsi, bilangan Reynold dinyatakan sebagai :

$$Re = 30,8 \times \frac{\rho_o \times V_s \times dp}{\mu_o} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

V_s = kecepatan setling (*slipe velocity*), ft/jam

d_p = diameter partikel, in x 10^{-3}

μ_o = viskositas minyak, cp

ρ_o = densitas minyak, gr/cl = *specific gravity* minyak

Re = Reynold Number, tak berdimensi

Sedangkan kecepatan *setling* dapat dinyatakan dengan hukum Stoke, yaitu :

$$V_S = 4,146 \times \frac{d^2 p (\rho_w - \rho_o)}{\mu_o} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

ρ_w = *specific gravity* air (*density* air), gr/cl

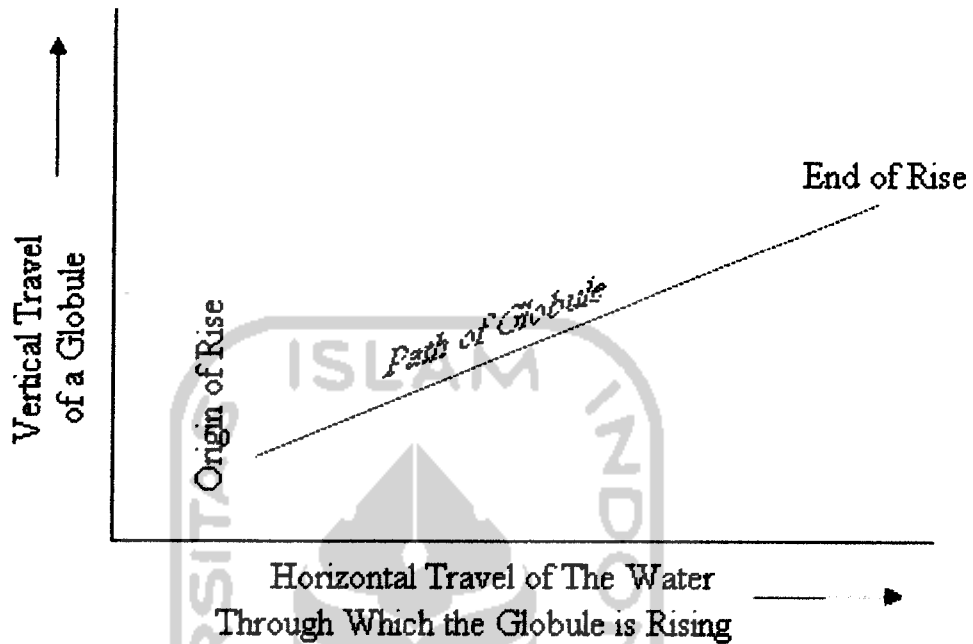
Hukum Stoke hanya berlaku untuk $Re = 1,85$ atau $< 1,85$. Bila $Re > 1,85$, maka harus digunakan hukum pertengahan, yaitu :

$$V_S = \frac{1,91 (d)^{1,114} (\rho_w - \rho_o)^{0,71} k}{\mu_o^{0,43} \times \rho_w^{0,29}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana K adalah *shape factor* (faktor bentuk) untuk bulatan drplet emulsi 1 mm untuk pasir 0,65 mm.

Dari persamaan (2.2) dan (2.3) di atas, terlihat bahwa makin kecil ukuran partikel (emulsi), makin lama pula ia mengendap. Makin besar viskositas, makin lama pula mengendap. Semakin kecil viskositas minyak, perolehan minyak semakin besar pada semua tekanan pendesakan. Sebaliknya semakin kecil API gravity minyak, perolehan minyak semakin besar.

Contoh penerapan Hukum Stoke pada pemisahan minyak dari air dapat dilakukan dengan mengumpukan air buangan melalui sebuah tangki pengendap (gambar 3.1), dimana aliran horizontal rendah sehingga efek turbulensi yang mengurangi efektifitas pemisahan dapat dikurangi sehingga akan memberikan waktu tinggal bagi butir-butir minyak untuk naik ke permukaan. Butir-butir minyak yang terpisah itu bergabung membentuk lapisan minyak (*oil layer*) yang mengapung di permukaan air. Pengambilan minyak dilakukan dengan cara yaitu digaruk/dikuras dengan penggaruk minyak (*skimmer*) setelah mencapai batas luapan (*over flow*). Lubang pipa tempat keluarnya air diletakkan jauh di atas level permukaan minyak yang tertinggi untuk mencegah minyak terikut masuk ke pipa pengeluaran air. Emulsi minyak pada air diambil juga dengan *skim pipe* yaitu dengan menaikkan jalan keluar (*outlet channel*). Level permukaan air akan naik sehingga lapisan emulsi akan terbuang melalui pipa pembuangan minyak. Minyak dibuang dengan pompa dari *skim pipe*.



Gambar 3.1 Lintasan Kenaikan Butir Minyak (Sumber : Bardi, 1995)

Menurut Bardi (1995), jika tinggi kolam dipilih (H), maka dengan harga V_t yang dihitung dapat dicari waktu tinggal (*detention time*) air limbah (t_d) dalam kolam. Dengan menggunakan harga luas permukaan A_s yang dihitung dapat ditentukan panjang dan lebar bak dengan perbandingan 2:1.

Rumus waktu tinggal yang diperlukan dalam bak tersebut adalah :

$$T_d = H / V_t \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Luas permukaan A_s adalah :

$$A_s = P \times L \quad , \text{dimana } P = 2 L \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$L = \sqrt{A_s / 2} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Dalam perencanaan bangunan, kondisi lapangan tidak sama dengan kondisi ideal sehingga perlu dilakukan pemeriksaan (checking) terhadap :

$$N_{re} = \text{Bilangan Reynold} = \frac{V_o}{\nu} \dots\dots\dots (3.8)$$

$N_{re} < 2000$; agar aliran tetap la min er (mencegah efek turbulensi)

$$N_{fr} = \text{Bilangan Froude} = \frac{V_o^2}{g \cdot R}, R = \frac{w}{2} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana : ν = viskositas kinematik

V_o = kecepatan horizontal

R = jari-jari hidrolis

3.8. Hipotesa Penelitian

Berdasarkan dasar – dasar teori di atas maka dapat diambil suatu hipotesa penelitian bahwa dengan melakukan perubahan desain dari *Oil Trap* yang lama dapat meningkatkan efisiensi pemisahan minyak-air.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di *Environment Laboratory Process Technology Department PT.INCO Tbk.* Sorowako, Sulawesi Selatan.

4.2. Jenis Penelitian

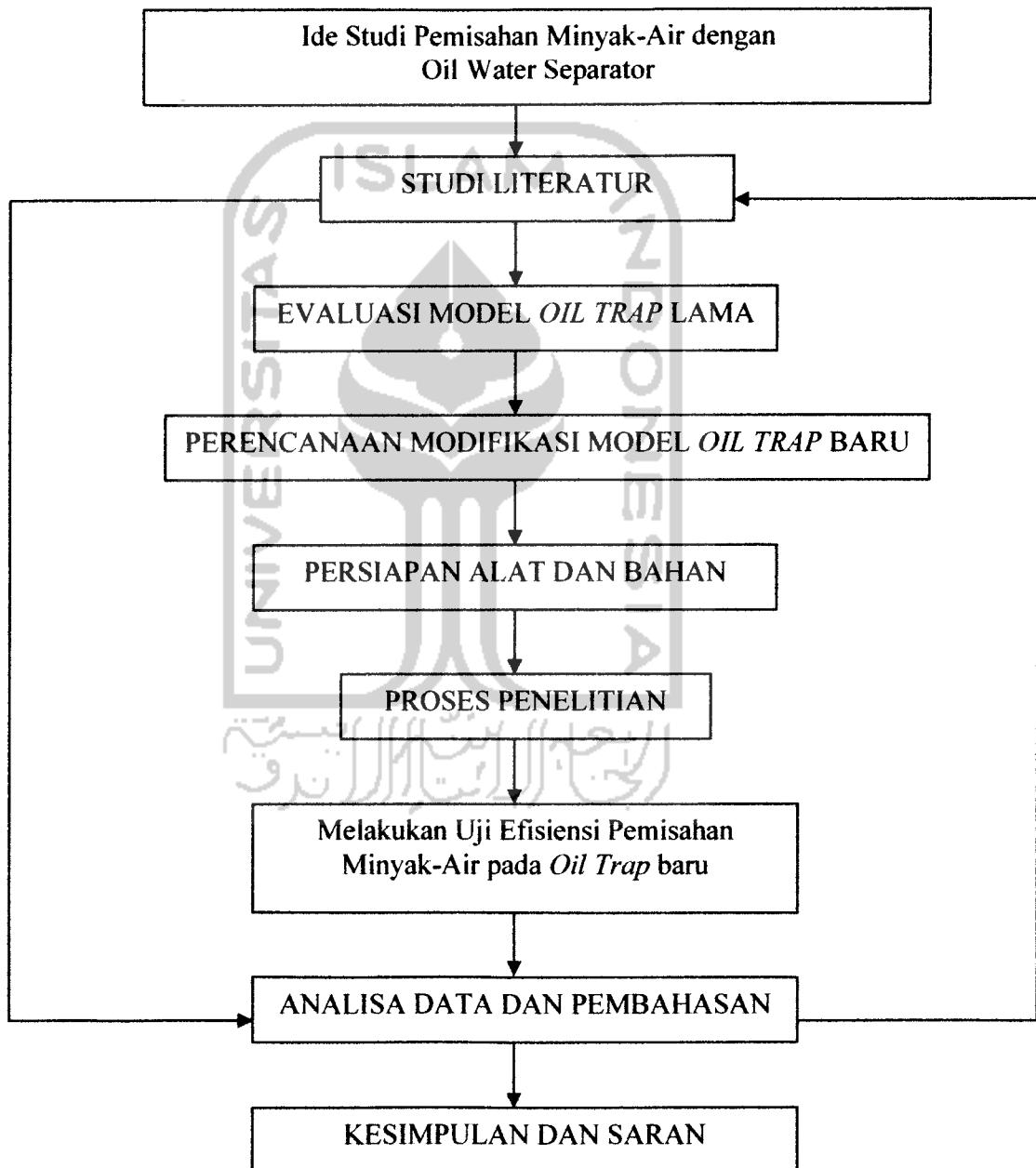
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yakni dengan melakukan modifikasi pada desain *Oil Trap* yang lama dan melakukan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap efisiensi pemisahan minyak-air dari perubahan *oil trap* tersebut yang bersumber pada limbah minyak-air dari industri nikel.

4.3. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli – September 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan laporan.

4.4. Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian yaitu pada gambar 3.1.



Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian

4.5. Parameter Penelitian dan Metode uji

Dalam penelitian ini parameter yang akan diperiksa yaitu TSS dan kandungan minyak dalam air. Pada tabel 3.1 dapat dilihat parameter penelitian dan metode uji setiap parameter.

Tabel 4.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

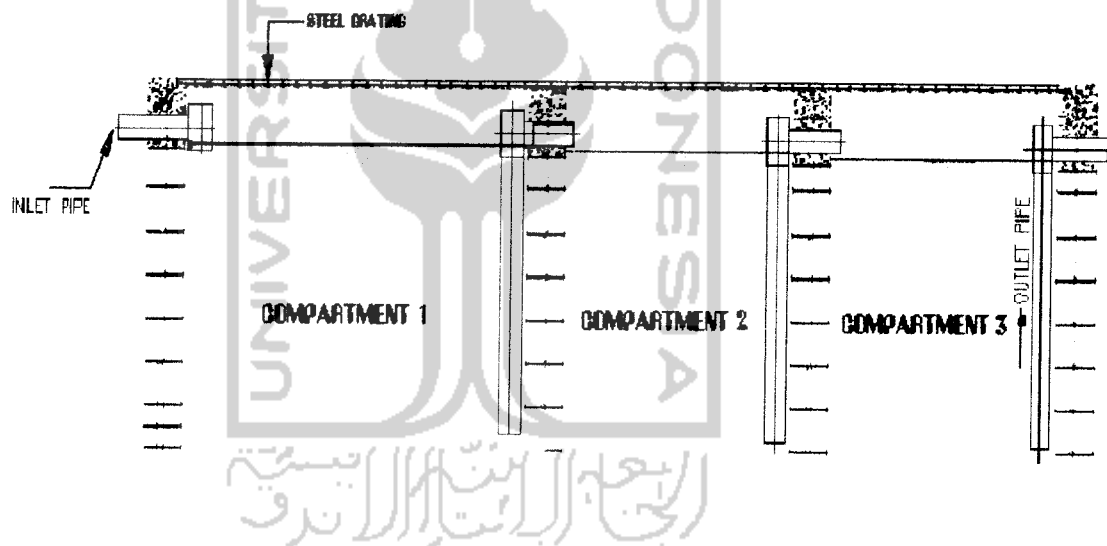
Nomor	Parameter	Metode Uji
1.	TSS	SNI 2004 – Bagian 3 Metode Pengujian Padatan Tersuspensi Total (<i>Total Suspended Solid, TSS</i>) secara gravimetri SNI 06-6989.3-2004
2.	<i>Oil in Water</i>	<i>Colorimetric Extraction Method</i> DR/2000 <i>Spectrophotometer Instrument Manual</i>

4.6. Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian, yaitu:

4.6.1. Proses Pengambilan Sampel

- Dalam proses ini, dilakukan pengambilan sampel selama 4 hari berturut-turut, dimana setiap harinya dilakukan 2 kali pengambilan (0 jam, 3 jam), yakni pada Inlet (titik sampling 1), Bak 2 (titik sampling 2) dan Outlet (titik sampling 3).



Gambar 4.2 Gambar *Oil Trap*

4.6.2. Pemeriksaan Sampel

Pemeriksaan sampel berupa pengujian parameter TSS dan Minyak dalam Air dilakukan setiap sekali pengambilan. Untuk pengujian TSS mengacu pada ketentuan

SNI edisi 2004 dari Bidang Pekerjaan Umum tentang Kualitas Air, sedangkan Minyak dalam Air mengacu pada metode ekstraksi (*Colorimetric Extraction Method*). Adapun cara kerja metode pengujian setiap parameter ini dapat dilihat pada lampiran B.

4.7. Analisa Data

Analisa data untuk penentuan berdasar pada parameter yang telah diukur dengan membuat tabel atau grafik kualitas air buangan sebelum dan sesudah pengolahan pada masing - masing titik pengambilan sampel.

Tingkat efisiensi dinyatakan dengan cara membandingkan antara konsentrasi awal dan akhir dari parameter penelitian dengan menggunakan persamaan *overall efficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

η = Overall Efficiency (%)

Co = Konsentrasi Awal (mg/L)

Ce = Konsentrasi akhir (mg/L)

BAB V

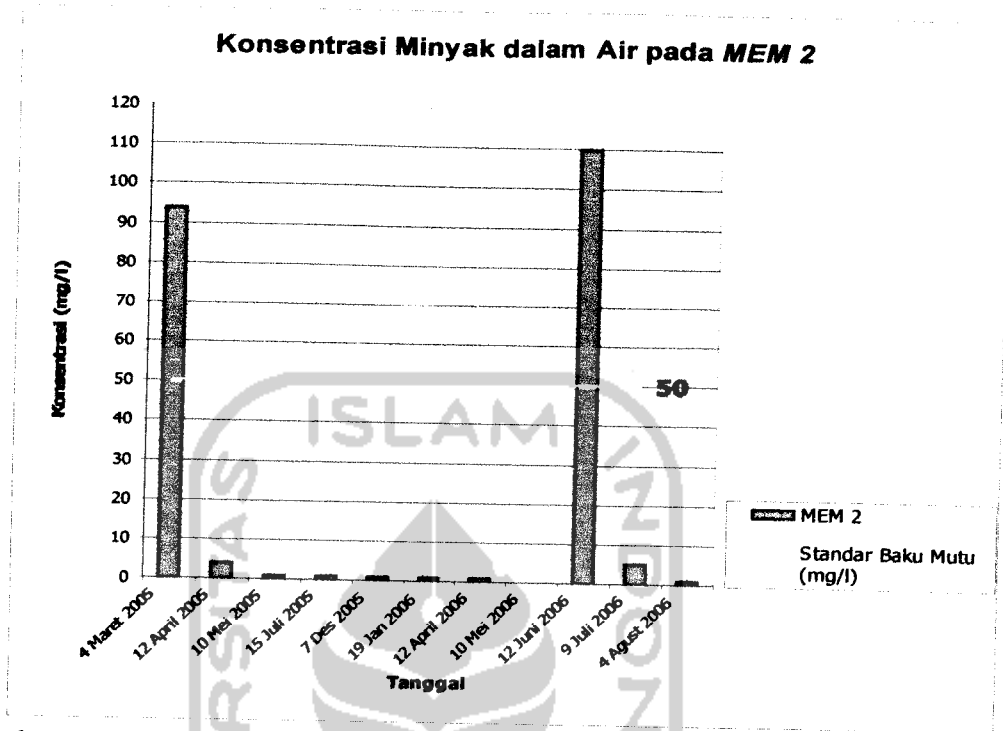
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian *Oil Trap* Lama

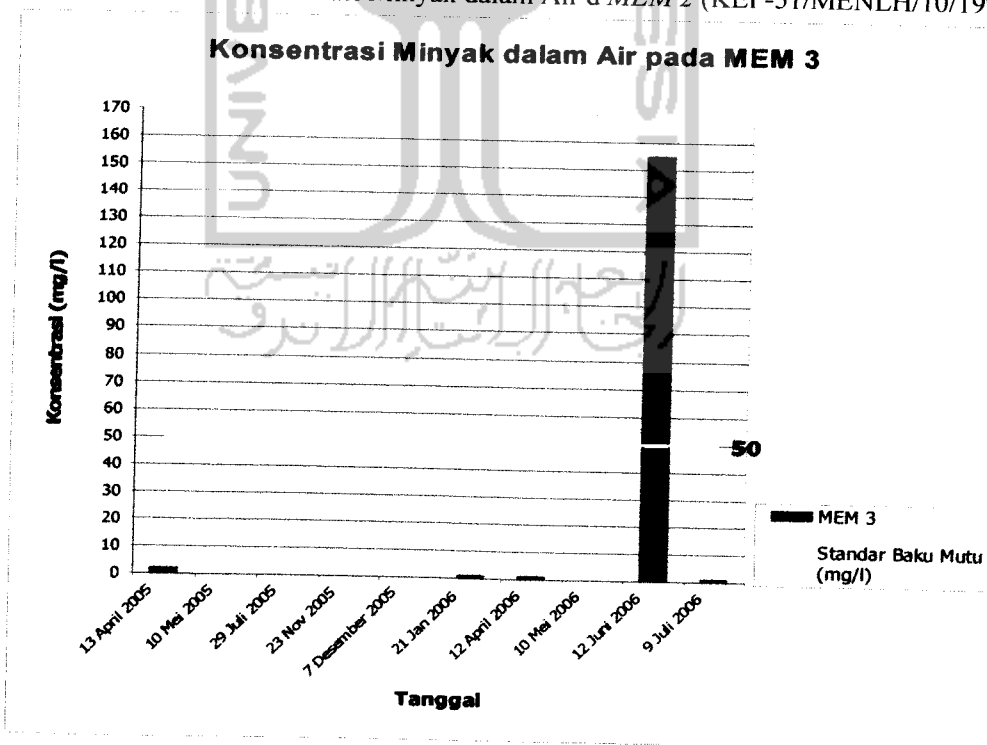
Sebelum perubahan desain dari *Oil Trap* dilakukan, maka terlebih dahulu dilakukan evaluasi terhadap efisiensinya, yakni melalui pengumpulan data-data pengujian bulanan dari ke-2 *Oil Trap* yang telah dilakukan sebelumnya oleh pihak perusahaan, yakni seperti yang tercantum pada lampiran.

5.2. Analisa Data *Oil Trap* Lama

Analisa minyak dalam air ini dilakukan untuk membandingkan konsentrasi yang diperoleh dari pengujian dengan standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri). Berikut ini adalah gambar standar baku mutu *Oil Trap MEM 2* dan *MEM 3* untuk konsentrasi Minyak dalam Air.



Gambar 5.1. Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air d MEM 2 (KEP-51/MENLH/10/1995)



Gambar 5.2.. Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air di MEM 3 (KEP- 51/MENLH/10/1995)

5.3. Hasil Penelitian *Oil Trap* baru

Penelitian terhadap efisiensi dari *Oil Trap* baru ini dimulai dengan melakukan pengambilan sampel selama 4 hari berturut-turut, dimana setiap harinya dilakukan 2 kali pengambilan (pagi dan siang). Pengambilan dilakukan pada 2 *Oil Trap* dengan lokasi dan dimensi yang berbeda, yaitu *Oil Trap MEM 2* (Tipe A) dan *Oil Trap MEM 3* (Tipe C). Jadwal pengambilannya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1. Jadwal Pengambilan Sampel *Oil Trap*

Model <i>Oil Trap</i>	Pengambilan ke-	Waktu		
		Hari / Tgl	Jam ke -1	Jam ke-2
MEM 2 (Tipe A)	1 dan 2	Sabtu / 22 Juli 2006	Pagi	Siang
	3 dan 4	Minggu / 23 Juli 2006	Pagi	Siang
	5 dan 6	Senin / 24 Juli 2006	Pagi	Siang
	7 dan 8	Selasa / 25 Juli 2006	Pagi*	Siang
MEM 3 (Tipe C)	1 dan 2	Selasa / 15 Aug 2006	Pagi*	Siang
	3 dan 4	Rabu / 16 Aug 2006	Pagi	Siang
	5 dan 6	Kamis / 17 Aug 2006	Pagi*	Siang
	7 dan 8	Jumat / 18 Aug 2006	Pagi	Siang

*) Waktu pengurusan *Oil Trap*

Setelah dilakukan penelitian selama 8 hari untuk ke-2 model *Oil Trap* tersebut, maka diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* dan konsentrasi minyak dalam air (*Oil in Water*) yaitu sebagai berikut.

5.3.1. Hasil Konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)*

Dalam penelitian ini, pengukuran TSS dilakukan selama 4 hari berturut-turut untuk tiap *Oil Trap*, dimana per-harinya dilakukan 2 kali pengambilan (pagi dan

siang). Pada tabel 5.2 dan tabel 5.3 ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi TSS selama penelitian.

Tabel 5.2. Data Konsentrasi TSS *Oil Trap MEM 2* dan Efisiensinya

Pengambilan ke -	Waktu		C1* (mg/L)	C2* (mg/L)	C3* (mg/L)	Efisiensi (%) Inlet vs Outlet
	Hari ke-	Jam ke-				
1	1	Pagi	292.68	5.52	3.80	98.70
2		Siang	211.48	19.08	2.92	98.62
3	2	Pagi	278.32	7.68	3.88	98.61
4		Siang	270.92	4.20	2.64	99.03
5	3	Pagi	575.50	41.29	23.00	96.00
6		Siang	160.00	6.60	1.00	99.38
7	4	Pagi	712.00	125.63	7.67	98.92
8		Siang	17.00	14.60	0.20	98.82
					Mean MEM 2	98.51

*) C1 = Bak ke-1; C2 = Bak ke-2; C3 = Bak ke-3

Tabel 5.3. Data Konsentrasi TSS *Oil Trap MEM 3* dan Efisiensinya

Pengambilan ke -	Waktu		C1* (mg/L)	C2* (mg/L)	C3* (mg/L)	Efisiensi (%) Inlet vs Outlet
	Hari ke-	Jam ke-				
1	1	Pagi	17.87	82.10	15.93	10.82
2		Siang	57.60	58.88	46.72	18.89
3	2	Pagi	74.50	40.47	6.00	91.95
4		Siang	72.40	154.07	21.87	69.80
5	3	Pagi	50.20	19.47	3.00	94.02
6		Siang	104.27	135.40	44.73	57.10
7	4	Pagi	16.53	64.93	10.53	36.29
8		Siang	15.53	38.07	1.80	88.41
					Mean MEM 3	58.41

*) C1 = Bak ke-1; C2 = Bak ke-2; C3 = Bak ke-3

5.3.2. Hasil Konsentrasi Minyak dalam Air

Dalam penelitian ini, pengukuran konsentrasi minyak dalam air dilakukan selama 4 hari berturut-turut untuk tiap *Oil Trap*, dimana per-harinya dilakukan 2 kali pengambilan (pagi dan siang). Pada tabel 5.4 dan tabel 5.5 ditunjukkan perolehan

data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi minyak dalam air selama penelitian.

Tabel 5.4. Data Konsentrasi Minyak dalam Air MEM 2 dan Efisiensinya

Pengambilan ke -	Waktu		C1* (mg/L)	C2* (mg/L)	C3* (mg/L)	Efisiensi (%) Inlet vs Outlet
	Hari ke-	Jam ke-				
1	1	Pagi	230	200	2	99.13
2		Siang	540	460	5	99.07
3	2	Pagi	950	580	9	99.05
4		Siang	1180	650	4	99.66
5	3	Pagi	1200	780	1	99.92
6		Siang	2225	1925	1	99.96
7	4	Pagi	2730	1950	1	99.96
8		Siang	650	28	1	99.85
					Mean MEM 2	99.57

*) C1 = Bak ke-1; C2 = Bak ke-2; C3 = Bak ke-3

Tabel 5.5. Data Konsentrasi Minyak dalam Air MEM 3 dan Efisiensinya

Pengambilan ke -	Waktu		C1* (mg/L)	C2* (mg/L)	C3* (mg/L)	Efisiensi (%) Inlet vs Outlet
	Hari ke-	Jam ke-				
1	1	Pagi	2150	1175	1	99.95
2		Siang	1225	295	2	99.84
3	2	Pagi	2300	1050	1	99.96
4		Siang	1800	550	1	99.94
5	3	Pagi	4150	850	0	100.00
6		Siang	650	250	2	99.69
7	4	Pagi	4100	2150	1	99.98
8		Siang	1300	165	1	99.92
					Mean MEM 3	99.91

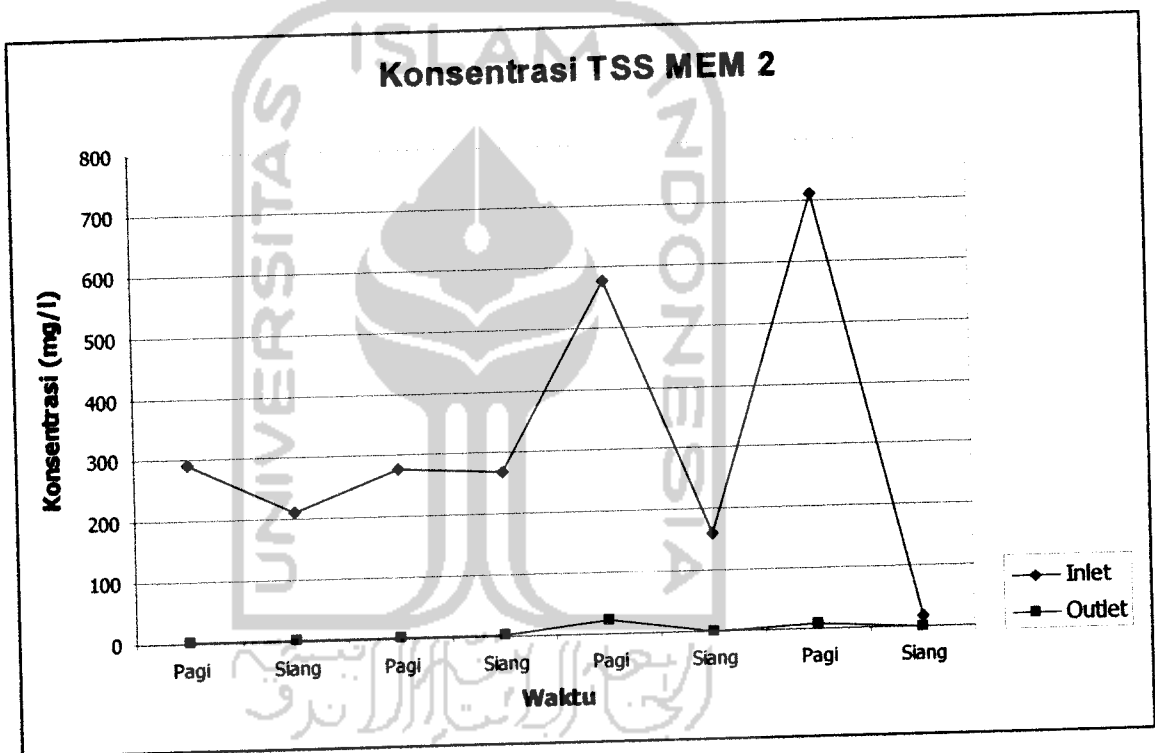
*) C1 = Bak ke-1; C2 = Bak ke-2; C3 = Bak ke-3

5.4. Analisa Data Oil Trap baru

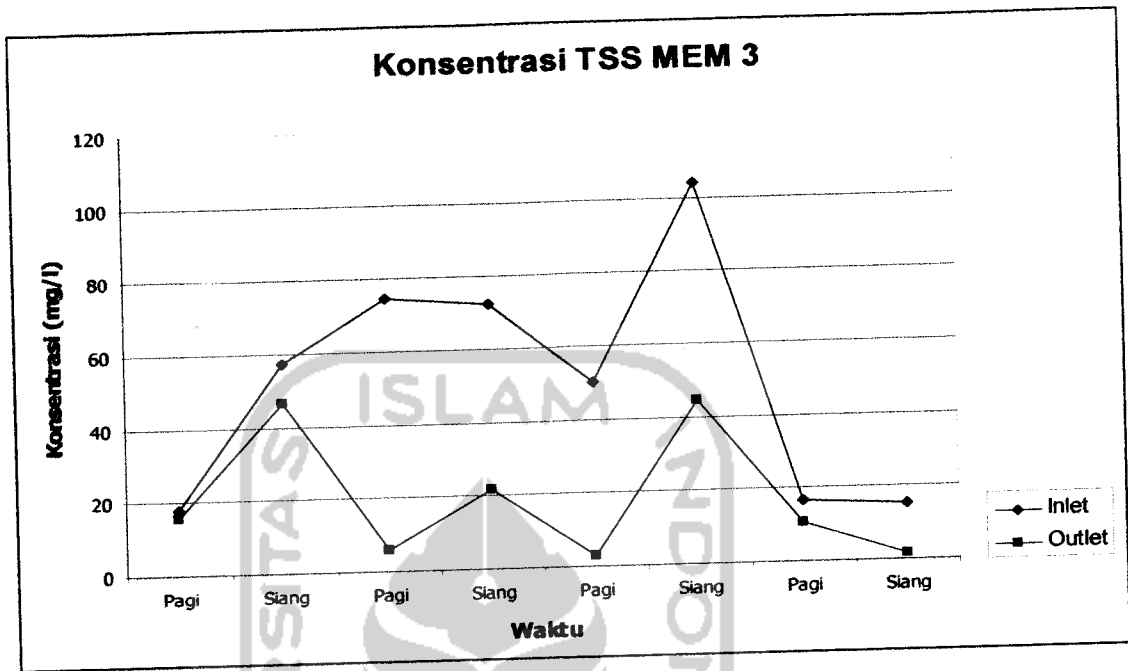
Data-data dari hasil penelitian dianalisa melalui perbandingan efisiensi antara inlet dan outlet dari tiap parameter untuk ke-2 Oil Trap.

5.4.1. Analisa TSS (Total Suspended Solid)

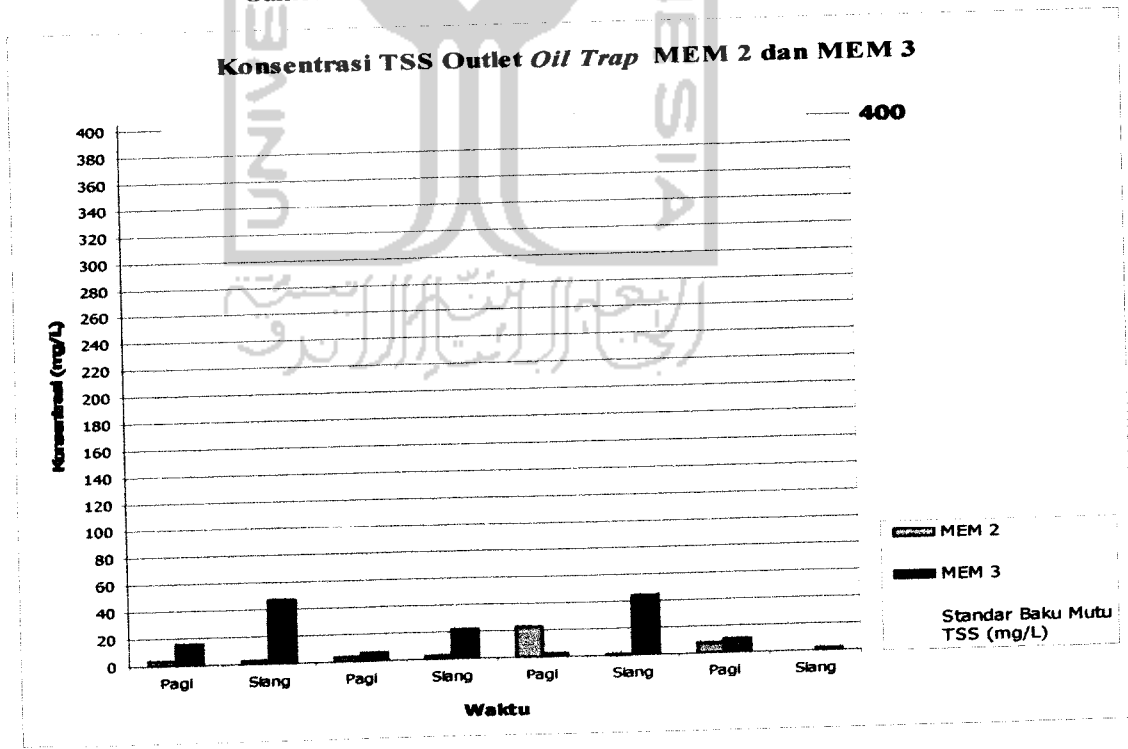
Analisa TSS (Total Suspended Solid) ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi TSS pada bagian Inlet dengan Outlet dari *Oil Trap MEM 2* dan *Oil Trap MEM 3*. Berikut ini adalah gambar efisiensi untuk konsentrasi TSS.



Gambar 5.3. Gambar Konsentrasi TSS pada *MEM 2*



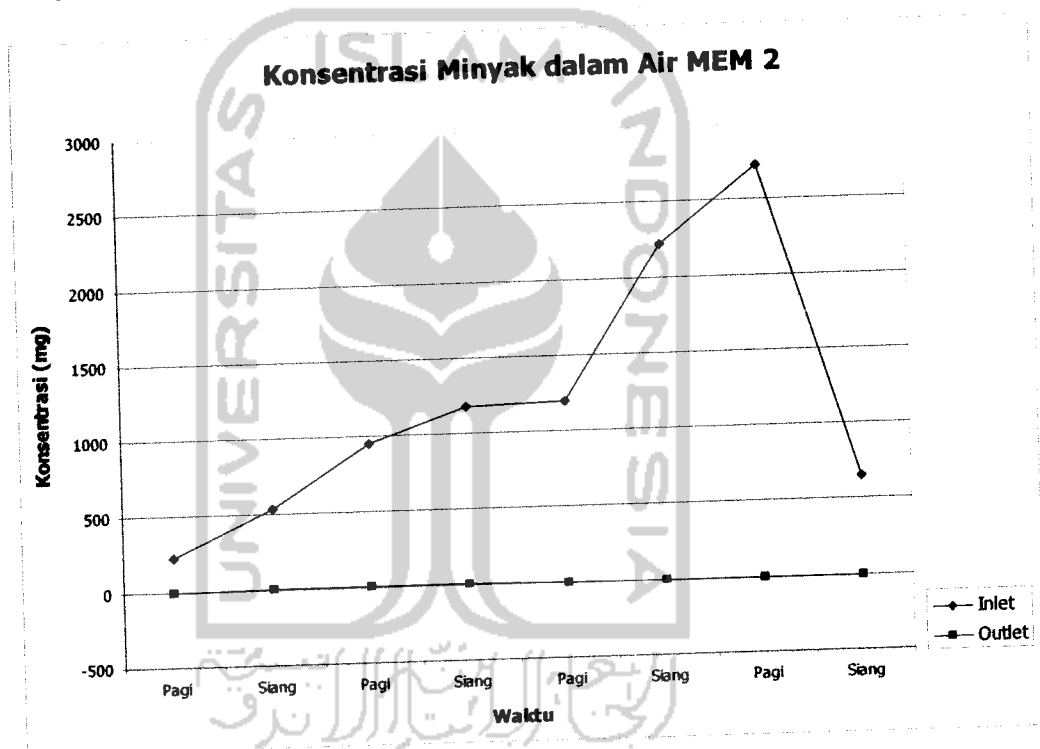
Gambar 5.4. Gambar Konsentrasi TSS pada MEM 3



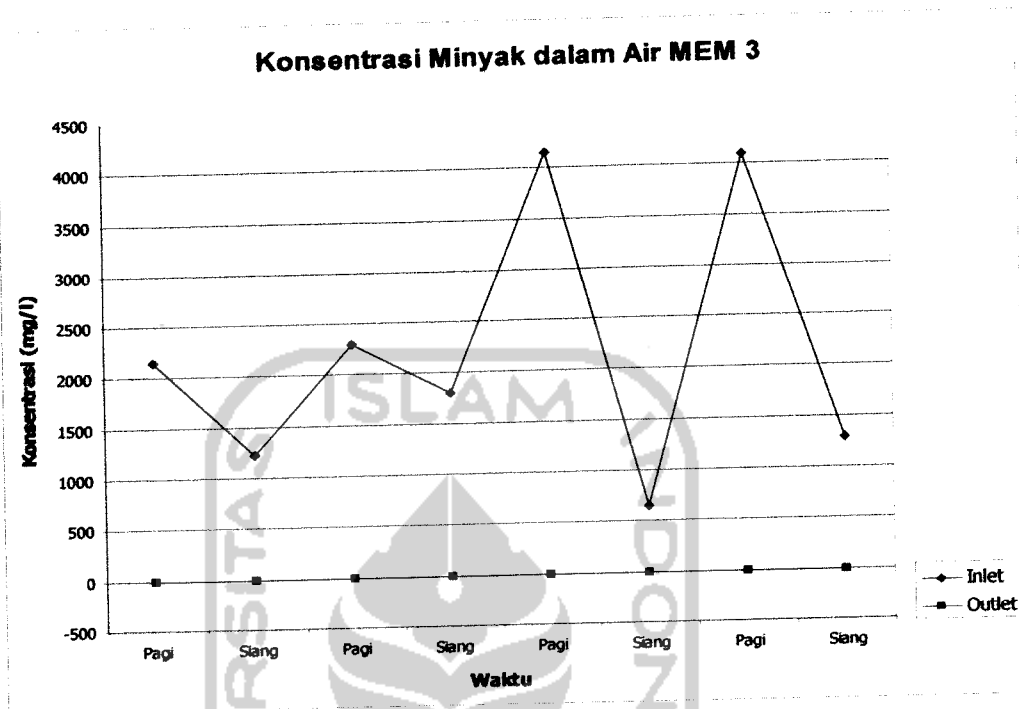
Gambar 5.5. Gambar Konsentrasi TSS pada MEM 2 dan MEM 3 (KEP-51/MENLH/10/1995)

5.4.2. Analisa Minyak dalam Air (*Oil in Water*)

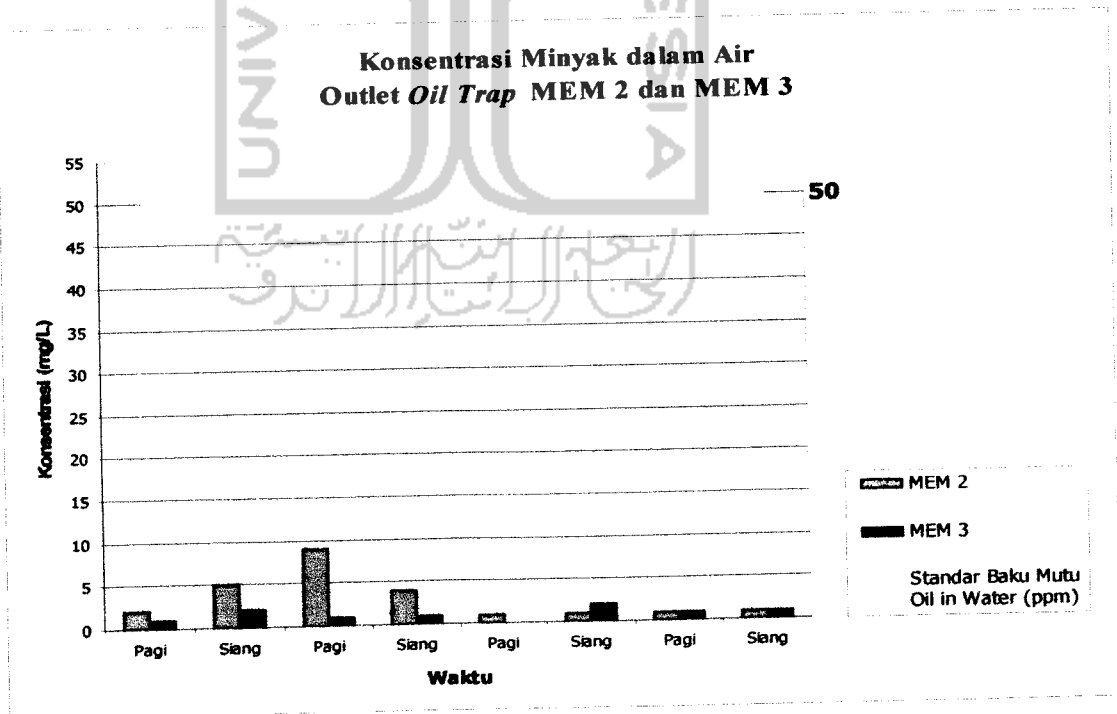
Analisa Minyak dalam Air ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi Minyak dalam Air pada bagian Inlet dengan Outlet dari *Oil Trap MEM 2* dan *Oil Trap MEM 3*. Berikut ini adalah gambar efisiensi untuk konsentrasi Minyak dalam Air.



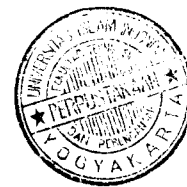
Gambar 5.6. Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air pada *MEM 2*



Gambar 5.7. Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air pada MEM 3



Gambar 5.8. Gambar Konsentrasi Minyak dalam Air (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995)



5.5. Pembahasan

5.5.1. Model *Oil Trap* Lama

5.5.1.1. *Oil Trap* MEM 2

Pada analisa data, terlihat bahwa pada pengambilan tanggal 4 Maret 2005 dan 12 Juni 2006 (Gambar 5.1) terjadi kenaikan konsentrasi minyak dalam air yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 50 ppm, sehingga keluaran akhir dari alat ini masih dapat berpotensi menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar.

Kenaikan konsentrasi tersebut pada dasarnya dipengaruhi oleh keterlambatan dalam pengurasan minyak pada *Oil Trap*. Di mana ketika dilakukan pengambilan sampel, minyak yang tertangkap pada *Oil Trap* berada dalam jumlah yang cukup banyak sehingga mempengaruhi perhitungan kapasitas dari alat tersebut. Salah satu pengaruhnya adalah terjadi penurunan level muka air sehingga waktu tinggal aliran air yang masuk ke *Oil Trap* akan menjadi lebih cepat. Akibatnya waktu yang diperlukan oleh minyak untuk terpisah dari air hingga mengapung di atas permukaannya menjadi berkurang, sehingga ketika aliran air masuk ke *Oil Trap*, sebagian minyak akan terikut keluar ke outlet.

Dari uraian tersebut terlihat bahwa penyebab kurang efisiennya *Oil Trap* lama ini pada dasarnya dipengaruhi oleh tidak terpenuhinya waktu tinggal yang telah ditentukan pada perhitungan desain (< 2 jam) hingga berdampak pada ketidaksesuaian kapasitas dari *Oil Trap* yang telah diperoleh.

5.5.1.2. *Oil Trap MEM 3*

Pada analisa data, terlihat bahwa pada pengambilan tanggal 12 Juni 2006 (Gambar 5.2) terjadi kenaikan konsentrasi minyak dalam air yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 50 ppm, sehingga keluaran akhir dari alat ini masih dapat berpotensi menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar.

Kenaikan konsentrasi tersebut pada dasarnya dipengaruhi oleh keterlambatan dalam pengurasan minyak pada *Oil Trap*. Di mana ketika dilakukan pengambilan sampel, minyak yang tertangkap pada *Oil Trap* berada dalam jumlah yang cukup banyak sehingga mempengaruhi perhitungan kapasitas dari alat tersebut. Salah satu pengaruhnya adalah terjadi penurunan level muka air sehingga waktu tinggal aliran air yang masuk ke *Oil Trap* akan menjadi lebih cepat. Akibatnya waktu yang diperlukan oleh minyak untuk terpisah dari air hingga mengapung di atas permukaannya menjadi berkurang, sehingga ketika aliran air masuk ke *Oil Trap*, sebagian minyak akan terikut keluar ke outlet.

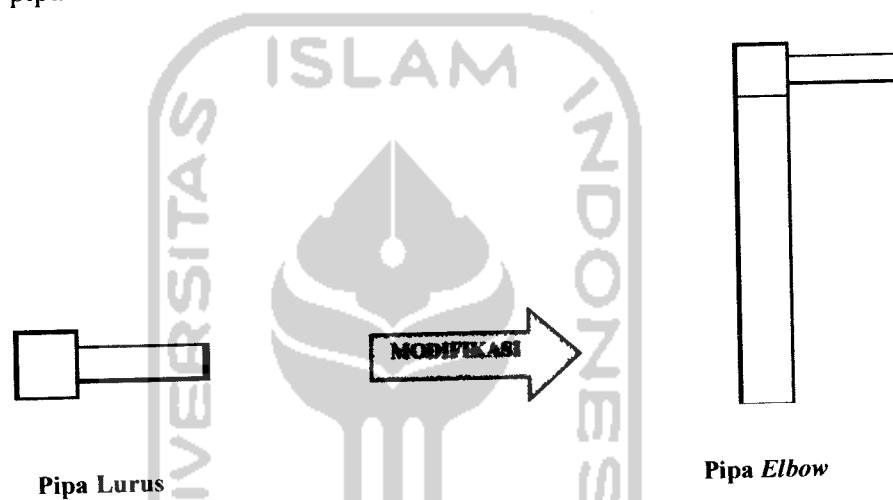
Dari uraian tersebut terlihat bahwa penyebab kurang efisiennya *Oil Trap* lama ini pada dasarnya dipengaruhi oleh tidak terpenuhinya waktu tinggal yang telah ditentukan pada perhitungan desain (< 2 jam) hingga berdampak pada ketidaksesuaian kapasitas dari *Oil Trap* yang telah diperoleh.

5.5.2. Model *Oil Trap* Baru

5.5.2.1. Perubahan Desain

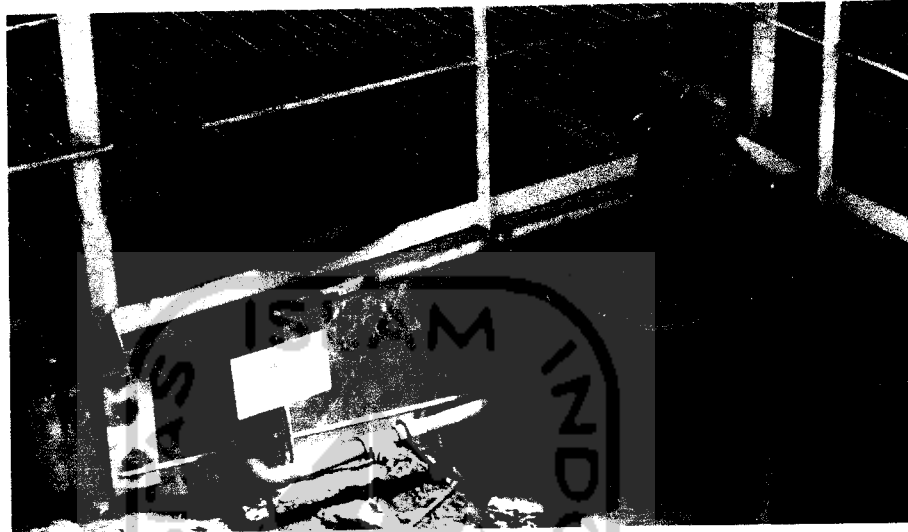
Perubahan desain dari *Oil Trap* lama ini meliputi :

- Pergantian pipa masukan dan keluaran dari pipa model lurus/biasa dengan pipa model *elbow*.



Tujuan pergantian pipa tersebut adalah untuk mengurangi kecepatan aliran yang masuk ke dalam *Oil Trap* dan sekaligus mengurangi/mencegah terikut keluarnya minyak dari satu kompartemen ke kompartemen yang lain hingga ke keluaran akhir. Selain itu, berdasarkan perbedaan berat jenis antara minyak dan air, dimana dalam periode tertentu minyak akan naik ke permukaan cairan dan air akan keluar melalui lubang pipa keluaran air, pergantian model pipa *elbow* tersebut dapat memberikan waktu tinggal yang cukup bagi butir-butir minyak untuk naik ke permukaan (2 jam).

- b. Menutup *valve* yang ada di bagian bawah *Oil Trap* tempat keluaran air



Gambar 5.9. Penutupan *Valve*

Tujuan penutupan *valve* seperti yang tampak pada gambar di atas adalah untuk menghindari terikut keluarnya endapan lumpur yang mengendap di dasar *Oil Trap*. *Valve* tersebut hanya akan dibuka jika terdapat masalah dalam bak, yakni berupa penyumbatan aliran. Artinya *valve* tersebut hanya dapat digunakan sebagaimana mestinya.

5.5.2.2. *Oil Trap MEM 2*

Setelah melakukan modifikasi model *Oil Trap*, maka dilakukan pengujian efisiensi parameter TSS dan minyak dalam air dari desain *Oil Trap* tersebut.

A. *Total Suspended Solid (TSS)*

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel setiap 2 kali sehari (pagi dan siang) dalam waktu 4 hari berturut-turut, dari pengambilan ke-1 sampai dengan

pengambilan ke-8 untuk model *Oil Trap* ini, menunjukkan adanya penurunan efisiensi TSS pada pengambilan ke-5 bila dibandingkan dengan pengambilan yang lain (Gambar 5.3). Hal ini disebabkan karena adanya fluktuasi debit berupa kondisi cuaca yang tidak cerah/hujan sebelum pengambilan sampel dilakukan sehingga debit yang masuk ke *Oil Trap* semakin besar dan waktu pengendapan air di dalam bak menjadi lebih cepat ($T_d < 2$ jam) akibat dari perubahan aliran menjadi turbulen.

Dalam analisis data tersebut, jika dilihat dari perbedaan berat jenis antara minyak dan air (berat jenis air $>$ berat jenis minyak), penurunan efisiensi TSS dengan waktu pengendapan yang lebih cepat ($T_d < 2$ jam) menyebabkan partikel yang tersuspensi dalam larutan ini banyak yang terikut keluar dari outlet tiap kompartemen sampai dengan outlet akhir *Oil Trap*.

Demikian pula dari analisa data, dapat dilihat dari gambar 5.5 menunjukkan bahwa konsentrasi TSS yang dihasilkan oleh *Outlet Oil Trap* ini jika dilihat dari aspek kelayakan lingkungannya tidak ada yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 400 ppm, sehingga tidak akan mencemari lingkungan yang ada di sekitar pabrik.

B. Minyak dalam Air (*Oil in Water*)

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel setiap 2 kali sehari (pagi dan siang) berturut-turut dari hari ke-0 sampai hari ke-4 dan hari ke-4 (pengambilan ke-1 sampai dengan pengambilan ke-8) untuk model *Oil Trap* ini menunjukkan adanya penurunan konsentrasi minyak dalam air pada titik pengambilan sampel inlet

bila dibandingkan dengan konsentrasi minyak dalam air pada outlet. Penurunan konsentrasi ini disebabkan karena waktu pengurasan *Oil Trap* ini dilakukan secara teratur dan didukung oleh teknik pengurasan yang baik.

Dari hasil penelitian dalam waktu 4 hari berturut-turut (2x per-hari) untuk model *Oil Trap* ini menunjukkan adanya penurunan konsentrasi minyak dalam air pada pengambilan ke-8 (hari ke-4 jam ke-3) terhadap titik pengambilan sampel *Inlet* dan bak 2 bila dibandingkan dengan konsentrasi minyak dalam air pada pengambilan sebelumnya yang terlihat terjadi kenaikan konsentrasi minyak dalam air dari pengambilan ke-1 sampai ke-7 (Tabel 5.4).

Penurunan konsentrasi minyak dalam air pada pengambilan ke-8 ini terjadi karena pada waktu pengambilan sampel, kondisi *Oil Trap* telah selesai dikuras. Sedangkan jika dilihat dari jadwal pengambilan contoh ke-1 sampai dengan ke-7 (Tabel 5.1) terlihat bahwa *Oil Trap* ini belum dilakukan pengurasan/penyedotan minyak sehingga setiap harinya mengalami penambahan konsentrasi minyak. Pengurasan ini belum dilakukan karena mengingat adanya ketentuan jadwal khusus untuk waktu pengurasan, yakni setiap 2 kali seminggu (Selasa dan Kamis).

Dari hasil penelitian ini, dapat terlihat pula perbedaan penurunan konsentrasi dari *Inlet* ke Bak 2 dan dari Bak 2 ke *Outlet* (Tabel 5.4). Hal ini disebabkan karena faktor pengurasan. Selama pengurasan belum dilakukan, selisih konsentrasi minyak antara *inlet* dan bak 2 tidak menunjukkan perbedaan angka yang jauh karena minyak yang mengapung di dalam bak 1 semakin lama akan mencapai batas luapan, dan akhirnya masuk ke bak 2. Sedangkan konsentrasi minyak antara bak 2 dan *outlet*

menunjukkan perbedaan angka yang jauh karena minyak akan tertahan di bak 2 dan akan dikuras sebelum mencapai batas luapan sehingga kemungkinan minyak tertumpah ke bak keluaran akhir (outlet) sangat kecil.

Demikian pula dari analisa data, dapat dilihat dari gambar 5.8 menunjukkan bahwa konsentrasi minyak dalam air yang dihasilkan oleh *Outlet Oil Trap* ini jika dilihat dari aspek kelayakan lingkungannya tidak ada yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 50 ppm, sehingga tidak akan mencemari lingkungan yang ada di sekitar pabrik.

5.5.2.3. Oil Trap MEM 3

Setelah melakukan modifikasi model *Oil Trap*, maka dilakukan pengujian efisiensi parameter TSS dan minyak dalam air dari desain *Oil Trap* tersebut.

A. Total Suspended Solid (TSS)

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel setiap 2 kali sehari (pagi dan siang) dalam waktu 4 hari berturut-turut untuk model *Oil Trap* ini menunjukkan ketidakteraturan (naik turun) konsentrasi TSS dari titik pengambilan inlet sampai dengan titik pengambilan outlet (Tabel 5.4). Hal ini disebabkan karena adanya fluktuasi debit berupa kondisi cuaca yang tidak cerah/hujan sebelum pengambilan contoh dilakukan sehingga debit yang masuk ke *Oil Trap* semakin besar dan waktu pengendapan air di dalam bak menjadi lebih cepat ($T_d < 2$ jam) akibat dari perubahan aliran menjadi turbulen.

Dalam analisis data tersebut, jika dilihat dari perbedaan berat jenis antara minyak dan air (berat jenis air > berat jenis minyak), penurunan efisiensi TSS dengan waktu pengendapan yang lebih cepat ($T_d < 2$ jam) menyebabkan partikel yang tersuspensi dalam larutan ini banyak yang terikut keluar dari outlet tiap kompartemen sampai dengan outlet akhir *Oil Trap*.

Selain itu perubahan konsentrasi TSS yang naik turun pada hasil penelitian ini juga disebabkan oleh jenis material endapan yang dihasilkan dari daerah tangkapan. Di antaranya adalah adanya emulsi minyak yang merupakan bagian dari minyak yang larut dalam air sehingga sulit untuk dipisahkan, yakni berupa emulsi cair yang melibatkan campuran dua zat cair yang tidak dapat saling melarutkan jika dicampurkan. Emulsi cair tersebut adalah berupa campuran *grease* dan sabun yang berasal dari pencucian kendaraan yang ikut masuk ke dalam *Oil Trap*. Jika campuran material ini tercampur dengan minyak, maka minyak tersebut akan larut di dalamnya dan air akan terjebak di bawah sehingga sulit untuk dipisahkan. Hal ini mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Demikian pula dari analisa data, dapat dilihat dari gambar 5.5 menunjukkan bahwa konsentrasi TSS yang dihasilkan oleh *Outlet Oil Trap* ini jika dilihat dari aspek kelayakan lingkungannya tidak ada yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 400 ppm, sehingga tidak akan mencemari lingkungan yang ada di sekitar pabrik.

B. Minyak dalam Air (*Oil in Water*)

Pada analisa data, rata-rata dari pengambilan sampel setiap 2 kali sehari (pagi dan siang) berturut-turut dari hari ke-0 sampai hari ke-4 dan hari ke-4 (pengambilan ke-1 sampai dengan pengambilan ke-8) untuk model *Oil Trap* ini menunjukkan adanya penurunan konsentrasi minyak dalam air pada titik pengambilan sampel inlet bila dibandingkan dengan konsentrasi minyak dalam air pada outlet. Penurunan konsentrasi ini disebabkan karena waktu pengurasan terhadap *Oil Trap* ini dilakukan secara teratur dan didukung oleh teknik pengurasan yang baik.

Dari hasil penelitian dalam waktu 4 hari berturut-turut (2x per-hari) untuk model *Oil Trap* ini terlihat bahwa dari pengambilan ke-1 sampai dengan pengambilan ke-8 konsentrasi minyak dalam airnya naik turun terhadap titik pengambilan sampel *Inlet* dan C2 (bak ke-2).

Penurunan konsentrasi minyak dalam air pada pengambilan ke-1 dan ke-2 dan pada pengambilan ke-5 dan ke-6 disebabkan karena pada saat pengambilan ke-2 dan ke-6 *Oil Trap* dalam kondisi telah dikuras. Akan tetapi untuk konsentrasi turun naik yang terjadi pada saat pengambilan ke-3, ke-4 dan ke-5 dan konsentrasi naik turun yang terjadi pada pengambilan ke-7 dan ke-8 dikarenakan pada jadwal pengambilannya (Tabel 5.1) terlihat selang waktu dari pengurasan tidak terlalu lama sehingga minyak yang terapung di dalam bak 1 tidak sampai tertumpah ke bak 2.

Dari hasil penelitian ini, dapat terlihat pula perbedaan penurunan konsentrasi dari Inlet ke Bak 2 dan dari Bak 2 ke Outlet (Tabel 5.5). Hal ini disebabkan karena faktor pengurasan. Selama pengurasan belum dilakukan, selisih konsentrasi minyak

antara inlet dan bak 2 tidak menunjukkan perbedaan angka yang jauh karena minyak yang mengapung di dalam bak 1 semakin lama akan mencapai batas luapan, dan akhirnya tumpah ke bak 2. Sedangkan konsentrasi minyak antara bak 2 dan outlet menunjukkan perbedaan angka yang jauh karena minyak akan tertahan di bak 2 dan akan dikuras sebelum mencapai batas luapan sehingga kemungkinan minyak tertumpah ke bak keluaran akhir (outlet) sangat kecil.

Demikian pula dari analisa data, dapat dilihat dari gambar 5.8 menunjukkan bahwa konsentrasi minyak dalam air yang dihasilkan oleh *Outlet Oil Trap* ini jika dilihat dari aspek kelayakan lingkungannya tidak ada yang melebihi standar baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri), yaitu 50 ppm, sehingga tidak akan mencemari lingkungan yang ada di sekitar pabrik.

Dari uraian kinerja kedua *Oil Trap* baru di atas, yakni *MEM 2 dan MEM 3* pada dasarnya secara teknikal perbedaan efisiensi berupa ketidakstabilan prosentase TSS di antara keduanya hanya disebabkan oleh faktor pemeliharaan. Sehingga dari data yang ada tidak bisa dilihat adanya pengaruh antara perbedaan dimensi dengan prosentase penurunan dan kenaikan dari masing - masing parameter jika memiliki model *Oil Trap* yang sama.

Selain itu jika dilihat dari perbandingan standar baku mutu antara desain *Oil Trap* sebelum modifikasi dan desain *Oil Trap* setelah modifikasi terhadap konsentrasi minyak dalam air, ternyata setelah dilakukan modifikasi, kinerja dari *Oil Trap*

menjadi lebih efisien karena hasil konsentrasi minyak dalam air pada *Oil Trap* setelah modifikasi tidak ada yang melebihi standar baku pemerintah (KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995) dibandingkan dengan *Oil Trap* sebelum modifikasi, sehingga tidak akan mencemari lingkungan sekitar. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pergantian pipa keluaran dengan model *elbow*, dimana berdasarkan perbedaan berat jenis antara minyak dan air (berat jenis minyak < berat jenis air), aliran horizontal yang rendah dapat memberikan waktu tinggal bagi butir-butir minyak untuk terpisah bergabung membentuk lapisan minyak (*oil layer*) yang mengapung di permukaan air. Akibatnya, ketika aliran air masuk dari kompartemen 1 sampai outlet akhir pada *Oil Trap*, konsentrasi minyak yang ada akan semakin berkurang.

Dari evaluasi *Oil Trap* ini, terlihat bahwa campuran minyak-air yang ada di dalam *Oil Trap* pada kenyataannya terjadi emulsi. Hal ini disebabkan oleh adanya tambahan bahan pencemar selain minyak yang teremulsi, yakni berupa padatan, endapan lumpur, sabun dan grease yang berasal dari bengkel-bengkel dan pencucian kendaraan ikut tercampur dalam minyak-air. Aktifitas bengkel-bengkel ini yang menstabilisasi emulsi minyak/air, yang tidak tepat jika dikenal sebagai minyak yang terlarut. Emulsi minyak yang merupakan bagian dari minyak yang larut dalam air sehingga sulit untuk dipisahkan. Emulsi ini harus dipecahkan agar minyak dapat dipisahkan dari airnya. Setelah emulsi tersebut pecah, kemudian minyak yang berupa *free oil* dibiarkan naik ke permukaan air dan dipisahkan.

Dari evaluasi tersebut juga dapat diketahui bahwa minyak hasil kurasan dari *Oil Trap* oleh PT. INCO Tbk. dimanfaatkan sebagai bahan bakar di Dryer, Kiln dan Boiler yang dicampur dengan minyak bakar (HSFO).



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian kinerja modifikasi kolam perangkap minyak yang menghasilkan nilai rata-rata prosentase TSS 98,51 % untuk *Oil Trap MEM 2* dan 58,41 % untuk *Oil Trap MEM 3* serta nilai rata – rata prosentase Minyak dalam Air 99,57 % untuk *Oil Trap MEM 2* dan 99,91 % untuk *Oil Trap MEM 3*, dapat disimpulkan bahwasanya :

1. Penyebab kurang efisiennya desain dari *Oil Trap* yang lama adalah melalui penggunaan arah aliran dengan pipa lurus, pembukaan valve yang ada di sisi luar *Oil Trap*, dan teknik serta waktu pengurusan yang kurang baik berakibat pada masih adanya konsentrasi minyak dalam air yang melebihi standar baku mutu pemerintah yang mengacu pada KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, yaitu < 50 ppm.
2. Dari evaluasi kinerja *Oil Trap* yang ada di PT. INCO Sorowako, di dalam penggunaannya sudah dapat dikatakan efisien, yakni dengan beberapa perubahan sebagai berikut :
 - Mengganti arah aliran yang masuk ke *Oil Trap*, yakni melalui pergantian pipa model *elbow*.

- Menerapkan teknik pengurasan yang baik dan waktu pengurasan yang teratur.
 - Menutup valve yang ada di sisi luar *Oil Trap* dan dipergunakan sebagaimana mestinya.
3. Pada konsentrasi TSS dan minyak dalam air yang dihasilkan dari outlet *Oil Trap MEM 2* dan *MEM 3* untuk desain baru tidak ada yang melebihi standar baku mutu pemerintah yang mengacu pada KEP – 51 / MENLH / 10 / 1995 Golongan 2 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, yaitu < 50 ppm untuk minyak dalam air dan < 400 ppm TSS sehingga tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan sekitar.

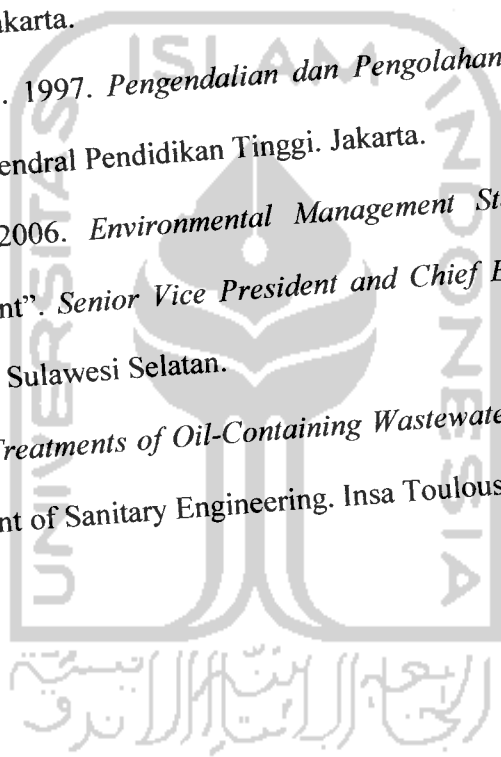
6.2. Saran

1. Untuk menurunkan konsentrasi TSS yang tidak teratur akibat adanya fluktuasi debit, maka dapat dilakukan beberapa hal berikut :
 - Dilakukan perbesaran dimensi dari kolam pengendapan sebelum *Oil Trap*.
 - Sebelum kolam pengendapan sebaiknya dipasang batu-batu besar atau kolam-kolam pengendapan kecil untuk mengurangi kecepatan aliran.
 - Mengganti desain *Oil Trap* dengan model *Corrugated Plate Interceptor (CPI)*, yakni berupa penambahan *plate-plate fiberglass*.
2. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dalam pengujian perlu juga diperhitungkan serta dianalisa emulsi minyak-air yang terjadi dalam suatu alat pemisah minyak-air.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Amsyari, F. 1997. *Prinsip-prinsip masalah pencemaran lingkungan*. Khalia Indonesia: Jakarta.
- Bradford. 1993. *API Manual On The Disposal of Refinery Waste*, Vol.1.
- Eckenfelder, W.W., Jr. 1989. *Industrial Water Pollution Control*, ed.2. McGraw Hill Book Company. Singapore.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fajarwati, I. 2005. Skripsi STTL *Perencanaan Oily Water Separator Untuk Pemisahan Minyak pada Limbah Cair PT.Pupuk Kijang (PERSERO) Cikampek Jawa Barat*. STTL: Yogyakarta.
- Gowans Jim. 2006. *Environmental Management Standard "Hydrocarbon Management"*. Senior Vice President and Chief Executive Officer PT. INCO. Sorowako, Sulawesi Selatan.
- Kemmer Frank. 1988. *The Nalco Water Handbook*, Second Edition. Mc Graw-Hill Book Company.
- Kirby, A.W.W. 1985. *The Separation of Petroleum Oils From Aqueous Effluent*. Course On Refinery Treating Technology. Jakarta.

- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Mc Graw Hill, International Edition, Third Edition.
- Mohajit. 1990. *Prinsip-prinsip Pengendalian Kualitas Air*. Karlsruhe. FR Germany.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.
- Sukarmadidjaja, H. 1997. *Pengendalian dan Pengolahan Limbah Cair*. PPLH-ITB, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Netscher Tim. 2006. *Environmental Management Standard "Sediment Control Management"*. Senior Vice President and Chief Executive Officer PT. INCO. Sorowako, Sulawesi Selatan.
- Yves Aurelle. *Treatments of Oil-Containing Wastewater*. Chulalongkorn University, Department of Sanitary Engineering. Insa Toulouse France.



LAMPIRAN A

- **Gambar dan Dimensi *Oil Trap* Lama**
- **Gambar dan Dimensi *Oil Trap* Baru**
- **Gambar – Gambar Lokasi Penghasil Oli/Minyak yang masuk ke- *Oil Trap* MEM 2 dan MEM 3**

Lokasi Penghasil Oli/Minyak



TEMPAT PENCUCIAN KENDARAAN



BENGKEL

LAMPIRAN B

- **Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri**
- **Data-Data Konsentrasi Minyak dalam Air *Oil Trap Lama***
- **Metode Pengujian *Oil In Water***

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الاسلامية
الاسلامية

LAMPiRAN C : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
 NOMOR : KEP-51/MENLH/ 10/ 1995
 TENTANG : BAKU MUTU UMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI
 TANGGAL : 23 OKTOBER 1995

BAKU MUTU LIMBAH CAIR

NO.	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU	
			MUTU LIMBAH CAIR	
FISIKA				
1.	Temperatur	derajat C	38	40
2.	Zat padat larut	mg/ L	2000	4000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/ L	200	400
KIMIA				
1.	pH		6,0 sampai 9,0	
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/ L	5	10
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/ L	2	5
4.	Barium (Ba)	mg/ L	2	3
5.	Tembaga (Cu)	mg/ L	2	3
6.	Seng (Zn)	mg/ L	5	10
7.	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/ L	0,1	0,5
8.	Krom Total (Cr)	mg/ L	0,5	1
9.	Cadmium (Cd)	mg/ L	0,05	0,1
10.	Raksa (hg)	mg/ L	0,002	0,005
11.	Timbal (Pb)	mg/ L	0,1	1
12.	Stanum	mg/ L	2	3
13.	Arsen	mg/ L	0,1	0,5
14.	Selenium	mg/ L	0,05	0,5
15.	Nikel (Ni)	mg/ L	0,2	0,5
16.	Kobalt (Co)	mg/ L	0,4	0,6
17.	Sianida (CN)	mg/ L	0,05	0,5
18.	Sulfida (H ₂ S)	mg/ L	0,05	0,1
19.	Fluorida (F)	mg/ L	2	3
20.	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/ L	1	2

NO.	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU	
			MUTU LIMBAH CAIR	
21.	Amonia bebas (NH ₃ -N)	mg/ L	1	5
22.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/ L	20	30
23.	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/ L	1	3
24.	BOD ₅	mg/ L	50	150
25.	COD	mg/ L	100	300
26.	Senyawa aktif biru metilen	mg/ L	5	10
27.	Fenol	mg/ L	0,5	1
28.	Minyak Nabati	ma/ L	5	10
29.	Minyak Mineral	mg/ L	10	50
30.	Radioaktivitas **)	-	-	-

Catatan :

- *) Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengenceran dengan air secara langsung di ambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.
- ***) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

Data-Data Konsentrasi Minyak dalam Air *Oil Trap* Lama

1. Data Konsentrasi Minyak dalam Air *MEM 2 (Mobile Equipment Maintenance)*

No.	Waktu	Minyak dalam Air (ppm)
1	4 Maret 2005	94
2	12 April 2005	4
3	10 Mei 2005	1
4	14 Juli 2005	1
5	7 Desember 2005	1
6	19 Januari 2006	1
7	12 April 2006	1
8	10 Mei 2006	0
9	12 Juni 2006	110
10	9 Juli 2006	5
11	4 Agustus 2006	1

Sumber : Data laporan pengujian bulanan PT. INCO

2. Data Konsentrasi Minyak dalam Air *MEM 3 (Mobile Equipment Maintenance)*

No.	Waktu	Minyak dalam Air (ppm)
1	13 April 2005	2
2	10 Mei 2005	0
3	29 Juli 2005	0
4	23 November 2005	0
5	7 Desember 2005	0
6	21 Januari 2006	1
7	12 April 2006	1
8	10 Mei 2006	0
9	12 Juni 2006	155
10	9 Juli 2006	1

Sumber : Data laporan pengujian bulanan PT. INCO