

25382/ H/06



TESIS

**KAJIAN PENGELOLAAN EMISI GAS IODIUM
DI PT. KIMIA FARMA PLANT WATUDAKON
JOMBANG**

Oleh :

SITI ANNURIJATI HATIDJA
NRP. 3303 201 001

RTL
661.073 4
Hat
K-1
2005



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10 - 3 - 06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	224910

**PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

**KAJIAN PENGELOLAAN EMISI GAS IODIUM
DI PT. KIMIA FARMA PLANT WATUDAKON
JOMBANG**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T.)
Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:
SITI ANNURIJATI HATIDJA
NRP. 3303.201.001

Disetujui Oleh Tim Penguji Tesis:


Tanggal Ujian:
19 Juli 2005


1. Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, MSc
NIP. 130 805 286

Periode Wisuda:
September 2005


2. Dr. Ir. Machfud, DEA
NIP. 131 569 371


3. Ir. M. Razif, MM
NIP. 130 936 846


4. Ir. Agus Slamet, MSc
NIP. 131 651 592


5. Dewi Dwirianti, ST, MEng
NIP. 132 134 652

Direktur Program Pascasarjana


Prof. Dr. Ir. Happy R.S, MSE, PhD
NIP. 130 541 829



Dipersembahkan Kepada

Ibunda, Ayahanda, Mertua,

Mas Koko Suamiku dan Anak-anakku Tersinta (Alam dan Nusa)

Agama, Nusa, Bangsa serta Negara

ABSTRACT
MANAGEMENT OF IODINE GAS EMISSION
AT PT. KIMIA FARMA PLANT WATUDAKON JOMBANG

By : Siti Annurijati Hatidja
Under the supervision : Ir. M. Razif, MM.

PT. Kimia Farma Plant Watudakon is an industry yielding product of iodine, the only one producer of iodine in Indonesia. This factory represent pharmacy factory using its mining products become finished product. iodine is a halogen element, crystal, chromatic black-violet until the red brownish. It is used as catalyst in alkalize and condense reactions. It is also used as antiseptic, reagent analyze isotope radio, processing of drinking water and medication. Iodine salt contains a few Iodine utilize to prevent mumps. Iodine produced by insulation iodine from salt iodide compound (I^-) which is dissolve in ground water (brine) through 2 steps that is adsorbsi and oxidize. Formed iodine Crystal , processed to become other salt compound like Potassium Iodate. In course of the production, yielded of iodine gases which is castaway to environment. Iodine gas can generate irritation or singe at respiratory tract and bloated lung. Eye and skin contacts can cause blindness or permanent damage. The characteristic of corrosive to metal can cause equipments and building which quickly crumble and destroy. Others, the iodine gas in Kimia Farma PT. Watudakon Plant can destroy crop of sugar cane residing in about factory. Tesis will study the effort to reduce iodine gas which has potency to the happening of air contamination and iodine gas emission arrest which the castaway to be reuse for the production process.

This tesis study cover three aspects, that is technical aspect, which analysed from production process and material balance, showing existence of Iodine (I_2) which castaway in the form of gas emission that reach 5.810 kg in production year of 2004. From economic aspect, Iodine which castaway still has economic value equal to Rp 1.257.186.600. And from environmental aspect, gas of Iodine which unuse can destroy equipments and building.

The result of evaluation is that, in use of technical aspect of unit of spray tower, can reduce the emission of iodine gas with efficiency in process Iodine which equal to 44,6% and in process Potassium Iodate equal to 83,7%. From the economic aspect is known the advantage obtained in reduction and reuse, the arresting result of iodine gases emission is Rp 22.170.880,- per year with a pay back periode of 2,4 years; and from environmental aspect in the form of analysis of its environmental risk, emission of iodine gases own low risk. That means the environment will remain to be awaked by its permanence.

Key word : Reduction, Iodine Gas Emission, Reuse.

ABSTRAK
KAJIAN PENGELOLAAN EMISI GAS IODIUM
DI PT. KIMIA FARMA PLANT WATUDAKON JOMBANG

Oleh : Siti Annurijati Hatidja
Dosen Pembimbing : Ir. M. Razif, MM.

PT. Kimia Farma Plant Watudakon merupakan industri yang menghasilkan produk Iodium, produksi Iodium satu-satunya di Indonesia. Pabrik ini merupakan pabrik farmasi yang menggunakan produk hasil tambangnya menjadi produk obat jadi. Iodium adalah elemen halogen, berbentuk kristal, berwarna violet-hitam sampai coklat merah. Banyak dipakai sebagai katalisator dalam reaksi alkilasi dan kondensasi. Juga dipakai sebagai antiseptik, reagen analisa radio isotop, pengolahan air minum dan pengobatan. Garam beriodium mengandung sedikit iodium guna mencegah penyakit gondok. Iodium diproduksi dengan cara mengisolasi iodium dari senyawa garam iodida (I^-) yang terlarut dalam air tanah (brine) melalui 2 tahapan yaitu adsorpsi dan oksidasi. Iodium kristal yang terbentuk, diproses lanjut menjadi senyawa garam lainnya seperti Kalium Iodat. Dalam proses produksi tersebut dihasilkan gas Iodium yang terbuang ke lingkungan. Uap iodium dapat menimbulkan iritasi atau luka bakar pada saluran pernafasan dan pembengkakan paru-paru. Kontak kulit dan mata dapat menyebabkan kerusakan permanen atau buta. Selain itu sifat korosif terhadap logam dapat menyebabkan bangunan dan peralatan yang cepat keropos dan rusak. Selain itu pula, gas iodium PT.Kimia Farma Watudakon dapat merusak tanaman tebu masyarakat yang berada sekitar pabrik. Tesis akan mengkaji upaya reduksi gas iodium yang berpotensi terjadinya pencemaran udara dan penangkapan emisi gas Iodium yang terbuang untuk dimanfaatkan kembali (reuse) untuk proses produksi.

Kajian tesis ini meliputi tiga aspek, yaitu dari segi aspek teknis, dianalisa dari alur proses produksi dan kesetimbangan material, menunjukkan adanya iodium (I_2) yang terbuang berupa emisi gas mencapai 5.810 kg pada tahun produksi 2004. Dari segi ekonomis, iodium yang terbuang masih mempunyai nilai ekonomis sebesar Rp 1.257.186.600,- . Dan dari aspek lingkungan, gas iodium yang terbuang dapat merusak peralatan dan bangunan.

Hasil evaluasi didapatkan bahwa pada aspek teknis penggunaan unit spray tower, dapat mereduksi emisi gas iodium dengan efisiensi untuk proses iodium 44,6% dan untuk proses kalium iodat sebesar 83,7%. Dari aspek ekonomi diketahui keuntungan yang diperoleh dalam reduksi dan pemanfaatan kembali (reuse) hasil penangkapan emisi gas iodium adalah Rp 22.170.880,- per tahun dengan masa pay back period 2,4 tahun; dan dari aspek lingkungan berupa analisis resiko lingkungannya, emisi gas iodium memiliki resiko rendah. Dengan itu lingkungan akan tetap terjaga kelestariannya,

Kata Kunci : Reduksi, Emisi Gas Iodium, Reuse.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya dengan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya kami dapat menjalankan dan menyelesaikan semua aktivitas termasuk dalam menyelesaikan penelitian tesis ini. Tesis ini disusun di tengah-tengah aktivitas kesibukan pekerjaan sebagai karyawan di PT (Persero) Kimia Farma Tbk – Plant Watudakon.

Tesis ini merupakan karya ilmiah penulis dengan judul: Pengelolaan Emisi Gas Iodium di PT Kimia Farma Tbk - Plant Watudakon. Karya Tulis ini disusun dan diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh derajat Magister Teknik pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis dengan penuh kerendahan hati menyampaikan terima kasih yang sebsar-besarnya atas bantuan dan bimbingan yang diberikan pada penulis selama penyusunan karya tulis utama ini kepada :

1. Ir. M. Razif, MM., selaku Pembimbing yang telah membimbing dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dengan penulis selama penyusunan tesis.
2. Dewi Dwirianti ST. M.Eng , selaku Co-Pembimbing, yang dengan sabar dan telaten meluangkan waktu untuk membimbing dalam analisis teknis serta memberikan dorongan semangat selama penyusunan tesis.
3. Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, MSc. PhD, selaku penguji yang telah memberikan pengarahan dalam penyusunan tesis.
4. Dr. Ir. Machfud, DEA selaku penguji yang telah memberikan masukan dalam penyusunan tesis.

5. Ir. Agus Slamet, MSc selaku penguji yang selalu memberikan pengarahan dan dorongan semangat dalam penyusunan tesis.
6. Ir. Mas Agus Mardiyanto, ME. PhD., selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Lingkungan Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Drs. Abdullah Basuki, selaku Manager Pant Watudakon, yang telah memberikan waktu dan kesempatan untuk menuntut ilmu disela-sela kesibukan pekerjaan.
8. Ir. Ellina S. Padebesie, MT. selaku dosen wali yang memotivasi agar segera menyelesaikan tesis.
9. Bapak dan Ibu Dosen Program Pasca Sarjana Magister Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah membimbing dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dengan penulis selama studi di Magister Teknik Lingkungan Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
10. Bapak Surady DP, selaku Asman Produksi Bahan Baku Kimia beserta stafnya, yang telah memberikan masukan, arahan, penjelasan dan bantuannya selama penyusunan tesis ini.
11. Mantan stafku di Laboratorium Plant Watudakon: Eny, Yantik, Titin, Ana, Aries, Wahyu, Nuri dan Mbak Jumilah yang senantiasa membantu dan memberi semangat dalam melakukan pegujian.
12. Bapak, Ibu, Mas dan Mbak selaku stafku kini di bagian produksi formulasi yang selalu memberikan kesempatan dalam membantu menyelesaikan tesis ini.

13. Mas Koko Suamiku, Alam dan Nusa anak-anakku tercinta yang telah memberikan doa, motivasi, dukungan, pengorbanannya serta pengertian untuk menyelesaikan studi Magister Teknik Lingkungan
14. Ibunda Hj Siti Maryam, Ayahanda Drs. H M Hasan, Mertua Hj Siti Soemiati, Kakak, Adik, dan keponakan yang telah memberikan dorongan mental dan spiritual sehingga penyusunan tesis ini berjalan lancar.
15. Teman – teman S2 Program Pascasarjana Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya angkatan tahun 2003: Kentarto, Salim, Ari dan Dik Yosa, dengan semangat kebersamaan, keceriaan, dedikasi, tanpa mengenal lelah dan tanpa putus asa untuk mensukseskan studinya.
16. Serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis berharap semoga penelitian tesis ini menjadi ilmu yang bermanfaat untuk mendidik, membangun dan melestarikan lingkungan. Amin.

Surabaya, 15 Juli 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah	4
1.4. Tujuan dan Manfaat	4
1.5. Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pencemaran Udara	6
2.1.1 Pencemaran Lingkungan	6
2.1.2 Pencemaran Udara	6
2.1.3 Klasifikasi Bahan Pencemar Udara	7
2.2. Produksi Bersih	9
2.2.1 Pelaksanaan Produksi Bersih	9
2.2.2 Kendala dalam Penerapan Produksi Bersih	11
2.3. Absorpsi	12
2.3.1 Pengertian	12
2.4. <i>Spray Tower</i> Teknologi <i>Scrubber</i> Sederhana	13
2.5. Iodium	14
2.5.1 Sejarah Iodium	14
2.5.2 Sumber Iodium	14
2.5.3 Metode Pengolahan Iodium	16
2.5.3.1 Metode Blow-Out	16

2.5.3.2	Metode Absorpsi	17
2.5.3.3	Metode Ion Exchange	17
2.5.3.4	Metode Lainnya	17
2.5.4	Sifat-Sifat Iodium	18
2.5.4.1	Sifat Kimia	18
2.5.4.2	Sifat Fisika	18
2.5.5	Kegunaan Iodium	19
2.6	Kriteria Investasi	21
2.7	Metode Analisa Resiko Lingkungan	23
2.7.1	Analisa Kualitatif	23
2.7.2	Analisa Semi Kuantitatif	26
2.7.3	Analisis Lingkungan Signifikan	29
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Umum	32
3.2.	Skema Metodologi Penelitian	33
3.3.	Tahapan Penelitian	34
3.3.1	Studi Pustaka	34
3.3.2	Pengumpulan Data	34
3.4	Analisa Data	35
3.5	Evaluasi	36
3.6	Jadwal Penelitian	37
BAB IV	GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN	
4.1	Uraian PT Kimia Farma Plant Watudakon	38
4.2	Sistim Penanganan Limbah Eksisting	42
4.3	Alur Proses Produksi	44
4.3.1	Proses Produksi Iodium	44
4.3.1.1	Proses Pembebasan Iodium (Oksidasi) dan Penyerapan Iodium (Adsorpsi)	45
4.3.1.2	Proses Ekstraksi	46
4.3.1.3	Proses Pengendapan	47
4.3.1.4	Proses Pemurnian	48
4.3.1.5	Proses Penggilingan dan Pengemasan	49

4.3.2	Proses Produksi Kalium Iodat	51
4.3.2.1	Proses Reaksi	51
4.3.2.2	Centrifuge dan Pelarutan	52
4.3.2.3	Proses Penguapan dan Pelarutan	52
4.3.2.4	Proses Pengeringan	52
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	
5.1	Hasil Penelitian dan Analisa Kondisi Eksisting	54
5.1.1	Aspek Teknis	54
5.1.1.1	Neraca Massa pada Proses Produksi Iodium Eksisting	55
5.1.1.2	Neraca Massa pada Proses Produksi Kalium Iodat Eksisting	58
5.1.1.3	Pemilihan Metode Absorpsi Emisi Gas	60
5.1.1.4	Neraca Massa pada Proses Produksi Iodium Setelah Investasi Unit Absorber	67
5.1.1.5	Neraca Massa pada Proses Produksi Kalium Iodat Setelah Investasi Unit Absorber	69
5.1.1.6	Perkiraan Neraca Massa pada Proses Produksi Iodium Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi	72
5.1.1.7	Perkiraan Neraca Massa pada Proses Produksi Kalium Iodat Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi	74
5.1.2	Aspek Ekonomis	75
5.1.2.1	Perhitungan Nilai IRR	82
5.1.2.2	Perhitungan Nilai Payback Period (Pb)	86
5.1.3	Aspek Lingkungan	87
5.1.3.1	Prakiraan Resiko	87
5.1.3.2	Evaluasi Resiko	90
5.1.3.2.1	Evaluasi dengan Analisa Kualitatif	91
5.1.3.2.2	Evaluasi dengan Analisa Semi Kuantitatif	93
5.1.3.2.3	Evaluasi dengan Aspek Lingkungan Signifikan	98

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan	99
6.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		102
LAMPIRAN		
BIOGRAFI PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar		<u>Halaman</u>
Gambar 2.1	Uap Gas Iodium pada suhu kamar	14
Gambar 2.2	Grafik Prosentase Cadangan Iodium di Dunia	15
Gambar 2.3	Prosentase Kegunaan Iodium di Dunia	20
Gambar 4.1	Tampak Depan Kantor Plant Watudakon	38
Gambar 4.2	Lokasi Sumur Iodium	38
Gambar 4.3	Bangunan Produksi Formulasi	39
Gambar 4.4	Layout PT Kimia Farma Plant Watudakon	40
Gambar 4.5	Lokasi IPAL	41
Gambar 4.6	Penangkapan emisi gas yang ada	44
Gambar 4.7	Bak Adsorpsi pada saat penyusunan lapisan dan Proses Adsorpsi brine	46
Gambar 4.8	Bak Ekstraksi Air Iodium	46
Gambar 4.9	Menara Pengendapan	41
Gambar 4.10	Unit Pemurnian Iodium	49
Gambar 4.11	Alur Proses Pembuatan Iodium Sebelum Perbaikan	50
Gambar 4.12	Alur Proses Pembuatan KIO_3 Sebelum Perbaikan	53
Gambar 5.1	Grafik Neraca Massa Iodium pada Bulan Februari 2005	57
Gambar 5.2	Grafik Efisiensi absorpsi emisi gas iodium dengan Cara Disemprotkan ke dalam Bak Larutan NaOH	57
Gambar 5.3	Grafik Neraca Massa Iodium pada Proses Kalium Iodat Bulan Februari 2005	60
Gambar 5.4	Unit Absorpsi Emisi Gas	63
Gambar 5.5	Foto Spray Tower	65
Gambar 5.6	Gambar Detail Penangkapan Gas Iodium	66
Gambar 5.7	Gambar Detail Nozzle Spray	66
Gambar 5.8	Grafik Neraca Massa Iodium pada Bulan April 2005	68

Gambar 5.9	Grafik Efisiensi absorpsi emisi gas iodium pada Pada Proses Iodium bulan April 2005	69
Gambar 5.10	Grafik Neraca Massa Iodium pada Kalium Iodat Bulan April 2005	71
Gambar 5.11	Grafik Efisiensi absorpsi emisi gas iodium pada Pada Proses Kalium Iodat bulan April 2005	71
Gambar 5.12	Perbandingan antara Pendapatan, Biaya dan Keuntungan	84

DAFTAR TABEL

Tabel		<u>Halaman</u>
Tabel 2.1	Cadangan Iodium di Dunia	15
Tabel 2.2	Penggunaan Spesifik Iodium	19
Tabel 2.3	Hirarki Peluang Terjadinya Resiko (Kemungkinan)	24
Tabel 2.4	Hirarki Besaran (Pengaruh atau konsekuensi)	25
Tabel 2.5	Matriks Penilaian Resiko Secara Kualitatif	26
Tabel 2.6	Skala Peringkat Frekuensi Kejadian	27
Tabel 2.7	Skala Peringkat Besaran Pengaruh	28
Tabel 2.8	Skala Peringkat Tingkat Sensitivitas	28
Tabel 5.1	Bahan Baku Iodium Endap dan Realisasi Produksi Pada Bulan Januari 2005	54
Tabel 5.2	Skema Neraca Massa Proses Iodium	55
Tabel 5.3	Neraca Massa Eksisting Produksi Iodium Batch 025191 W	56
Tabel 5.4	Neraca Massa Eksisting Produksi Iodium Batch 025211 W	56
Tabel 5.5	Skema Neraca Massa Proses Kalium Iodat	58
Tabel 5.6	Neraca Massa Eksisting Produksi Kalium Iodat Batch 025041 W	59
Tabel 5.7	Neraca Massa Eksisting Produksi Kalium Iodat Batch 025201 W	59
Tabel 5.8	Neraca Massa Setelah ada Spray Tower pada Iodium Batch 045201 W	67
Tabel 5.9	Neraca Massa Setelah ada Spray Tower pada Iodium Batch 045281 W	68
Tabel 5.10	Neraca Massa Setelah ada Spray Tower pada Kalium Iodat Batch 045261 W	70
Tabel 5.11	Neraca Massa Setelah ada Spray Tower pada Kalium Iodat Batch 045271 W	70



Tabel 5.12	Perkiraan Kesetimbangan Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi Pada Proses Iodium	74
Tabel 5.13	Perkiraan Kesetimbangan Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi Pada Proses Kalium Iodat	75
Tabel 5.14	Perhitungan Harga Pokok Iodium Endap	77
Tabel 5.15	Perhitungan harga Pokok Iodium 50 kg	78
Tabel 5.16	Perhitungan harga Pokok Kalium Iodat 25 kg	79
Tabel 5.17	Perhitungan Rata-rata HPP Iodium Yang Terbuang	80
Tabel 5.18	Perhitungan Harga Iodium yang Terbuang Tahun 2004	80
Tabel 5.19	Biaya Pembuatan Spray Tower Emisi Gas	81
Tabel 5.20	Perkiraan Biaya Pemeliharaan Spray Tower per Tahun	81
Tabel 5.21	Perkiraan Biaya Penyempurnaan dan Perbaikan Peralatan Pada Proses Produksi	82
Tabel 5.22	Harga Pokok Penjualan Rata-rata Gas Iodium Yang Dimanfaatkan Kembali	83
Tabel 5.23	Keuntungan Yang Didapat dari Emisi Gas Iodium Yang Dimanfaatkan Kembali Tahun 2004	83
Tabel 5.24	Pendapatan per tahun, Biaya per tahunan Keuntungan per tahun	81
Tabel 5.25	Present Value of Benefit selama 5 tahun pada discount rate 30%	85
Tabel 5.26	Present Value of Cost selama 5 tahun pada discount rate 30%	85
Tabel 5.27	Identifikasi Resiko Emisi Gas Iodium terhadap Lingkungan	88
Tabel 5.28	Matriks Peluang Resiko	91
Tabel 5.29	Matriks Besaran	92
Tabel 5.30	Matriks Resiko	93
Tabel 5.31	Matriks Frekuensi	94
Tabel 5.32	Matriks Besaran Pengaruh	95
Tabel 5.33	Matriks Sensitivitas	96
Tabel 5.34	Matriks Nilai Resiko	97
Tabel 5.35	Evaluasi Aspek Lingkungan Signifikan	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		<u>Halaman</u>
Lampiran 1.	Diagram alur proses iodium	106
Lampiran 2.	Proses Adsorpsi dan Ekstraksi	107
Lampiran 3	Flow Proses Pembuatan Iodium Sesudah Perbaikan	109
Lampiran 4	Flow Proses Pembuatan Kalium Iodat Sesudah Perbaikan	110
Lampiran 5.	Gambar Denah Proses Produksi Iodium	111
Lampiran 6.	Neraca Massa Proses Iodium tahun 2004	112
Lampiran 7.	Catatan Air Sumur (Brine) yang masuk Bulan Februari 2005	113
Lampiran 8.	Catatan Air Sumur (Brine) yang masuk Bulan Maret 2005	114
Lampiran 9.	Pemakaian Bahan Baku untuk Proses Pembuatan Iodium Endap per Tahun	115
Lampiran 10	Instruksi Kerja Penanganan Limbah Gas	116
Lampiran 11.	Instruksi Kerja Pengoperasian Water Jet	117
Lampiran 12.	Instruksi Kerja Penanganan Limbah Cair	118
Lampiran 13.	Safety (MSDS) data for Iodine	119



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah lingkungan seperti pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri telah menjadi masalah yang serius dengan semakin berkembangnya industrialisasi. Hal ini disebabkan karena perkembangan industri yang sangat pesat tetapi belum diikuti oleh suatu wawasan lingkungan.

PT. Kimia Farma merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang farmasi dengan salah satu bidang usaha adalah di sektor pertambangan yaitu Plant Watudakon. Bahan tambangnya berupa iodium yang diperoleh dari proses pengolahan air garam iodium (brine). Sebagai salah satunya produsen iodium di Indonesia, PT Kimia Farma berperan aktif dalam membantu program Kesehatan Nasional Indonesia khususnya dalam upaya penanganan masalah GAKI (Gangguan Akibat Kekurangan Iodium) melalui proyek iodisasi garam dan kapsul yodiol. Pada saat ini kebutuhan iodium di dunia sekitar ± 16.000 ton per tahun, sedangkan saat ini produksi iodium yang dicapai PT Kimia Farma Plant Watudakon mengalami penurunan dari 125 ton menjadi 95 ton per tahun. Dari estimasi cadangan brine dan gas di Lapangan Watudakon oleh Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT Migas) Cepu, diperkirakan umur lapangan 28 tahun yang saat ini terdapat 17 sumur iodium yang beroperasi. Perhitungan tersebut tanpa mengikutkan brine yang berada di bawah gas cap karena tidak akan dapat diproduksi secara ekonomis.



PT. Kimia Farma Plant Watudakon merupakan pabrik farmasi yang menggunakan produk hasil tambangnya menjadi produk obat jadi. Iodium adalah elemen halogen, berbentuk kristal, berwarna violet-hitam sampai coklat merah. Banyak dipakai sebagai katalisator dalam reaksi alkilasi dan kondensasi. Juga dipakai sebagai antiseptik, reagen analisa radio isotop, pengolahan air minum dan pengobatan. Garam beriodium mengandung sedikit iodium guna mencegah penyakit gondok.

Iodium diproduksi dengan cara mengisolasi iodium dari senyawa garam iodida (I^-) yang terlarut dalam air tanah (brine) melalui 2 tahapan yaitu adsorpsi dan oksidasi. Iodium kristal yang terbentuk, diproses lanjut menjadi senyawa garam lainnya seperti Kalium Iodat.

Dalam proses produksi tersebut dihasilkan gas Iodium yang terbuang ke lingkungan. Uap iodium yang dihasilkan dapat menimbulkan iritasi atau luka bakar pada saluran pernafasan dan pembengkakan paru-paru. Kontak kulit dan mata dapat menyebabkan kerusakan permanen atau buta. Selain itu sifat korosif terhadap logam dapat menyebabkan bangunan dan peralatan yang cepat keropos dan rusak. Selain itu uap iodium dari PT.Kimia Farma Plant Watudakon dapat merusak tanaman tebu masyarakat yang berada sekitar pabrik. Meskipun disatu sisi tujuan dari pelaksanaan proses produksi adalah untuk memenuhi kebutuhan serta meningkatkan kualitas kehidupan manusia, namun limbah yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan akan merusak alam dan ekosistem serta makhluk hidup yang lain.

Dalam pengelolaan lingkungan, biasanya para pengusaha cenderung memilih strategi yang reaktif dan bersifat kuratif dibandingkan dengan strategi proaktif yang



lebih menekankan pada tindakan preventif. Yang artinya para pengusaha cenderung melakukan upaya pengelolaan limbah setelah limbah tersebut keluar dari proses dan atau limbah tersebut telah mengganggu lingkungan dan bahkan menimbulkan kasus pencemaran lingkungan. Konsep preventif berupa pencegahan atau minimisasi limbah pada sumbernya akan jauh lebih bermanfaat baik ditinjau dari segi ekonomi maupun lingkungan dan sosial. Upaya preventif dimaksud antara lain dilakukan dengan teknologi bersih dan minimisasi limbah yang menjadi dasar program Produksi Bersih. Penerapan teknologi produksi bersih telah menjadi salah satu strategi Nasional dalam pengelolaan lingkungan hidup dan telah menunjukkan hasil yang efektif dalam mengatasi dampak lingkungan (Bratasida, 1997).

Sebagai industri yang telah memiliki sertifikasi ISO 9000 dan 14000 PT Kimia Farma Plant Watudakon berupaya untuk mengevaluasi program pengelolaan lingkungan, guna peningkatan implementasi industri yang berwawasan lingkungan untuk menghadapi persaingan pasar bebas dan melakukan upaya perbaikan terus menerus terhadap kinerja pengelolaan lingkungan dalam rangka menyongsong pelaksanaan minimisasi limbah dan produksi bersih.

1.2. Identifikasi Masalah

Pada proses produksi, masih terjadi gas iodium yang terbuang yaitu pada proses iodium, antara lain pada tahapan: pengeringan (centrifuge), dan pada reaksi pemurnian (dari tangki pemurnian ke penampungan). Sedangkan pada proses produksi Kalium Iodat, gas iodium terlepas pada tahapan reaksi antara iodium dengan kalium klorat .



Gas iodium yang terbuang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan keresahan masyarakat. Untuk itu, thesis ini akan membahas usaha mereduksi gas iodium yang berpotensi pencemaran udara dan menangkap gas Iodium yang terbuang untuk diolah kembali untuk proses produksi. Hal itu sesuai dengan komitmen PT. Kimia Farma Plant Watudakon Jombang untuk meningkatkan mutu produk dan pelayanan terhadap pelanggan termasuk lingkungan warga sekitar, serta meningkatkan kompetensi dan kesadaran akan mutu serta lingkungan bagi sumber daya manusia secara keseluruhan.

1.3. Perumusan Masalah

Dengan bertitik tolak pada latar belakang dan identifikasi masalah maka dapat dirumuskan beberapa masalah, yaitu:

1. Bagaimanakah reduksi emisi gas iodium dalam proses produksi iodium dan Kalium Iodat di PT Kimia Farma Plant Watudakon Jombang?
2. Bagaimanakah penangkapan emisi gas buang iodium pada proses produksi iodium dan Kalium Iodat serta pemanfaatan kembali hasil reaksi tangkapan emisi gas iodium tersebut?

1.4. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari studi ini adalah:

1. Mengevaluasi sistem pengelolaan emisi gas iodium di PT Kimia Farma Plant Watudakon.
2. Merencanakan penerapan konsep teknologi produksi bersih secara lebih spesifik, dan meneliti sumber-sumber potensial untuk mereduksi dan menangkap emisi



gas iodium pada proses produksi serta mengkaji kemungkinan pelaksanaan teknologi bersih pada sumber potensial tersebut yang ditinjau dari aspek teknis, aspek lingkungan dan aspek ekonomi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif pemecahan pengelolaan emisi Gas Iodium di PT. Kimia Farma Plant Watudakon Jombang dengan cara mereduksi gas iodium yang terbang.
2. Mendapatkan alternatif pemanfaatan kembali (reuse) hasil penangkapan emisi gas iodium untuk diolah kembali menjadi produk iodium

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup studi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian adalah PT. Kimia Farma Plant Watudakon Jombang.
2. Mengidentifikasi sumber-sumber proses produksi yang berpotensi terjadinya emisi gas iodium yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran udara tetapi masih mempunyai nilai ekonomis
3. Pengelolaan emisi gas lebih difokuskan pada usaha reduksi gas, minimisasinya, dan pemanfaatan kembali (reuse) dalam rangka program mendukung peningkatan mutu lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PENCEMARAN UDARA

2.1.1. Pencemaran Lingkungan

Menurut pasal 1 angka 12 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

2.1.2. Pencemaran Udara

Yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Selain itu pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer oleh karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut (Parker, 1980).

Ada pula pengertian pencemaran udara adalah adanya bahan polutan di atmosfer yang dalam konsentrasi tertentu akan mengganggu keseimbangan dinamik atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya (Kumar, 1987).



Pengertian lain dari pencemaran udara adalah terdapat bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia (*man made*). Hal ini untuk membedakan dengan pencemaran udara di tempat kerja (*occupational air pollution*) (Mukono, 2003).

Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*), dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut di atas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan (Corman, 1971 dan Masters, 1991).

2.1.3. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

Bahan pencemar udara atau polutan dapat dibagi menjadi dua bagian:

Polutan Primer

Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu, dan dapat berupa:

A. GAS, terdiri dari:

- Senyawa karbon, yaitu hidrokarbon teroksigenasi dan karbon dioksida (CO atau CO₂)
- Senyawa Sulfur, yaitu sulfur oksida
- Senyawa Nitrogen, yaitu nitrogen oksida dan amoniak
- Senyawa Halogen, yaitu fluor, klorin, hidrogen klorida. Hidrokarbon, terklorinasi, iodine dan bromin.

(Corman, 1971; Chambers, 1976; Kumar, 1981)



Penyebab pencemaran lingkungan di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan atau industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain adalah gas NO_2 , SO_2 , HC, dan CO dapat dihasilkan dari proses pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil (Mostardi, 1981).

B. PARTIKEL.

Partikel, dalam atmosfer mempunyai karakteristik spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair. Bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi, proses dispersi (misalnya proses menyemprot (spraying) maupun proses erosi bahan tertentu.

C. Asap (smoke)

Seringkali dipakai untuk menunjukkan campuran bahan partikulat (partikulat matter), uap (fumes), gas dan kabut (mist).

Polutan Sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi foto kimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Konsentrasi relatif dari bahan reaktan
- b. Derajat fotoaktivasi
- c. Kondisi iklim
- d. Topografi lokal dan adanya embun



Polutan sekunder ini mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Termasuk dalam polutan sekunder ini adalah ozon, Peroxy Acyl Nitrat (PAN) dan formaldehid (Corman, 1971; Chambers, 1976)

2.2. Produksi Bersih

2.2.1. Pelaksanaan Produksi Bersih

Strategi untuk menghilangkan limbah atau mengurangi limbah sebelum terjadi (*preventive strategy*), lebih disukai daripada strategi yang berurusan dengan pengolahan limbah atau pembuangan limbah yang telah ditimbulkan (*treatment strategy*). Strategi ini terdiri dari (Bratasida, 1997; Pudjiastuti, 1999):

1. Eliminasi: Strategi ini dimasukkan sebagai metode pengurangan limbah secara total. Bila perlu tidak mengeluarkan limbah sama sekali (zero discharge). Di dalam konsep penerapan produk bersih hal ini dimasukkan sebagai metode pencegahan pencemaran.
2. Minimisasi Limbah (mengurangi pada sumber limbah) : Sebagai pengurangan limbah yang terbaik adalah strategi yang menjaga agar limbah tidak terbentuk pada tahap awal. Pencegahan limbah mungkin memerlukan beberapa perubahan penting terhadap proses, tetapi hal ini memberikan hasil-hasil peningkatan lingkungan dan ekonomi terbesar.
3. Daur Ulang : Jika timbulnya limbah tidak dapat dihindarkan dalam suatu proses, maka strategi-strategi untuk meminimalkan limbah tersebut sampai batas tertinggi yang mungkin dilakukan harus dicari, seperti misalnya daur ulang (*recycle*)



dan/atau penggunaan kembali (*reuse*). Jika limbah tidak dapat dicegah atau diminimalkan melalui penggunaan kembali atau daur ulang, strategi-strategi yang mengurangi volume atau kadar racunnya melalui pengolahan limbah dapat dilakukan. Walaupun “strategi bagian akhir (*end-of pipe*) ini kadang-kadang dapat mengurangi jumlah limbah, strategi tersebut tidak sama efektifnya dengan mencegah limbah di tahap awal.

4. Pengendalian Pencemaran : Strategi yang terpaksa dilakukan mengingat pada proses perancangan produksi perusahaan belum mengantisipasi adanya teknologi baru yang sudah bebas terjadinya limbah. Artinya limbah memang sudah terjadi dan ada dalam sistim produksinya, namun kualitas dan kuantitas limbah yang ada dikendalikan agar tidak melebihi baku mutu yang disyaratkan.
5. Pengolahan dan Pembuangan Limbah : Strategi terakhir yang perlu dipertimbangkan adalah metode-metoda pembuangan alternatif. Pembuangan limbah yang tepat merupakan suatu komponen penting dari keseluruhan program manajemen lingkungan, tetapi ini adalah teknik paling tidak efektif.
6. Remediasi : strategi penggunaan kembali bahan-bahan yang terbuang bersama limbah . Hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar peracunan dan kuantitas limbah yang ada.



2.2.2. Kendala dalam Penerapan Produksi Bersih

Pengembangan pelaksanaan dan penerapan produksi bersih intinya adalah merubah pola pikir tradisional 'end of pipe' (Bapedal, 1998 & 2003).

Kendala Ekonomi, timbul bila kalangan usaha tidak merasa akan mendapatkan keuntungan dalam penerapan produksi bersih. Sekecil apapun penerapan konsep produksi bersih, bila tidak menguntungkan bagi perusahaan maka akan sulit bagi manajemen untuk membuat keputusan tentang penerapan konsep produksi bersih.

Contoh hambatan :

- Biaya tambahan peralatan
- Besarnya modal/investasi dibanding kontrol pencemaran secara konvensional sekaligus penerapan produksi bersih

Kendala Teknologi :

1. Kurangnya penyebaran informasi tentang konsep produksi bersih
2. Penerapan sistem baru ada kemungkinan tidak sesuai dengan yang diharapkan atau malah menyebabkan gangguan.
3. Tidak memungkinkannya tambahan peralatan, terbatasnya ruang kerja/produksi.

Kendala Sumber Daya Manusia :

1. Kurangnya dukungan dari pihak manajemen puncak
2. Keengganan untuk berubah baik secara individu maupun organisasi



3. Lemahnya komunikasi intern tentang proses produksi yang baik
4. Pelaksanaan manajemen organisasi perusahaan yang kurang fleksibel
5. Birokrasi yang sulit, terutama dalam pengumpulan data primer
6. Kurangnya dokumentasi dan penyebaran informasi
7. Perlunya Pelatihan tentang Produksi Bersih

Dalam perkembangannya, pendekatan “*up-of pipe treatment*” ini dikenal dengan berbagai istilah, seperti *waste minimization*, *cleaner production*, *pollution prevention*, *industry ecology*, dan sebagainya. Dewasa ini penerapan pendekatan “*up-of pipe treatment*” semakin dikenal luas, karena selain memberikan solusi bagi masalah lingkungan itu sendiri, juga memberikan kemungkinan keuntungan secara ekonomi.

2.3. Absorpsi

2.3.1. Pengertian

Absorpsi merupakan perpindahan komponen dari fase gas ke fase cair. Atau pengertian lain penyisihan kontaminan gas dari suatu proses dengan melarutkan gas tersebut ke dalam cairan. Peralatan absorpsi yang digunakan untuk menyisihkan kontaminan dalam bentuk gas dinamakan absorber atau *wet scrubber* yang juga digunakan untuk menyisihkan dan mengoptimasikan penyisihan secara simultan dari gas dan partikulat (Perry & Chilton, 1973).



Dalam absorber untuk emisi gas, perpindahan massa optimum dapat dicapai pada kondisi sebagai berikut:

- Tersedianya daerah kontak (*interface*) yang luas
- Terjadinya pencampuran yang baik (*good mixing*) antara gas dan fase cair
- Tersedianya waktu kontak yang cukup antar fase
- Tingkat solubilitas atau kelarutan yang tinggi dari kontaminan di dalam absorben.

2.4. Spray Tower Teknologi Scrubber Sederhana

Spray tower, suatu unit atomisasi secara hidrolika atau menggunakan percikan uap air atau udara yang diatomisasi. Tetesan yang diatomisasi membentuk luas permukaan cairan. Teknologi ini memerlukan larutan *scrubbing* bertekanan, melalui lubang spray yang kecil dan turun ke bawah dalam tabung scrubber pada tekanan normal. Energi yang diberikan dalam cairan digunakan utamanya untuk membentuk tetesan larutan. Tekanan gas akan menurun drastis. *Spray tower* biasanya digunakan pada ketel uap yang bersistem *flue gas desulfurization (FGD)* yang pada umumnya dengan mengatur percikan air kapur .

Untuk membentuk tetesan lebih kecil dan halus maka luas permukaan makin besar tiap volume dan makin membutuhkan energi tambahan dapat berupa kipas, pompa, dan kompresor udara atau uap. Peningkatan energi masukan akan meningkatkan kebutuhan tenaga dan makin kompleks sistim dan pemeliharaannya. Selain itu untuk menghasilkan yang baik, larutan absorber harus cukup kontak dengan udara yang akan diabsorpsi (Perry & Chilton, 1973).

2.5. IODIUM

2.5.1. Sejarah Iodium

Iodium merupakan salah satu unsur kimia yang cukup reaktif, berbentuk serpuhan mengkilap berwarna hitam keabu-abuan. Iodium pertama kali ditemukan oleh Bernard Courtois (kimiawan Perancis) dalam abu rumput laut pada tahun 1811. Namun, bukan beliau yang mengenali Iodium sebagai unsur baru, melainkan Joseph Gay-Lussac dan ilmuwan inilah yang memberikan nama Iodin, dari kata Yunani *ioeides* yang artinya berwarna ungu.

2.5.2. Sumber Iodium



Gambar 2.1 Uap Gas Iodium pada suhu ruangan

Iodium biasanya ditemukan di alam dalam jumlah kecil, terutama didalam air laut, batuan, tanah dan air bawah tanah. Kehadirannya selalu bersama-sama dengan chlor yang merupakan satu golongan halogen, dengan kuantitas chlor 2000 kali melimpah daripada iodium. Bila sendirian umumnya iodium dalam bentuk garam alkalinnya.

Sumber iodium terbesar di dunia berada di air bawah tanah di Jepang dan deposit caliche dan brine di Chile. Dalam deposit ini terdapat iodium dalam bentuk garam iodat (NaIO_3) dan periodat (NaIO_4), yang berasal dari mineral laurit (Kalsium iodidat anhidrat). Dari mineral ini Iodium diendapkan sebagai Natrium Iodida. Sebelum cadangan nitrat berkembang di Chile pada tahun 1868, ganggang merupakan sumber iodium terpenting, terutama di



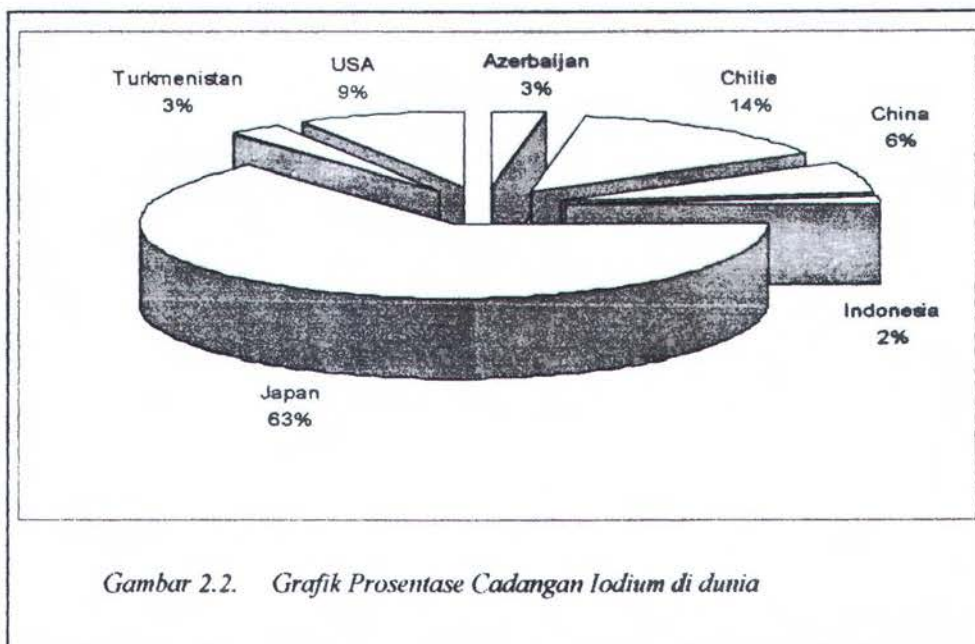
Jepang. Ganggang laut coklat seperti family Laminaria setelah dikeringkan dapat mengandung 0,45% iodium dan dibakar pada kondisi tertentu menghasilkan 1,4% - 1,8% iodium. United State Geological Survey (USGC) mempunyai data cadangan iodium di dunia pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Cadangan Iodium di dunia

Country	Cadangan (ton)	Cadangan Pokok (ton)
Azerbaijan	171.000	...
Chilie	900.000	1.200.000
China	400.000	400.000
Indonesia	100.000	100.000
Japan	4.000.000	7.000.000
Turkmenistan	172.000	...
USA	550.000	550.000

Sumber : United Stated Geological Survey (USGC)

Cadangan iodium di dunia dalam prosentase secara grafik dapat digambarkan pada Gambar 2.2 di bawah ini:



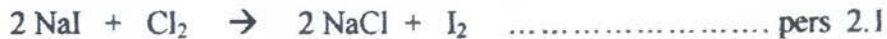


2.5.3. Metode Pengolahan Iodium

Ada beberapa metode pengolahan iodium di dunia, sebagai berikut (Roskill,1988) :

2.5.3.1. Metode Blow-Out

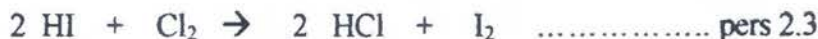
Brine dialirkan ke menara atau blowing-out tower sambil dialiri gas klor. Iodium akan dibebaskan menurut reaksi sebagai berikut:



Dengan bantuan udara dari blower, iodium yang terbentuk dialirkan ke menara absorber tower. Udara yang mengandung iodium diserap oleh gas SO_2 yang larut didalam air, sesuai reaksi:



Proses ini berlangsung berulang-ulang sehingga konsentrasi larutan iodium makin bertambah pekat. Semula 0,1 gram/liter dapat menjadi 50 gram/liter. Kemudian iodiumnya dibebaskan lagi dari ikatan HI dengan penambahan gas klor, sesuai reaksi:



Setelah melalui proses pemurnian (melting) akan diperoleh kristal iodium dengan kadar kira-kira 99,5%. Kapasitas sebuah blowing-out tower tiap hari dapat mengolah 8000 m³ brine. Dari analisa ekonomi, kapasitas efisiensi produksi iodium minimum 250 ton per tahun.



2.5.3.2. Metode Proses Absorpsi

Selama proses absorpsi, iodium dilepaskan dengan menambahkan asam sulfat, chlorine dan natrium nitrat. Hasil berupa larutan dialirkan melalui karbon aktif sebagai adsorber iodium dan limbah brine dinetralisasi dan dibuang ke sumur limbah. Adsorben yang mengandung iodium direaksikan untuk membentuk natrium iodida kemudian diendapkan dengan mereaksikan asam sulfat.

2.5.3.3. Metode Proses Ion – Exchange

Metode ini relatif baru dan diterapkan di Jepang. Metode ini menggunakan resin sebagai absorbernya setelah brine direaksikan dengan larutan oksidator. Iodium diabsorpsi dari resin menggunakan larutan natrium oksida. Pembentukan iodium, dengan mereaksikan larutan natrium klorida dan akhirnya *dimelting* dengan asam sulfat panas atau diresublimasi.

2.5.3.4. Metode Lainnya

Dengan menggunakan perak nitrat, kawat tembaga, tembaga atau besi sulfat dan elektrolisa. Proses perak nitrat pernah digunakan tidak lama, larutan perak nitrat direaksikan dengan brine, endapan yang dihasilkan perak iodida. Selanjutnya disaring, direaksikan dengan besi, membentuk besi iodida dan perak metalik. Besi iodida direaksi dengan chlorine membentuk iodium dan perak metalik direaksikan dengan asam nitrat membentuk kembali perak nitrat untuk digunakan kembali. Selama proses kawat tembaga, brine direaksikan dengan chlorine dan kemudian dilewatkan kawat tembaga membentuk tembaga iodida, disaring dan dikeringkan.



Besi dan tembaga sulfat ditambahkan ke brine untuk mengendapkan besi atau tembaga iodida. Kemudian dioksidasi membentuk iodium.

2.5.4. Sifat-sifat Iodium

2.5.4.1. Sifat Kimia

Iodium merupakan unsur pada golongan halogen yang paling kurang stabil dibandingkan dengan anggota halogen yang lain. Kekurangstabilan dari Iodium menyebabkan mudah diganti oleh halogen yang lain baik bentuk oksida maupun senyawanya.

2.5.4.2. Sifat Fisika

Iodium merupakan unsur bukan logam yang berbentuk padatan hitam agak kelabu dan mengkilap, dengan bau khas sehingga mudah dikenal. Pada tekanan atmosfer Iodium menyublim tanpa meleleh. Iodium sedikit larut dalam air dan larut sempurna dalam larutan pekat garam iodida dan beberapa macam pelarut organik. Pada temperatur tinggi Iodium akan cepat menguap dengan warna lembayung.

Reaktivitas: Iodium bersifat eksplosif bila bereaksi dengan asetilen, bubuk Sb dan poliasetilen. Membentuk campuran sensitif dengan K dan Na (eksplosif). Bereaksi membentuk produk yang eksplosif, diantaranya dengan NH_3 , $\text{NH}_3 + \text{K}$. Terbakar bila kontak dengan F_2 , P, klor trifluorida. Bereaksi hebat dengan asetaldehida, Al+dietil eter. Bila dipanaskan, mengeluarkan uap beracun. Termasuk bahan yang sukar terbakar (non-combustible) (MSDS,2003).



Sifat-sifat fisika lain: Titik leleh 113° C. Titik urai 185,24° C. Tekanan uap 0,03 mmHg pada 0° C. Berat jenis 4,93 pada 25° C.

2.5.5. Kegunaan Iodium

Yodium merupakan unsur halogen dan “ trace element “ yang sangat penting bagi tata lingkungan dan kehidupan manusia karena penggunaannya yang cukup luas. Asupan normal dan persyaratan bagi anak-anak dan dewasa sebesar 100 µg – 150 µg per hari atau 36,5 mg – 54,75 mg per tahun (J. Untoro, 1999).

Banyak dipakai sebagai katalisator dalam reaksi alkalasi dan kondensasi. Juga dipakai sebagai antiseptik, reagen analisa radio isotop, pengolahan air minum dan pengobatan. Garam beriodium mengandung sedikit iodium guna mencegah penyakit gondok (Roskill, 1998).

Penggunaan spesifik senyawa iodium pada Tabel 2.2. , sebagai berikut:

Tabel 2.2. Penggunaan spesifik iodium

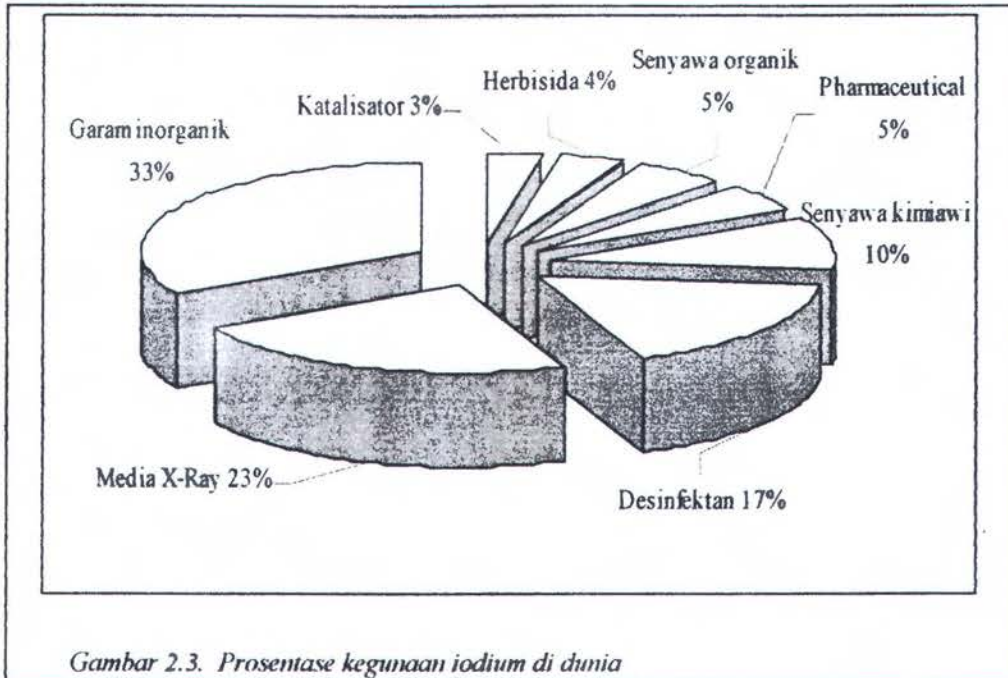
Senyawa	Penggunaan
Iodium resublimatum	Pharmaceutical, desinfektan, garam beriodium, media X-ray dan makanan hewan
Hydriodic acid	Desinfektan dan pharmaceutical
Kalsium iodida dan iodat	Makanan hewan
Tembaga iodida	Plastik dan anti kotor pada cat
Kalium iodida	Stabilisator panas dan oksidator pada nylon dan zat elastomer dan iodisasi garam
Kalium iodat	Iodisasi garam
Natrium iodat	Antiseptik dan makanan hewan
Natrium iodida	Fotografi, pelarut, makanan hewan
Perak iodida	Fotografi
Metil iodida	Produksi asam asetat dan reaksi metilasi
Ethilendiamine dihidriodide	Makanan hewan
Inorganik lainnya	Pengganti CFC pada pelarut pembersih

Sumber: : United Stated Geological Survey (USGC)



Prosentase penggunaan iodium di dunia dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.

di bawah ini:



Efek terhadap kesehatan: penghirupan uap atau tertelan kristal (2-3 g) amat berbahaya. Uap zat dapat menimbulkan iritasi atau luka bakar pada saluran pernafasan dan pembengkakan paru-paru. Dengan nilai ambang batas 0,1 ppm atau 1 mg/m³. Kontak kulit dan mata dapat menyebabkan kerusakan permanen atau buta. Tertelan dapat mengakibatkan rasa terbakar pada mulut dan tenggorokan serta menyebabkan muntah, demam atau shock. Efek kronis dapat berupa kerusakan paru-paru, gangguan kelenjar gondok dan darah. Konsumsi 200 mg per hari dapat menyebabkan efek kronis penyakit kelenjar tiroid.



2.6. Kriteria Investasi

Dalam rangka mencari suatu ukuran menyeluruh tentang baik tidaknya suatu program, telah dikembangkan berbagai macam indeks. Indeks-indeks tersebut dapat disebut sebagai *Investment criteria*. Beberapa investment criteria yang paling umum dijumpai antara lain (Kadaryah, et.al, 1999):

a. Net Present Value (NPV) atau Arus Benefit dan Biaya

Perhitungan NPV bertujuan untuk membandingkan nilai arus manfaat dan nilai arus biaya yang dibandingkan pada nilai sekarang (*present value*). Cara ini menghitung selisih antara nilai sekarang, arus biaya selama umur proyek, dengan tingkat bunga tertentu.

$$NPV = PV \text{ benefit} - PV \text{ cost}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^t} \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.4)}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

Keterangan:

- Bt = Benefit tahun ke-t
- Ct = Cost tahun ke-t
- t = Periode (tahun)
- i = Discount rate

b. Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan IRR bertujuan untuk mencai nilai suku bunga (*discount rate*) yang menyebabkan manfaat sama dengan biaya pada nilai saat ini (*present value*)



atau selisih arus biaya dan arus manfaat sama dengan nol, atau dapat disebutkan bahwa IRR adalah tingkat *discount* untuk mencapai nilai NPV = 0.

IRR menggambarkan kemampuan modal untuk kembali. Jika IRR ternyata lebih tinggi dari return yang diisyaratkan (tingkat *oppurtunity cost* / OCC) maka dapat dikatakan proyek menguntungkan.

IRR > OCC, maka proyek layak dilaksanakan

IRR < OCC. Berarti proyek tidak layak dilaksanakan

Cara perhitungan :

1. Tentukan tingkat diskonto yang menghasilkan NPV positif sekecil-kecilnya (NPV' dengan I' = discount rate)
2. Tentukan tingkat diskonto yang bisa menghasilkan NPV negatif sekecil-kecilnya (NPV'' dengan I'' = discount rate)
3. Mencari IRR dengan rumus :

$$IRR = I' + (I'' - I') \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

4. Tingkat imbal hasil (*return*) yang menghasilkan NPV' / NPV'' dicoba dengan cara *trial and error*.

c. **Net Benefit – Cost Ratio (B/C Ratio)**

Perhitungan B/C Ratio bertujuan untuk membandingkan *net benefit* yang positif dengan *discounted net benefit* yang negatif, jika dihasilkan nilai lebih dari satu maka proyek dapat diterima, dan jika kurang dari satu maka proyek ditolak.



$$\frac{\sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.7)}$$

Net B/C Ratio > 1, maka proyek layak dilaksanakan
 Net B/C Ratio < 1, proyek tidak layak dilaksanakan

2.7. Metode Analisa Resiko Lingkungan

Data yang terkumpul dianalisis menurut jenis dan sifat peruntukannya. Analisis resiko dilakukan dengan memperhitungkan persyaratan teknis sehingga mencapai ketepatan yang tinggi. Hasil analisis disajikan dalam bentuk Tabel, gambar, peta dan lain-lain. Sebelum melakukan analisis data Rona Awal Lingkungan, maka dirumuskan dan ditetapkan terlebih dahulu variabel atau parameter lingkungan hidup. Berdasarkan pada pilihan variabel atau parameter lingkungan tersebut maka dapat ditentukan metode yang tepat untuk menghitung analisis resikonya, antara lain adalah:

1. Metode Analisa Kualitatif
2. Metode Analisa Semi Kuantitatif
3. Metode Aspek Lingkungan Signifikan

2.7.1. ANALISIS KUALITATIF

Metode analisa kualitatif digunakan dalam bentuk matrik untuk menganalisa resiko terhadap sesuatu kegiatan yang diprediksikan menimbulkan resiko.

Matrik analisisnya terdiri dari matrik analisa peluang terjadinya resiko atau



kemungkinan terjadinya dan matrik analisa besarnya resiko atau konsekuensi pengaruhnya terhadap lingkungan. Pada tahap akhirnya, kedua matrik tersebut dapat dikombinasikan menjadi suatu matrik penilaian terhadap resiko yang dinyatakan dalam resiko tinggi (High Risk), sedang (Medium Risk), berarti (Significant Risk) dan rendah (Low Risk). Pada matrik analisa peluang terjadinya resiko dapat dilakukan peringkat atau klasifikasi berdasarkan dari peluang terjadinya resiko, seperti yang terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hirarki Peluang Terjadinya Resiko (Kemungkinan)

LEVEL	HIRARKI PELUANG TERJADINYA RESIKO (KEMUNGKINAN)	PENJELASAN
A	Hampir pasti	Kegiatan yang dilakukan diperkirakan hampir pasti menimbulkan resiko terhadap lingkungan di sekitarnya. Hal ini merupakan peringkat tertinggi
B	Kemungkinannya besar	Kegiatan yang dilakukan diperkirakan besar kemungkinan menimbulkan resiko terhadap lingkungan di sekitarnya
C	Kemungkinannya sedang	Kegiatan yang dilakukan diperkirakan kemungkinan sedang menimbulkan resiko terhadap lingkungan di sekitarnya
D	Kemungkinannya kecil	Kegiatan yang dilakukan diperkirakan kemungkinan kecil menimbulkan resiko terhadap lingkungan di sekitarnya
E	Jarang	Kegiatan yang dilakukan diperkirakan jarang menimbulkan resiko terhadap lingkungan di sekitarnya.





Sedangkan pada matrik analisa besarnya pengaruh resiko terhadap lingkungan, dapat diklasifikasikan atau diperingkatkan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Hirarki Besaran(Pengaruh atau konsekuensi)

LEVEL	HIRARKI PELUANG TERJADINYA RESIKO (KEMUNGKINAN)	PENJELASAN
1	Tidak berarti	Resiko yang terjadi tidak perlu dkuatirkan, karena tidak berarti dan tidak menimbulkan kerusakan dan kecelakaan terhadap lingkungan sekitar
2	Kecil	Resiko yang terjadi relatif kecil terhadap lingkungan, tetapi tetap perlu adanya usaha penanganan untuk tujuan mengurangi resiko yang terjadi seperti penanganan di tempat dan memerlukan biaya yang sedang
3	Sedang	Resiko yang terjadi relatif sedang terhadap lingkungan dan sangat berarti. Oleh karena itu perlu adanya pengelolaan yang berdasarkan pada prosedur yang normal. Hal tersebut memerlukan biaya yang tinggi.
4	Besar	Resiko yang terjadi relatif besar terhadap lingkungan, maka diperlukan pengelolaan yang intensif dalam penanganannya. Dimana memerlukan biaya yang sangat tinggi
5	Besar sekali	Resiko yang terjadi sangat besar sekali, karena memerlukan suatu bencana alam dan berpotensi menghancurkan, seperti Kali Tengah beracun. Hal ini memerlukan biaya yang sangat tinggi sekali

Dari kedua matriks diatas (matriks peluang dan matriks pengaruh) dapat digabungkan dan dikombinasikan menjadi satu matriks yang dapat memberikan



peringkat atau ranking resiko terhadap suatu kegiatan terhadap lingkungan, yang mana merupakan sifat kualitatif. Untuk lebih jelasnya dapat diuraikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Matriks Penilaian Resiko Secara Kualitatif
(Gabungan Matriks Peluang dan Matriks Pengaruh)

	TINGKATAN RESIKO (BESARAN PENGARUH ATAU KONSEKUENSI)					
		1	2	3	4	5
PELUANG TERJADINYA RESIKO (KEMUNGKINAN)	A	M	M	H	H	H
	B	S	M	M	H	H
	C	L	S	M	M	H
	D	L	L	S	M	H
	E	L	L	S	S	M

Keterangan:

- H = Resiko tinggi, membutuhkan penelitian dan manajemen lanjutan
M = Resiko medium, membutuhkan perhatian manajemen lanjutan
S = Resiko berarti, tanggung jawab manajemen harus spesifik
L = Resiko rendah, pengelolaan dengan prosedur yang rutin

2.7.2. ANALISIS SEMI KUANTITATIF

Metode ini merupakan metode yang menganalisa suatu resiko dengan menggunakan suatu nilai tertentu, yang merupakan nilai skala peringkat atau klasifikasi. Metode ini lebih rinci atau detail bila dibandingkan dengan



metode kualitatif, karena menggunakan peringkat resiko yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam prosedur manajemen resiko.

Metode analisa semi kuantitatif memiliki komponen-komponen yang merupakan unsur dalam menentukan nilai dari peringkat resiko.

Komponen-komponen tersebut antara lain:

1. Frekuensi Kejadian

Frekuensi kejadian menunjukkan sering atau tidaknya kejadian resiko yang terjadi akibat kegiatan yang dilakukan. Dimana frekuensi memiliki skala nilai peringkat, seperti tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Skala peringkat frekuensi kejadian

Skala Nilai Peringkat	Uraian
5	Kejadian yang terjadi sangat sering
4	Kejadian yang terjadi sering
3	Medium terjadinya kejadian
2	Kejadian yang terjadi kecil
1	Tidak terjadi

2. Besaran Pengaruh

Menunjukkan besarnya pengaruh kegiatan terhadap lingkungan sekitarnya. Dimana besaran juga memiliki skala peringkat, sama seperti dengan frekuensi kejadian, seperti yang diuraikan pada Tabel 2.7.



Tabel 2.7. Skala peringkat besaran pengaruh

Skala Nilai Peringkat	Uraian
5	Dampaknya besar sekali terhadap lingkungan di sekitarnya
4	Dampaknya besar
3	Dampaknya medium, dan pengaruhnya kurang terasa terhadap lingkungan
2	Dampak dan pengaruhnya kecil
1	Dampaknya tidak ada

3. Tingkat Sensitivitas

Tingkat sensitivitas adalah tingkat yang menunjukkan perhatian dan kepekaan terhadap kegiatan tersebut oleh pihak luar, seperti instansi, pemerintah dan lain-lain. Skala peringkatnya dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Skala peringkat tingkat sensitivitas

Skala Nilai Peringkat	Uraian
5	Menjadi perhatian internasional/dunia/media
4	Menjadi perhatian nasional
3	Menjadi perhatian lokal/regional
2	Menjadi perhatian kelompok
1	Tidak menjadi perhatian masyarakat



Dari ketiga komponen tersebut (Frekuensi, Besaran Pengaruh dan Sensitivitas) maka dapat diambil suatu rumusan yang merupakan dari ketiga komponen tersebut, yaitu:

$$\text{RESIKO} = \text{FREKUENSI} \times (\text{BESARAN} + \text{SENSITIVITAS})$$

$$(R) = (F) \times \left\{ (S1) + (S2) \right\} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

Dari nilai resiko tersebut dapat ditentukan nilai dari resiko suatu kegiatan yang mengacu pada rentangan nilai resiko yang telah ditentukan, yaitu: resiko rendah, resiko medium dan resiko tinggi.

2.7.3. ANALISIS LINGKUNGAN SIGNIFIKAN

Dimana metode tersebut menggunakan kriteria-kriteria dari faktor lingkungan, antara lain yaitu:

A. LUASAN DAMPAK	NILAI
a. Berpengaruh di unit kerja yang bersangkutan	1
b. Berpengaruh dalam area	3
c. Berpengaruh dalam kompleks perusahaan	5
d. Berpengaruh ke masyarakat	7
B. KESERIOUSAN RESIKO	
a. Tidak ada resiko terhadap flora dan fauna, fasilitas dan kesehatan	1
b. Ada resiko terhadap flora dan fauna, fasilitas dan kesehatan	3
c. Menyebabkan kerusakan pada flora dan fauna, fasilitas dan kesehatan	5
d. Menyebabkan kerusakan yang tetap/abadi	7



C. KEBOLEHANJADIAN RESIKO

- | | |
|--|---|
| a. Kecil sekali (kecelakaan yang tidak diharapkan) | 1 |
| b. Sese kali (tidak direncanakan) | 3 |
| c. Kemungkinan sering terjadi (direncanakan) | 5 |
| d. Tidak dapat dihindari (pasti terjadi) | 7 |

D. WAKTU PEMAPARAN

- | | |
|-------------------------|---|
| | 1 |
| a. Kurang dari sehari | 3 |
| b. Kurang dari seminggu | 5 |
| c. Kurang dari sebulan | 7 |
| d. Lebih dari sebulan | |

E. PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN (PP)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| a. Tidak/belum diatur dalam PP | 1 |
| b. Diatur dalam PP dan sudah dipenuhi | 3 |
| c. Diatur dalam PP dan belum dipenuhi | 7 |

F. METODE PENGENDALIAN

- | | |
|--|---|
| a. Ada prosedur pendengaran dan dijalankan | 1 |
| b. Belum ada prosedur (tertulis) pada aktivitas pengendalian | 3 |
| c. Ada prosedur pengendalian tidak dijalankan | 5 |
| d. Tidak ada prosedur dan tidak ada aktivitas pengendalian | 7 |

G. IMAGE MASYARAKAT

- | | |
|----------|---|
| a. Baik | 1 |
| b. Cukup | 3 |
| c. Jelek | 5 |



Total nilai dari masing-masing aspek lingkungan merupakan hasil perkalian dari seluruh nilai kriteria,

$$\text{Total nilai} = A * B * C * D * E * F * G \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

Aspek lingkungan ditetapkan Signifikan (nyata) apabila total nilai diatas lebih besar atau sama dengan **6.075 (Enam Ribu Tujuh Puluh Lima)**.

Dengan asumsi , nilai tiap kriteria minimum yang bermakna signifikan, sebagai berikut:

- A : Berpengaruh dalam kompleks perusahaan (5)
- B : Menyebabkan kerusakan pada flora dan fauna, fasilitas dan kesehatan (5)
- C : Sesekali (tidak direncanakan) (3)
- D : Kurang dari seminggu (3)
- E : Diatur dalam PP dan sudah dipenuhi (3)
- F : Belum ada prosedur (tertulis) pada aktivitas pengendalian (3)
- G : Cukup (3)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. UMUM

Tujuan mereduksi emisi gas Iodium adalah untuk meminimisasi kadar iodium yang terbuang dengan cara *up of pipe treatment*. Dengan demikian cara pengendalian dampak lingkungan yang paling efektif dan efisien adalah harus terpadu yang dimulai dari minimisasi emisi gas dan pengolahan limbah.

Kajian ini dilakukan untuk menetapkan bagaimana menangani emisi gas iodium yang terjadi selama proses produksi di PT. Kimia Farma Plant Watudakon, dengan cara mereaksikan gas iodium yang teremisi dengan larutan natrium hidroksida. Pemilihan larutan natrium hidroksida ini mengacu pada proses ekstraksi iodium dalam karbon aktif menggunakan larutan natrium hidroksida dan membentuk senyawa garam natrium iodida. Diharapkan larutan yang terbentuk dapat mereduksi emisi gas iodium dan larutan itu dapat diproses kembali untuk diambil iodiumnya.

Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:

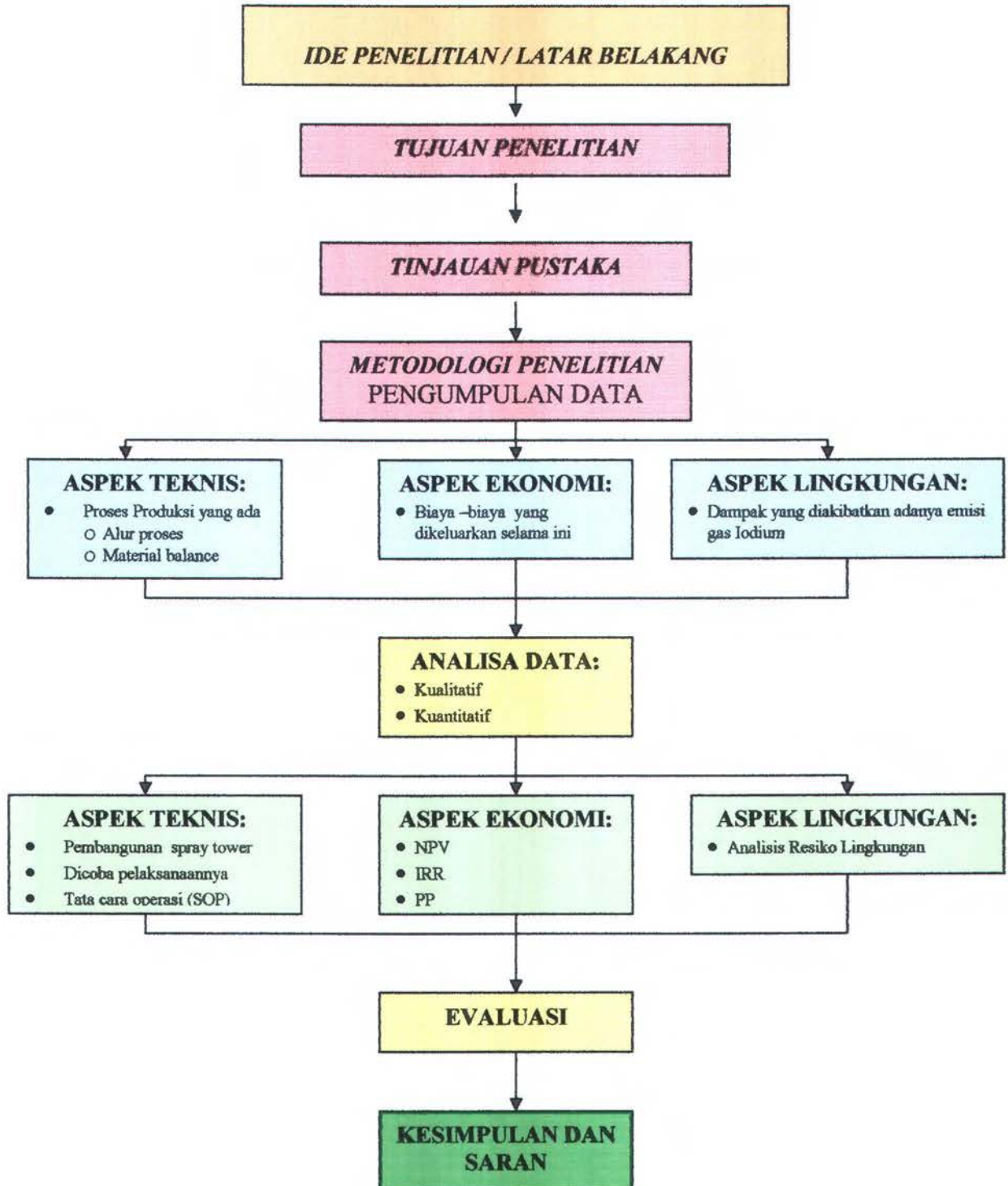


Proses penangkapan emisi gas iodium dengan larutan natrium hidroksida dirancang memakai alat dengan aplikasi absorber, yang fungsi utama dari suatu absorber adalah untuk menyisahkan kontaminan gas dari suatu aliran gas. Ada dua jenis absorber yang sering dipergunakan adalah: spray tower dan packed coloumn. Namun dalam pelaksanaan penelitian dan kajian ini diujicoba dengan membuat alat penangkap emisi gas iodium berupa spray tower, kemudian dianalisa aspek teknis, aspek ekonomis, dan aspek lingkungannya.



3.2. SKEMA METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar metodologi penelitian dapat digambarkan sebagai berikut :





3.3. TAHAPAN PENELITIAN

3.3.1. Studi Pustaka

Pada tahapan studi pustaka ini dilakukan pencarian informasi yang bersifat teoritis yang berkenaan dengan peralatan pengendali pencemaran udara pada proses ekstraksi iodium dan proses Kalium Iodat serta pencemaran yang ditimbulkan. Sumber-sumber pustaka yang digunakan meliputi buku-buku teks, laporan penelitian, jurnal ilmiah dan tesis yang berkaitan dengan penelitian/kajian yang akan dilakukan.

3.3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan data sekunder yang telah tersedia pada industri terkait, PT.Kimia Farma Plant Watudakon, Jombang. Beberapa data yang dibutuhkan untuk penelitian/kajian ini antara lain meliputi:

- ASPEK TEKNIS:
 - Neraca massa pada proses produksi
 - Alur proses produksi
- ASPEK EKONOMI:
 - Biaya-biaya yang telah dikeluarkan selama ini khususnya:
 - Biaya produksi
 - Harga Pokok Produksi
 - Maintenance bangunan dan peralatan
- ASPEK LINGKUNGAN:
 - Dampak yang diakibatkan adanya emisi gas Iodium



3.3. Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat analisis kuantitatif dan diskriptif terhadap aspek teknis, aspek ekonomi dan aspek lingkungan.

3.3.1. Aspek Teknis

Data untuk pembangunan spray tower gas iodium yang berkaitan dengan konsentrasi iodium yang hilang dengan emisi yang ditimbulkan sehingga tampak adanya berhasil atau tidaknya upaya reduksi gas, berupa:

- Neraca massa pada proses produksi
- Alur proses produksi
- Tata cara operasi (SOP)

3.3.2. Aspek Ekonomi

Analisis diskriptif berupa analisis financial terhadap nilai investasi dan biaya operasional serta penghematan biaya atas persiapan kegiatan produksi bersih yang dilanjutkan pula dengan penjelasan analisisnya.

Untuk menjawab dan mencapai tujuan dari penelitian ini maka digunakan langkah-langkah analisa sebagai berikut:

1. Menghitung biaya kerugian kehilangan iodium yang teremisikan
2. Menghitung pengeluaran investasi
3. Mengitung nilai sekarang bersih (NPV), B/C ratio dan IRR



3.3.3. Aspek Lingkungan

Sedangkan analisis lingkungan berupa pengumpulan data dan dianalisis menurut jenis dan sifat peruntukannya. Analisis resiko dilakukan dengan memperhitungkan persyaratan teknis sehingga mencapai ketepatan yang tinggi. Hasil analisis disajikan dalam bentuk Tabel, gambar, peta dan lain-lain. Sebelum melakukan analisis data Rona Awal Lingkungan, maka dirumuskan dan ditetapkan terlebih dahulu variabel atau parameter lingkungan hidup.

3.4. Evaluasi

Mengevaluasi apakah NPV positif, IRR tertinggi dan menghitung jangka pengembalian atau *payback period*.

Berdasarkan pada pilihan variabel atau parameter lingkungan yang ditetapkan pada aspek lingkungan maka dapat ditentukan metode yang tepat untuk menghitung analisis resikonya, antara lain adalah:

1. Metode Analisa Kualitatif
2. Metode Analisa Semi Kuantitatif
3. Metode Aspek Lingkungan Signifikan



3.5. Jadwal Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Semester IV Tahun 2005				
		Bulan ke-				
		1	2	3	4	5
1	Studi literature	—————				
2	Pengumpulan data primer, Pengambilan sample dan pengujian	—————				
3	Analisa Data		—————			
4	Pembuatan Laporan	—————				
5	Persiapan Seminar Tesis				———	
6	Perbaikan Hasil Seminar Tesis				———	
7	Ujian tesis (sesuai jadwal)				———	



BAB IV

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1. Uraian PT Kimia Farma Plant Watudakon



Gambar 4.1 Tampak depan kantor Plant Watudakon

PT.Kimia Farma Plant Watudakon Jombang terletak di desa Jombok, Kecamatan Kesamben, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Letaknya ± 7 km dari Kota Mojokerto. Kavling PT.Kimia Farma Plant Watudakon Jombang menempati lahan seluas $\pm 5,9$ Ha

dengan koefisien daerah terbangun 20%, yang terdiri dari bangunan dan aspal jalan. Lokasi PT.Kimia Farma Plant Watudakon Jombang dapat dilihat pada lampiran denah pabrik.

Awal mula PT.Kimia Farma (Persero) Tbk. Plant Watudakon adalah NV Iodium Onderneming Watudakon yang berdiri th.1926 oleh Pemerintah Belanda. Dalam rangka nasionalisasi perusahaan asing pada th.1957 NV Onderneming Watudakon diambil alih oleh Pemerintah RI, yang dalam perkembangannya, PT.Kimia Farma Plant Watudakon



Gambar 4.2 Sumur Iodium



Jombang pada mulanya bergerak dibidang eksploitasi Iodium untuk diolah menjadi senyawa murni Iodium dan garam-garamnya. Sejalan dengan perkembangan perusahaan PT.Kimia Farma Plant Watudakon Jombang memperluas bidang usahanya, sehingga kegiatan produksinya terdiri atas :

- Kegiatan Produksi Bahan Baku Kimia
- Kegiatan Produksi Formulasi Obat Jadi.

Kegiatan produksi Bahan Baku Kimia memproduksi bahan-baku seperti : Iodium, Garam-garam Iodium seperti Kalium Iodat (KIO_3), Kalium Iodida (KI), Natrium Iodida (NaI), Pemurnan Kalium Chlorida (KCl) dan Natrium Chlorida (NaCl), Ferro Sulfat ($FeSO_4$), kristal dan exicatus, dan Iodiol.



Gambar 4.3 Bangunan Produksi Formulasi

Kegiatan produksi Formulasi merupakan proses pembuatan bahan baku obat menjadi produk obat jadi. Produk obat jadi yang dihasilkan oleh PT.Kimia Farma Plant Watudakon Jombang terdiri atas sediaan obat padat (solid), sediaan setengah padat (semi Solid), Cairan (liquid) dan

kapsul lunak.

Masing – masing sediaan tersebut berupa :

1. Sediaan Padat

- Tablet
- Tablet Salut



2. Sediaan Setengah Padat

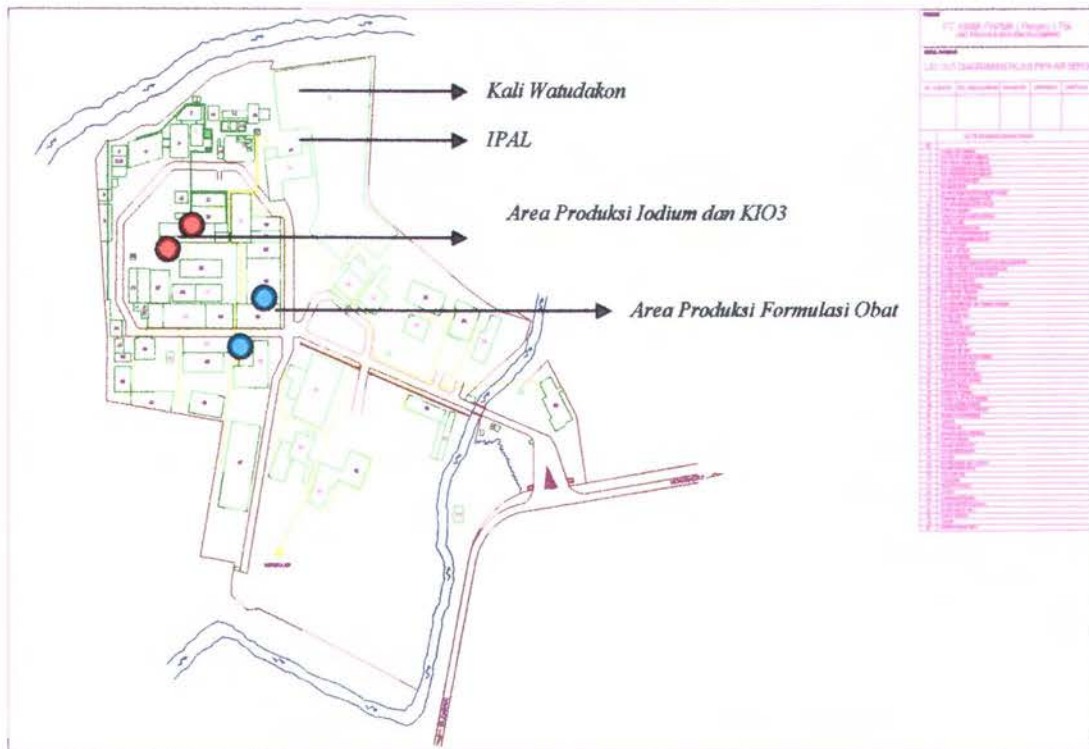
- Cream
- Salep Kulit
- Salep Mata
- Tetes telinga
- Suppositoria

3. Sediaan Cairan

- Cairan Obat Luar

4. Sediaan Kapsul Lunak

- Yodiol Kapsul Lunak
- Vitamin A Kapsul Lunak



Gambar 4.4. Layout PT Kimia Farma Plant Watudakon



4.2 Sistem Penanganan Limbah Eksisting

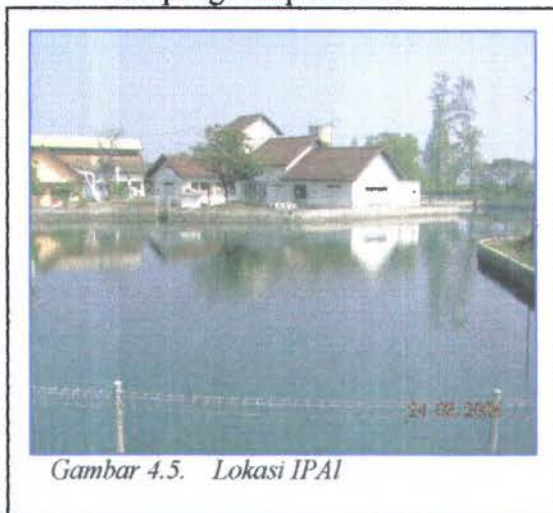
Dalam kegiatan tahap operasional pabrik PT (Persero) Kimia Farma Plant Watudakon, yaitu dari proses produksi dan kegiatan penunjangnya serta kreaktifitas karyawan, ditimbulkan limbah yang secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi limbah padat, limbah cair dan gas serta timbul kebisingan.

Secara umum dapat dijelaskan identifikasi sumber limbah dari kegiatan PT. Kimia Farma Plant Watudakon Jombang sebagai berikut :

1. Ruang Formulasi I (Tabletsasi) dan II (Proses Cairan Aseptis)
2. Ruang Proses Yodiol (Yodisasi dan kapsulasi)
3. Ruang proses Garam-garam lain (NaCl, KCl dan Ferro Sulfat)
4. Ruang Proses Kalium Yodat
5. Laboratorium (Pencucian alat dan Reagen)
6. Penambangan Iodium

IPAL eksisting yang telah terbangun terdiri atas unit-unit sebagai berikut :

1. Netralisasi pH
2. Buffle Channel
3. Bak pengendap I dan II



Gambar 4.5. Lokasi IPAL

4. Unit aerasi (sudah tidak berfungsi lagi, dan sekarang digunakan sebagai bak penampung efluen sebelum dipompakan ke sungai Brantas)
5. Bak Penampung



Sebelum bergabung IPAL terpusat, ada beberapa sumber air limbah yang dilakukan pengolahan pendahuluan setempat seperti :

- Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)
 - Unit Flotasi/ penangkap lemak / minyak (Oil Trap) : Dari proses Yodiol telah tersedia Bak Penampung Limbah sebagai pemisah minyak/lemak, yang kemudian akan dipompakan ke Unit Netralisasi di IPAL terpusat.
 - Unit Detoksikasin: Sebelum air limbah dari proses cairan aseptis bergabung di dalam IPAL terpusat terlebih dahulu telah melalui pengolahan pendahuluan (Pre treatment) yaitu proses pengkondisian pH.
 - Unit Pemisahan Ferro : Unit pemisahan Ferro dimaksudkan untuk menurunkan besi terlarut dengan cara mengkonversikan besi bivalen menjadi besi trivalent (presipitat), lalu dipindahkan dari air limbah dalam bak sedimentasi. Untuk mencapai efisiensi dan efisiensi proses Fe ini, bila perlu nilai pH diatur diatas netral dan oksidasi dilakukan dengan suplai udara menggunakan aerator.
 - Unit Netralisasi: . Air limbah yang bersifat asam atau basa harus dinetralkan terlebih dahulu sebelum diolah lebih lanjut dalam unit proses biologi guna mencapai kondisi optimum.
 - Unit Koagulasi – Presipitasi: untuk mengantisipasi kelanjutan proses netralisasi sebelumnya. Meskipun proses netralisasi terutama diarahkan untuk menetralkan pH, namun mengingat air limbah



bersifat sangat kompleks maka selain netralisasi pH akan berlangsung pula secara serentak proses-proses koagulasi-presipitasi

- Unit Sedimentasi: suatu unit yang didalamnya dialirkan cairan dengan kecepatan arus yang relatif lambat sehingga material-material *settleable* dapat mengendap di bagian dasar unit tersebut.

Limbah padat yang dihasilkan dari ruang produksi iodium, iodiol berupa carbon aktif. Sedangkan dari proses KCl dan NaCl dihasilkan limbah padat dapat berupa endapan BaSO_4 , CaCO_3 dan FeCO_3 .

Endapan berupa limbah padat di IPAL yang terbentuk akibat penambahan kapur dan setelah mengalami pengeringan di slugde drying bed. Penggunaan limbah padat ini dimanfaatkan sebagai penimbun tanah.

Tempat penampungan dan pembuangan limbah padat, saling terpisah antara limbah padat yang tidak berbahaya berupa tempat pembuangan sementara, sedangkan limbah padat yang berbahaya dibakar dengan didalam incinerator bersuhu diatas 1000°C .

Hasil dari pembakaran tersebut yang umumnya adalah senyawa hidro karbon berupa uap CO_x , NO_x , SO_x dan H_2O .

Khusus untuk limbah berupa debu yang beterbangan di udara, ditangkap dan dikumpulkan dengan dust collector. Secara periodic debu/partikel tersebut dikeluarkan dan dikumpulkan. Setelah itu limbah ini dibuang bersama-sama limbah padat lainnya

Limbah gas dan debu yang potensial berasal dari keluaran mesin boiler, proses pengaolahan iodium, proses garam-garam lain dan proses formulasi. Cerobong dari boiler setinggi 12 m.



Gambar 4.6. Penangkapan emisi gas yang ada

Limbah berupa gas uap iodium dilakukan penanganan dengan disemprot ke dalam bak berisi larutan NaOH (air soda) sehingga bereaksi membentuk senyawa garam iodide berupa cairan. Selanjutnya ditampung dan dialirkan ke bak ekstraksi pada proses produksi iodium.

4.3. ALUR PROSES PRODUKSI

4.3.1. Proses produksi Iodium

Cara yang digunakan adalah proses koladsorpsi – melting, merupakan perpaduan antara cara adsorpsi dan pengendapan, serta pemurnian yang lebih cepat. Meskipun belum secepat proses di Negara-negara produsen lainnya, namun cara ini cukup memadai dan ekonomis untuk mengolah brine di Watudakon saat ini yang baru mencapai kapasitas produksi ± 100 ton iodium per tahun.

Dalam pengoperasian produksi Iodium, menjalankan 5 tahap produksi, yaitu:

- Proses Pembebasan Iodium (Oksidasi) dan Penyerapan Iodium (Adsorpsi)
- Proses Ekstraksi
- Proses Pengendapan
- Proses Pemurnian
- Proses penggilingan dan pengemasan



4.3.1.1. Proses Pembebasan Iodium (Oksidasi) dan Penyerapan Iodium

(Adsorpsi)

Sebelum melakukan tahapan proses, air sumber (brine) yang mengandung iodium dialirkan ke bak penampung yang sebelumnya dihitung debit dan kadar iodium, dengan tujuan untuk mengetahui berapa larutan nitrit yang harus ditambahkan yang berfungsi sebagai oksidator.

Pada unit persiapan ini, bak penampungnya ada 2 buah. Bak pertama berfungsi untuk mengendapkan lumpur, pasir dan kotoran-kotoran yang terbawa saat pengeboran. Brine yang telah bebas kotoran ini akan mengalir ke bak kedua. Antara bak pertama dan kedua ini dihubungkan dengan celah dan dibatasi sebuah penyaring. Dari bak kedua, brine dipompa ke bak adsorpsi untuk diproses.

Brine yang sudah ditampung di bak adsorpsi, ditambah dengan H_2SO_4 sampai pH larutan antara 1,8 – 2,3 dan juga H_2O_2 yang berfungsi sebagai oksidator, juga untuk mengurangi gas NO_x .

Bak adsorpsi tersusun atas: lapisan paling bawah batu besar, lapisan tengah saringan, karbon aktif, saringan dan lapisan atas batu kerikil.

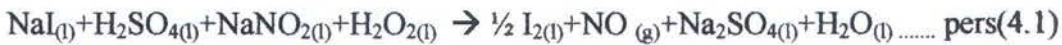
Brine tersebut dialirkan dari bawah menuju ke atas dengan tujuan I_2 yang terbentuk dapat teradsorpsi baik oleh karbon aktif. Apabila bak pertama sudah over flow dengan sendirinya mengalir menuju bak adsorpsi kedua yang berfungsi sama agar bila ada iodium yang lolos dari bak pertama masih bisa diadsorpsi karbon aktif di bak kedua. Proses ini berlangsung hingga karbon aktif jenuh yang ditandai dengan kadar iodium air buangan maksimum 2,5 ppm.



Gambar 4.7. Bak absorpsi pada saat penyusunan lapisan dan proses absorpsi brine

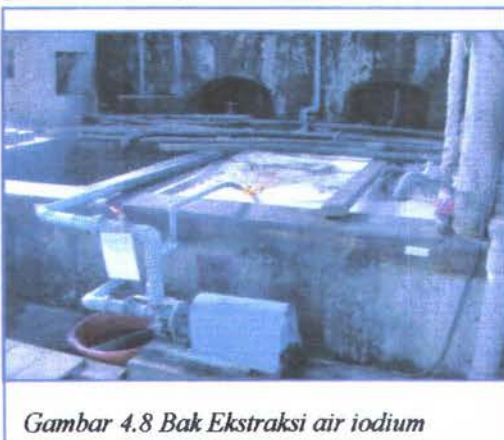
Karbon aktif jenuh ini selanjutnya dicuci dengan air bersih ± 6 kali pencucian atau sampai pH netral. Air cucian dialirkan ke bak penampung brine.

Reaksi yang terjadi pada proses oksidasi ini adalah:



4.3.1.2. Proses Ekstraksi

Karbon aktif dicuci, dengan tujuan untuk menghilangkan asam yang menempel pada karbon aktif. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi untuk melepaskan I_2 dari karbon aktif dengan penambahan soda (NaOH) pada suhu $\pm 60^\circ \text{C}$ pada bak yang sama.



Gambar 4.8 Bak Ekstraksi air iodium

Proses ekstraksi ini dimulai dengan pengenceran larutan NaOH 40% menjadi 2% dengan melarutkan ke dalam air bekas cucian ekstraksi sebelumnya, kemudian dipanaskan dengan steam pada suhu $\pm 60^\circ \text{C}$. Penambahan NaOH 40% ini



berdasarkan jumlah iodium yang terikat dalam karbon aktif. Setelah semuanya siap, dilakukan proses ekstraksi dengan cara mensirkulasi terus menerus hingga kadar I_2 dalam NaI yang terbentuk mencapai minimal 8 g/lit dan kadar NaOH dalam larutan maksimal 0,02%. Jika kadar telah mencapai atau melebihi 8 g/lit proses sirkulasi dihentikan dan dialirkan ke bak penampungan yang telah disediakan. Proses sirkulasi ini diulang sampai jumlah iodium dalam karbon habis terambil (sesuai atau mendekati hasil perhitungan).

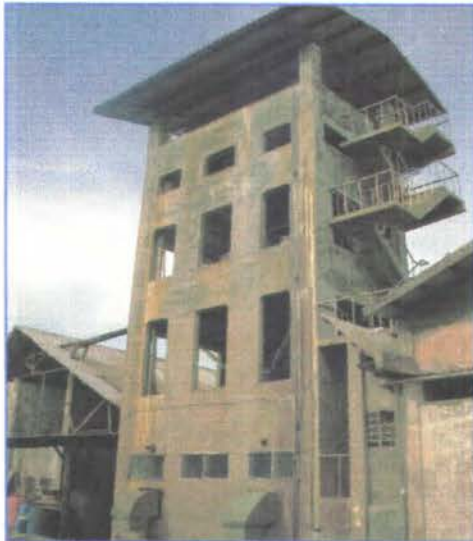
Selanjutnya dilakukan pencucian terhadap karbon aktif yang masih mengikat NaOH, dengan menggunakan air panas dan air dingin sampai pH netral. Air bekas cucian ini ditampung untuk proses ekstraksi selanjutnya.

Karbon aktif selanjutnya diaktifkan kembali dengan penambahan larutan asam sulfat sampai pH mencapai 1-2 dan karbon siap untuk proses adsorpsi.

Reaksi yang terjadi pada proses ekstraksi ini adalah:



4.3.1.3. Proses Pengendapan



Gambar 4.9 Menara Pengendapan Iodium

Larutan NaI yang dihasilkan, ditambahkan dengan $NaNO_2$ yang disesuaikan dengan jumlah iodium yang terkandung. Larutan campuran ini diaduk agar larutan tercampur sempurna dan dipompa ke bak dekantasi (hanya transit saja) agar kotoran-kotoran yang terikat pemompaan, tidak ikut ke

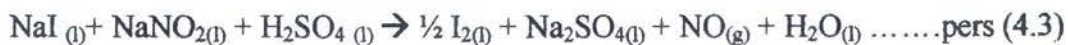


bak filter. Selanjutnya dialirkan ke bak filter, yang tersusun atas batu besar dan kerikil.

Setelah proses pemfilteran selesai, larutan NaI dipompakan ke menara pengendapan. Menara pengendapan ini terdiri dari 5 lantai, yaitu:

- Lantai 5 terdiri dari 4 buah tangki penampung: 1 (satu) buah tangki larutan NaI + NaNO₂ dan 1 (satu) buah tangki larutan H₂SO₄ dan 2 (dua) buah tangki larutan H₂O₂.
- Lantai 3: Proses pereaksian antara ketiga larutan dalam reaktor sampai terlihat warna hitam dalam kaca penduga pengendapan, tidak banyak gelembung gas dan hanya terlihat endapan hitam (menunjukkan reaksi sudah sempurna).
Pereaksian ini dilakukan selama ± 3 jam dan setiap 3 jam hasil endapan diturunkan pada tangki di lantai 2
- Lantai 2: Endapan didekantasi kembali selama 3 jam, sedangkan lapisan air dialirkan ke bak penampung brine.
- Lantai bawah (lantai 1): Proses centrifuge iodium endap sampai mencapai kadar 85%. Filtrat dialirkan ke proses adsorpsi.

Reaksi yang terjadi:



4.3.1.4. Proses Pemurnian

Iodium endap yang sudah dicentrifuge dengan kadar iodium minimal 85% dimasukkan tangki melter untuk proses pemurnian. Di sini iodium endap ditambah dengan H₂SO₄ dimasukkan ke dalam tangki melter dan dipanaskan dengan



Gambar 4.10 Unit pemurnian iodium

menggunakan steam bertekanan 4-5 atm selama 12 jam. Iodium akan meleleh dan zat-zat organik pengotor didestruksi dengan H_2SO_4 . Lapisan Iodium yang terbentuk dituang dan ditampung dalam cawan porselin dan didinginkan selama ± 8 jam, sedangkan filtrat berupa

H_2SO_4 ditampung ke bak penampung H_2SO_4 untuk proses adsorpsi. Iodium yang sudah dingin dan membentuk kristal, ditumbuk sampai kira-kira dapat dengan mudah untuk digiling sempurna. Iodium yang dihasilkan ini mengandung kadar iodium minimal 99,5% - 100,5% dengan sisa penguapan maksimal 0,1% (USP XXVII, 2003).

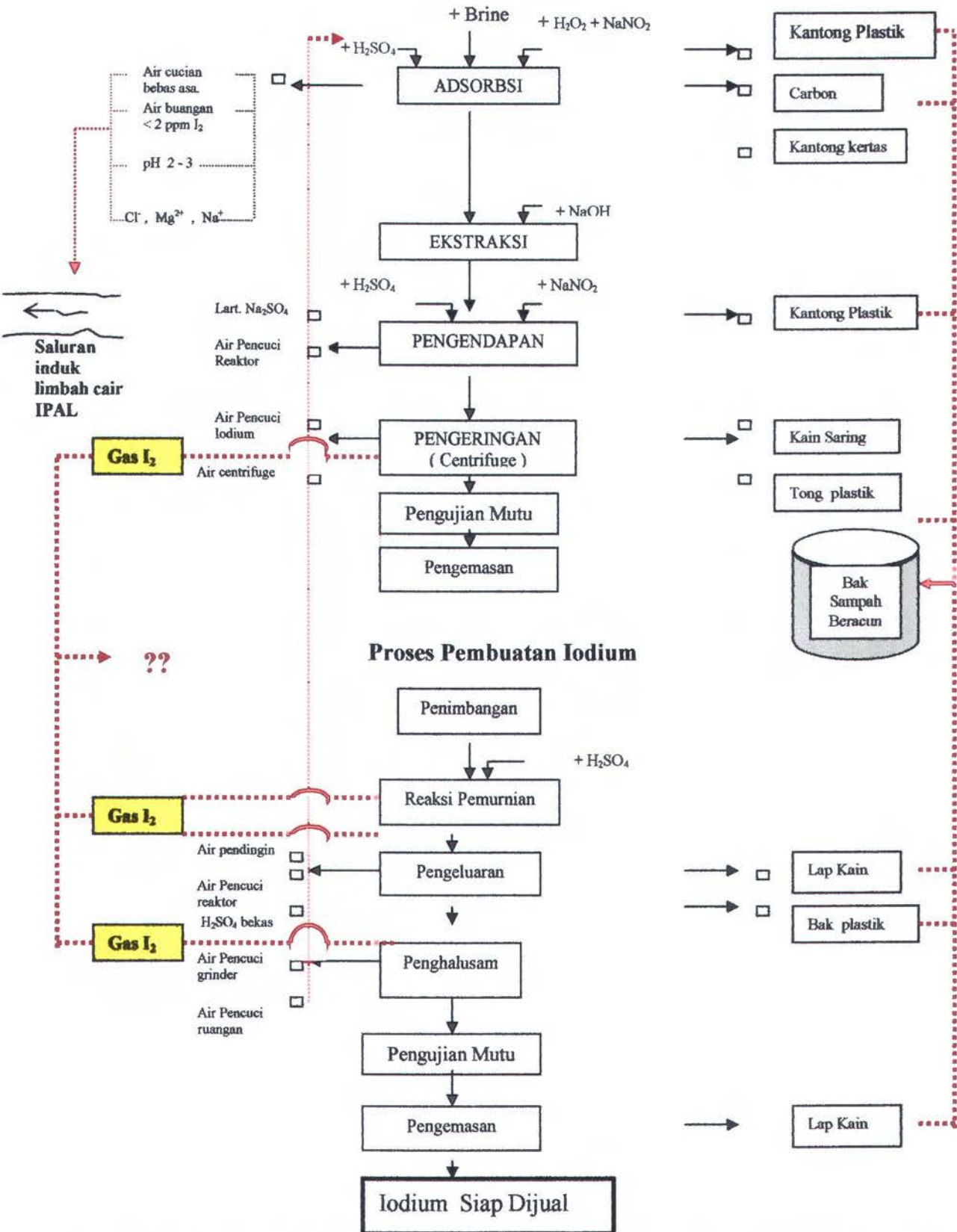
4.3.1.5. Proses Penggilingan dan Pengemasan

Iodium yang berupa bongkahan, selanjutnya digrinder (digiling) dan diayak sesuai dengan derajat kehalusan tertentu. Langkah selanjutnya adalah pengemasan dan siap dipasarkan dalam kemasan drum berkapasitas 50 kg.

Adapun alur proses pembuatan iodium dapat dilihat pada diagram dibawah ini:



Gambar 4.11. FLOW PROSES PEMBUATAN IODIUM Sebelum perbaikan





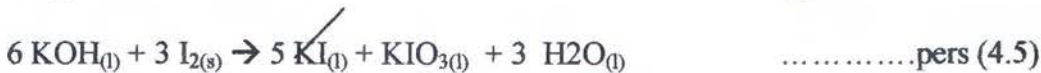
4.3.2. Proses Produksi Kalium Iodat

4.3.2.1. Proses Reaksi

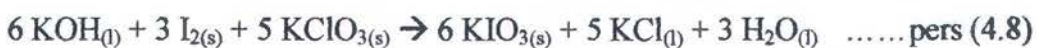
Pembuatan Kalium Iodat adalah iodium endap dengan kadar 85% yang direaksikan dengan larutan Kalium Hidroksida (KOH) dalam tangki reaksi I, diaduk sampai reaksi berjalan sempurna dan pH mencapai 7-9. Pereaksi ini berjalan selama ± 1 jam dengan suhu steam 100° C. Pada saat yang sama, Kalium Chlorat pada tangki II dilarutkan dalam air dan dipanaskan dengan tekanan 1,5 atm serta diaduk selama 5-6 jam. Pada tangki II, larutan ditambah dengan larutan asam nitrat, diaduk sampai pH 1-2. Setelah reaksi sempurna, larutan dialirkan dari tangki I ke tangki II sedikit demi sedikit sampai larutan dalam tangki I habis, sehingga terjadi reaksi sempurna. Dan perlu diketahui apabila aliran larutan terlalu besar maka reaksi akan kelebihan KI sehingga timbul uap merah muda keunguan (I_2). Hal ini berarti I_2 ada yang terbuang. Setelah reaksi selesai, dilakukan pendiaman rekasi selama 60 menit, kemudian larutan dinetralkan dengan larutan KOH dan penetralan didiamkan selama 10-15 menit agar reaksi sempurna.

Reaksi yang terjadi pada proses ini:

Tangki reaksi Pertama:



Tangki reaksi kedua:





Hasil reaksi dalam tangki II dikeluarkan dan ditampung kemudian didekantasi selama 8 jam. Hasilnya berupa endapan crude KIO_3 dicentrifuge untuk mendapatkan crude KIO_3 yang kering.

4.3.2.2. Centrifugasi dan Pelarutan

Endapan crude KIO_3 yang kering, dilarutkan dalam tangki pelarutan dengan menambahkan air dan norit sampai larut sempurna. Kemudian diaduk selama 1 jam sambil dipanaskan. Larutan ini didekantasi selama 8 jam sampai semua kotoran mengendap.

4.3.2.3. Proses Penguapan dan Pelarutan

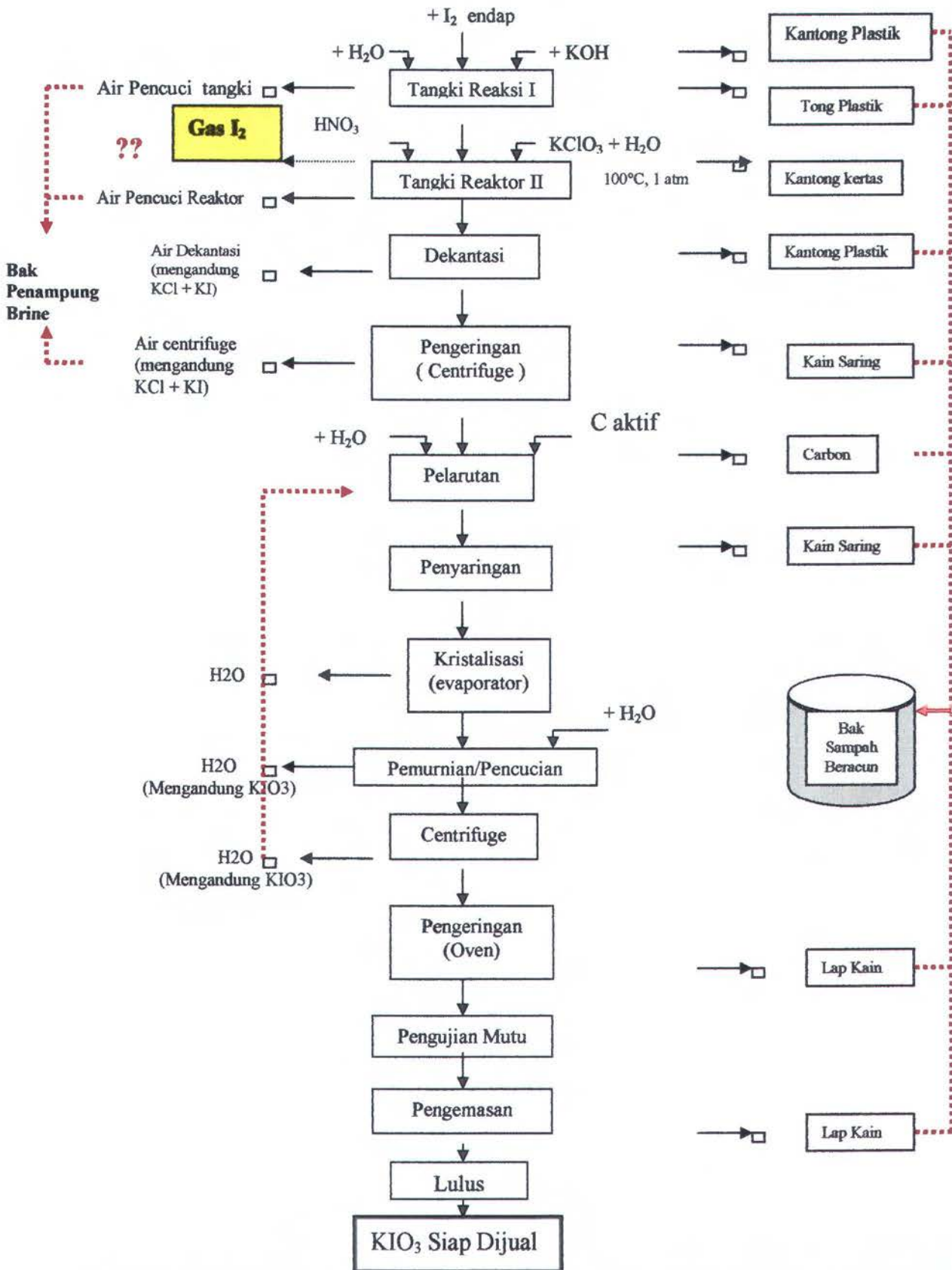
Setelah dilakukan dekantasi, filtrat KIO_3 disaring dan dimasukkan ke dalam tangki penguapan kemudian dipanaskan sampai terbentuk kristal. Kristal ini diambil dan dicuci dengan air sampai bersih.

4.3.2.4. Proses Pengeringan

Setelah kristal KIO_3 dicuci, dipindahkan ke centrifuge untuk memisahkan kristal KIO_3 dengan air. Kemudian dikeringkan ke dalam oven pengering pada suhu 95°C - 100°C selama 5-6 jam. Kemudian dilakukan pengemasan dalam botol berkapasitas 2 kg.



Gambar 4.12. ALUR PROSES PRODUKSI KALIUM IODATE
Sebelum perbaikan





BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1. Hasil Penelitian dan Analisa Kondisi Eksisting

Penelitian yang dilakukan adalah dengan mengevaluasi bahan baku awal iodium endap yang digunakan, hasil produk iodium dan hasil produk kalium iodat.

5.1.1. Aspek Teknis:

Data primer yang diambil adalah data mengenai alur proses produksi, peralatan, neraca massa dan data sekunder yang telah tersedia pada industri, PT. Kimia Farma Plant Watudakon, Jombang.

Dari data neraca massa yang ada, yang berisikan jumlah bahan awal yang digunakan dan jumlah hasil iodium dan kalium iodat sehingga diketahui selisih berupa jumlah iodium yang terbuang namun belum rinci jumlah dan bentuk buangan.

Di bawah ini data Januari 2005 produksi iodium dan neraca massa bahan:

Tabel 5.1 Bahan Baku Iodium Endap dan Realisasi Produksi Bulan Januari 2005

Pemakaian Iodium endap untuk Produksi:		Realisasi Produksi		
Iodium (kg)	KIO ₃ (kg)	Iodium (drum@ 50 kg)	KIO ₃ (kg)	
800		13		
800		12		
	370		425	
	370		425	
	370		425	
	370		425	
	370		425	
	370		425	
	370		450	
800		13		
Jumlah =	2400	2590	38	3000
Kesetaraan Iodium =	2040	2201,5	1900	1779



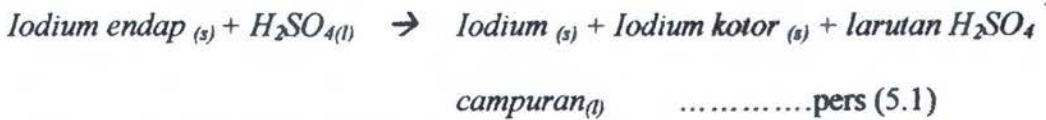
Dari data di atas dapat dihitung kehilangan iodium pada proses produksi Iodium dan Kalium Iodat sebagai berikut:

Proses iodium	=	140 kg (selisih dari 2040 dan 1900)
Proses Kalium Iodat	=	422,5 kg (selisih dari 2201,5 dan 1779)
<hr/>		
Total pada bulan Januari '05	=	562,5 kg

Selanjutnya dilakukan pengamatan lebih detail kehilangan iodium dalam berbagai bentuk berdasarkan neraca massa reaksi bahan.

5.1.1.1. Neraca massa Pada Proses Produksi Iodium Eksisting

Dari proses produksi didapat reaksi kimia :



Tabel 5.2. Skema neraca massa pada proses produksi iodium

Awal	Hasil
<i>Iodium endap</i> →	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Iodium murni kadar min. 99,5%</i> • <i>Iodium Kotor bentuk kristal</i> • <i>Iodium Kotor bentuk lumpur</i> • <i>Iodium terlarut dalam H₂SO₄</i> • <i>Emisi gas Iodium</i>

Sumber: Hasil Penelitian 2005

Berdasarkan reaksi kimia tersebut, dihitung neraca massa iodium yang dikandung sebelum ada pembangunan spray tower emisi gas iodium, hanya dialirkan ke dalam bak larutan NaOH seperti pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4. seperti perhitungan pada dua batch iodium di bawah ini.



Tabel 5.3 Neraca massa Eksisting Produksi Iodium Batch 025191 W

Batch Number : 025191 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 800 kg, kadar 91,55 %	Setara dengan Iodium $800 \times 91,55\% = 732,4 \text{ kg}$
Hasil:	Iodium , berat	650 kg
	Iodium kotor bentuk kristal Berat 10 kg, kadar 98,5%	$10 \times 98,5\% = 9,85 \text{ kg}$
	Iodium kotor bentuk lumpur Berat 80 kg, kadar 40 %	$80 \times 40\% = 32 \text{ kg}$
	Iodium dalam larutan H_2SO_4 Berat 1435 kg, BJ 1,84, kadar 350 ppm	$1435/1,84 \times 350/10^6 =$ 0,27 kg
Sisa	Berupa gas	$732,4 - 692,12 = 40,28 \text{ kg}$
Yang terabsorbsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH	$\approx 0,5 \text{ kg}$ Iodium
<i>Efisiensi gas yang diabsorbsi =</i>		$0,5 / 40,28 = 1,2 \%$

Sumber: Hasil Penelitian 2005

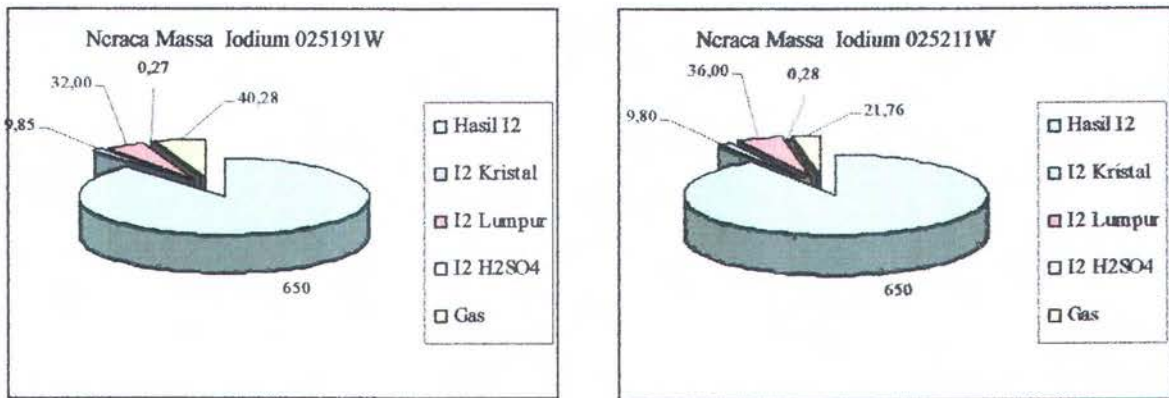
Tabel 5.4. Neraca massa Eksisting Produksi Iodium Batch 025211 W

Batch Number : 025211 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 800 kg, kadar 89,73 %	Setara dengan Iodium $800 \times 89,73\% = 717,84 \text{ kg}$
Hasil:	Iodium , berat	650 kg
	Iodium kotor bentuk kristal Berat 10 kg, kadar 98,0%	$10 \times 98,0\% = 9,8 \text{ kg}$
	Iodium kotor bentuk lumpur Berat 80 kg, kadar 45 %	$80 \times 45\% = 36 \text{ kg}$
	Iodium dalam larutan H_2SO_4 Berat 1435 kg BJ 1,84, kadar 355 ppm	$1435/1,84 \times 355/10^6 =$ 0,28 kg
Sisa	Berupa gas	$732,4 - 696,08 = 21,76 \text{ kg}$
Yang terabsorbsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$\approx 0,2 \text{ kg}$ Iodium
<i>Efisiensi gas yang diabsorbsi =</i>		$0,2 / 21,76 = 0,9 \%$

Sumber: Hasil Penelitian 2005

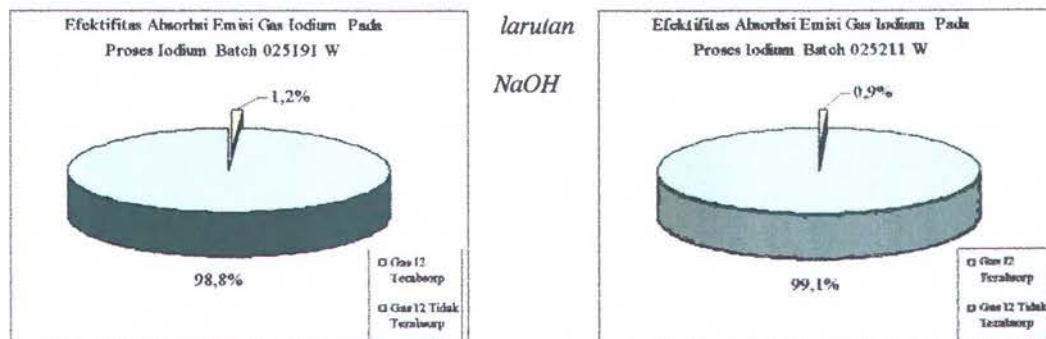


Dari kedua tabel tersebut di atas, tampak adanya iodium yang terbang dalam bentuk gas cukup besar yaitu rata-rata sisa berupa gas dari kedua batch tersebut adalah 31,02 kg dan tidak sebanding dengan kadar iodium endap yang direaksikan. Hal ini disebabkan karena sistem produksi yang terbuka, tidak adanya pengendalian proses dan tidak adanya sistem prosedur yang jelas. Berikut grafik neraca massa pada proses produksi iodium batch 025191 W dan 025211W.



Gb 5.1. Grafik neraca massa iodium pada bulan Februari 2005

Dibawah ini grafik efisiensi absorpsi emisi gas iodium pada kondisi eksisting pada proses iodium dengan efisiensi reduksi gas rata-rata sebesar 1,05 %.



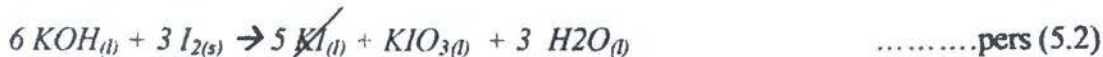
Gambar 5.2 Grafik efisiensi absorpsi emisi gas iodium dengan cara disemprotkan ke dalam bak



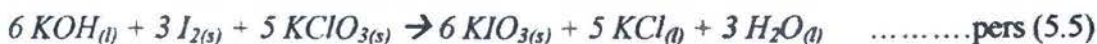
5.1.1.2. Neraca massa Pada Proses Produksi Kalium Iodat Eksisting

Dari proses produksi didapat reaksi kimia :

Tangki reaksi Pertama:



Tangki reaksi kedua:



Tabel 5.5. Skema neraca massa pada proses produksi iodium

Awal	Hasil
Iodium endap →	<ul style="list-style-type: none"> • <i>KIO3 crude</i> • <i>Larutan campuran KCl+KI+H2O</i> • <i>Emisi gas iodium</i>

Sumber: Hasil Penelitian 2005

Berdasarkan reaksi kimia tersebut dan dihitung neraca massa iodium pada kondisi eksisting pada proses produksi Kalium Iodat batch 025041 W dan 025201W dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 .



Tabel 5.6. Neraca massa Eksisting Produksi Kalium Iodat Batch 025041W

Batch Number : 025041 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 370 kg, kadar 87,75 %	Setara dengan Iodium $370 \times 87,75\% = 324,68 \text{ kg}$
Hasil:	KIO ₃ Crude, berat 479 kg kadar 95,4% Berat x kadar x $\frac{BM \text{ Iodium}}{BM KIO_3}$	Setara dengan Iodium $479 \times 95,4 \times \frac{126,9}{214,02} = 270,95 \text{ kg}$
	Iodium yang terlarut dalam campuran larutan KCl; KI; H ₂ O = 7 g/l dengan volume 500 l	$7 \times 500 / 1000 = 3,5 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$324,68 - 274,45 = 50,22 \text{ kg}$

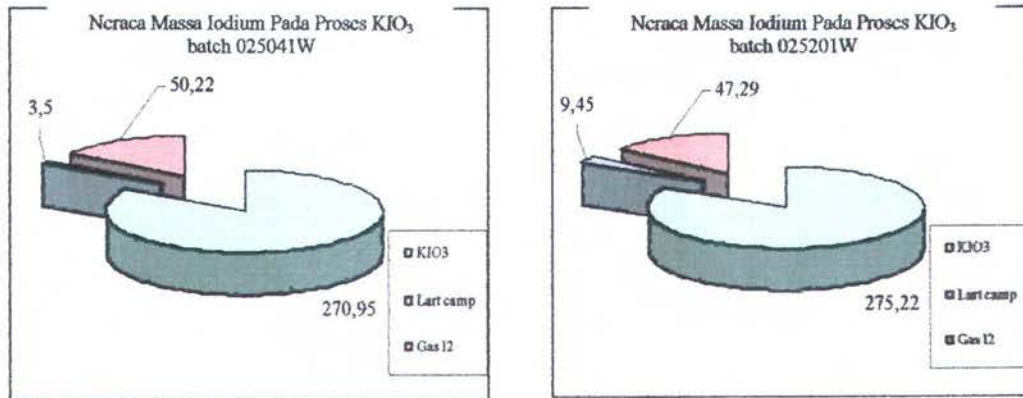
Sumber: Hasil Penelitian 2005

Tabel 5.7 Neraca massa Eksisting Produksi Kalium Iodat Batch 025201 W

Batch Number : 025201 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 370 kg, kadar 89,72 %	Setara dengan Iodium $370 \times 89,72\% = 331,96 \text{ kg}$
Hasil:	KIO ₃ Crude, berat 482 kg kadar 96,3% Berat x kadar x $\frac{BM \text{ Iodium}}{BM KIO_3}$	Setara dengan Iodium $482 \times 96,3 \times \frac{126,9}{214,02} = 275,22 \text{ kg}$
	Iodium yang terlarut dalam campuran larutan KCl; KI; H ₂ O = 18,9 g/l dengan volume 500 l	$18,9 \times 500 / 1000 = 9,5 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$331,96 - 284,67 = 47,29 \text{ kg}$

Sumber: Hasil Penelitian 2005

Rata-rata sisa berupa gas dari kedua batch tersebut adalah 48,76 kg. Berikut grafik neraca massa pada proses produksi Kalium Iodat batch 025041 W dan 025201 W pada Gambar 5.3.



Gb 5.3. Grafik neraca massa iodium pada proses Kalium Iodat pada bulan Februari 2005

5.1.1.3. Pemilihan Metode Absorpsi Emisi Gas

Alasan pemilihan spray tower emisi gas secara spray adalah :

1. Sistem sederhana
2. Mudah dilaksanakan (cepat)
3. Murah

Adapun untuk pembuatan spray tower emisi gas, memerlukan beberapa alat:

1. Pompa

Alasan pemilihan pompa dengan kekuatan 2 PK memakai perhitungan sebagai berikut:

Fungsi : Memompa larutan NaI pada spray tower secara sirkulasi tertutup

Kapasitas pompa : $4 \text{ m}^3 / 30 \text{ menit} = 17.640 \text{ lb/jam}$

Density larutan NaI : $76,02 \text{ lb/cuft}$

Kecepatan aliran larutan NaI:

$$qF = \frac{17.640 \text{ lb/jam}}{76,02 \text{ lb/cuft}} = 232,04 \text{ cuft/jam} = 0,064 \text{ cuft / sec}$$



Safety factor = 20%, maka kecepatan menjadi

$$\begin{aligned}
 qF &= 1,2 \times 0,064 = 0,0764 \text{ cuft / sec} \\
 &= 34,47 \text{ gpm}
 \end{aligned}$$

Diameter pipa optimum :

$$\begin{aligned}
 \text{Diam opt} &= 3,0 \times qF^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
 &= 3,0 \times (0,0768)^{0,45} \times (76,02)^{0,13} \\
 &= 2,16 \text{ inc (dibulatkan 2,0 inc)}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi pipa yang digunakan :

$$\text{Diameter nominal pipa} = 2 \text{ inc}$$

$$\text{Diam dalam} = 0,75 \text{ inc} = 0,06 \text{ ft}$$

$$\text{Diam luar} = 1,0 \text{ inc} = 0,08 \text{ ft}$$

$$\text{Luas penampang} = 0,023 \text{ ft}^2$$

Kecepatan linier larutan NaI :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{qF}{A} \\
 &= \frac{0,096}{0,023} = 4,17 \text{ ft/sec}
 \end{aligned}$$

Viskositas larutan NaI (μ) = 2,0 Cp

$$= 2,0 \times 6,72 \cdot 10^{-4}$$

$$= 1,344 \times 10^{-3} \text{ lb / ft sec}$$



Reynold Number :

$$\begin{aligned} NRe &= \frac{D V \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,17 \times 4,17 \times 76,02}{1,344 \times 10^{-3}} = 40.0987 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Pipa commercial steel , $\epsilon = 0,00015$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,17} = 0,0009$$

Dari grafik Nre vs ϵ / D , didapat harga $f = 0,0245$

Data penggunaan pipa :

Panjang pipa horizontal = 25 m = 82,03 ft

Beda tinggi (ΔZ) = 6 m = 19,68 ft

Jumlah elbow = 2 buah

Panjang pipa ekivalent = $82,03 + 19,68 + (2 \times 30 \times 0,17) = 152,96$ ft

Power pompa :

$$\begin{aligned} HA &= \frac{f L V^2}{2 g c D} + \Delta Z \frac{g}{g c} + \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2 g c \alpha} \\ &= \frac{0,00245 \times 152,96 \times (4,17)^2}{2 \times 32,17 \times 0,17} + 45,93 + 0 + \frac{(4,17)^2}{2 \times 32,17} \\ &= 53,17 \text{ ft lbf / lbm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{\rho \cdot Q \cdot \text{HA}}{550} \\ &= \frac{76,02 \times 0,0768 \times 53,17}{550} = 0,56 \end{aligned}$$

Effisiensi pompa = 35 %

$$\text{HP Pompa} = \frac{0,56}{0,36} = 1,6$$

Effisiensi motor = 82 %

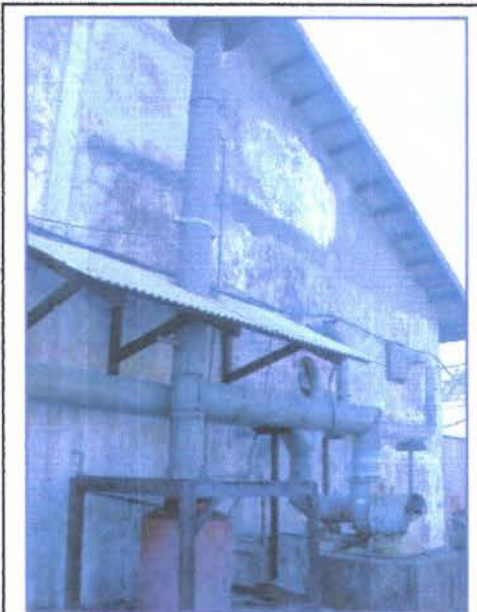
$$\text{HP Pompa} = \frac{1,6}{0,82} = 1,95 \text{ (dibulatkan 2 HP)}$$

2. Tangki berkapasitas 500 liter profil tank yang relatif tahan korosif

Dengan perkiraan, volume larutan NaOH 2% 400 liter dan uap air yang ikut tertarik dalam gas iodium ± 100 liter yaitu lama proses 12 jam.

3. Larutan absorber berupa larutan NaOH.

Dasar pemilihan larutan NaOH sebagai larutan absorber, yaitu:



Gambar 5. 4. Unit Absorpsi Emisi Gas I₂

- a. Iodium pada umumnya dalam bentuk garam alkalinnya.
- b. NaOH dari segi harga lebih murah dan mudah didapat dibandingkan basa golongan alkali lainnya
- c. Dari proses produksi iodium, digunakan larutan NaOH sebagai larutan ekstraksinya



NaOH dipilih dengan konsentrasi 2%, dengan pertimbangan :



NaOH yang digunakan dengan kadar 40% , BJ 0,576 g/l, sebanyak 20 liter setara dengan $20 / 0,576 = 11,52$ kg.

Dari reaksi kimia dapat dihitung Iodium yang terikat dan bereaksi dengan NaOH yaitu sebesar :

$$\frac{BM \text{ Iodium } (126,9)}{BM \text{ NaOH } (40)} \times \text{berat} = 36,5 \text{ kg}$$

Ditarik kesimpulan dari rata-rata sisa gas yang dihitung sebelumnya yang berkisar $\pm 30 - 40$ kg maka untuk larutan absorber dipilih NaOH berkadar 2%.

Cara pembuatan NaOH dengan konsentrasi 2% dari larutan berkadar 40%

20 liter NaOH 40% dilarutkan ke dalam air 375 liter

dengan rumus $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$, didapat hitungan kadar yang didapat

$$20 \times 40\% = 375 \times N_2 \rightarrow N_2 = 2,1 \%$$

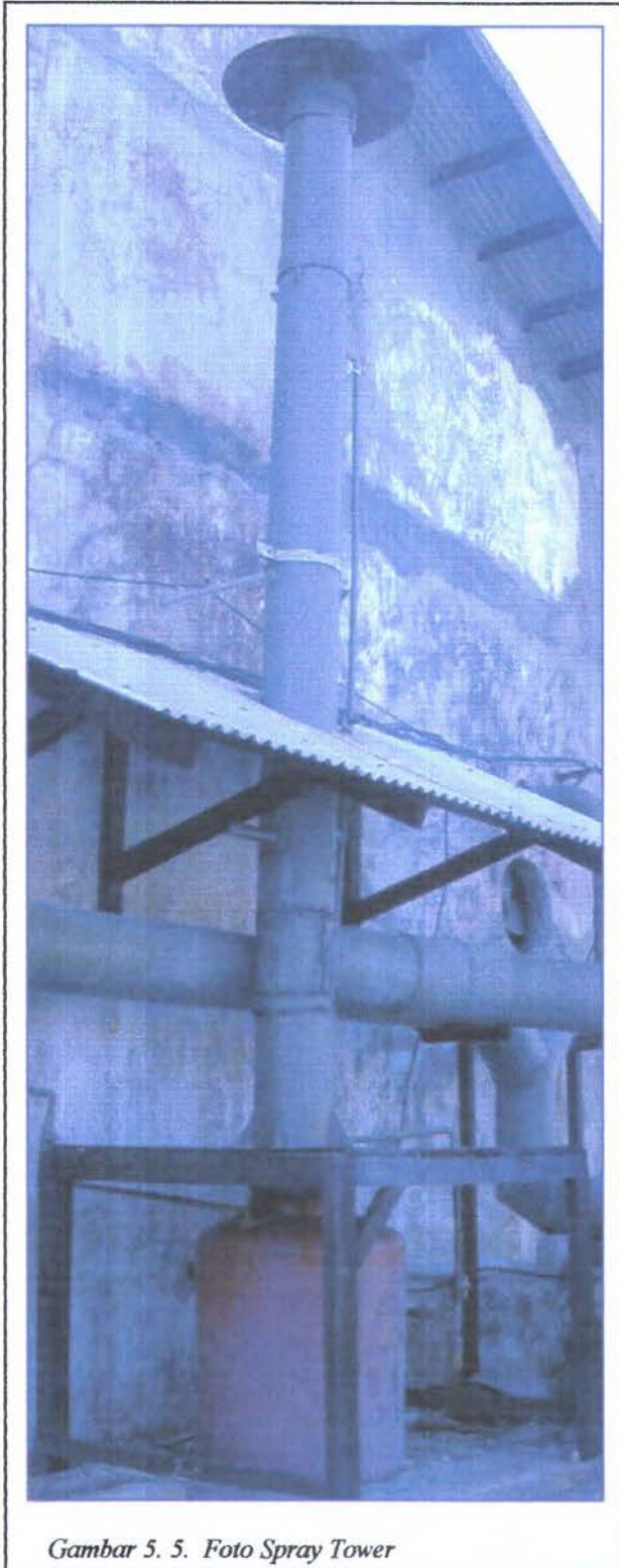
Unit spray tower yang dibangun mempunyai ukuran, sebagai berikut:

Spesifikasi teknis spray tower:

- *Spray tower*
 - ✦ Bentuk: bejana silinder vertical
 - ✦ Dimensi:
 - Diameter : 12 inchi
 - Tinggi total : 6 meter
 - ✦ Jumlah : a buah
 - ✦ Bahan : pipa PVC berlapis fiber glass



- *Pipa transmisi liquid absorber:*



Gambar 5. 5. Foto Spray Tower

- ◆ Dimensi :

- Tinggi total : 4,5 meter
 - Diameter pipa : $\frac{3}{4}$ inchi

- ◆ Bahan : Pipa PVC AW

- *Penampung larutan absorber:*

- ◆ Kapasitas : 500 liter
 - ◆ Jenis : Profil tank

- *Liquid Distributor:*

- ◆ Dimensi:

- Diameter : 10 inci
 - Lubang : 2 lubang per inchi

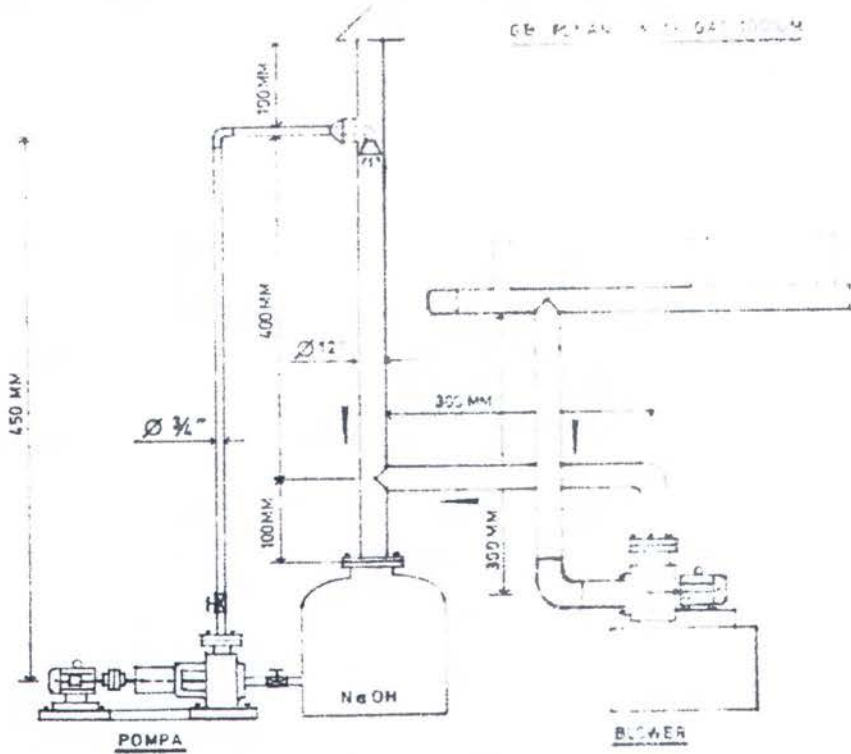
- ◆ Bahan : PVC

- *Debit larutan absorber (NaOH) :*
4,17 ft/sec

- *Pompa larutan absorber: 2 HP*

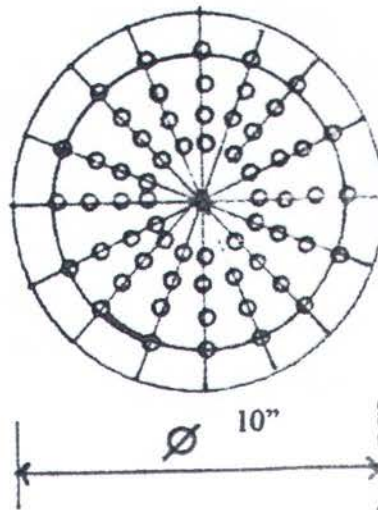


Disain gambar spray tower yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5. 6. Gambar Detail Penangkapan Gas Iodium

Disain gambar nozzle spray dapat dilihat pada Gambar 5.7



Gambar 5. 7. Gambar Detail Nozzle Spray Larutan



5.1.1.4. Neraca massa Pada Proses Produksi Iodium Setelah Investasi Unit Absorber

Setelah adanya pembangunan unit absorber emisi gas Iodium, didapat neraca massa pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 dibawah ini:

Tabel 5.8. Neraca massa Setelah Ada Spray tower pada Produksi Iodium Batch 045201 W

Batch Number : 045201 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 800 kg, kadar 89,37%	Setara dengan Iodium $800 \times 89,37\% = 714,96 \text{ kg}$
Hasil:	Iodium , berat	650 kg
	Iodium kotor bentuk kristal Berat 11 kg, kadar 98,0 %	$11 \times 98,0\% = 10,78 \text{ kg}$
	Iodium kotor bentuk lumpur Berat 70 kg, kadar 45 %	$70 \times 45\% = 31,5 \text{ kg}$
	Iodium dalam larutan H ₂ SO ₄ Berat 1390 kg BJ 1,84, kadar 355 ppm	$1390/1,84 \times 355/10^6 = 0,27 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$702,08 - 692,55 = 22,41 \text{ kg}$
Yang terabsorpsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$7 \text{ g/liter} \approx 3,5 \text{ kg Iodium}$ $\approx \text{harga Rp}$
<i>Efisiensi gas yang diabsorpsi =</i>		$3,5 / 22,41 = 15,6 \%$

Sumber: Hasil Penelitian 2005

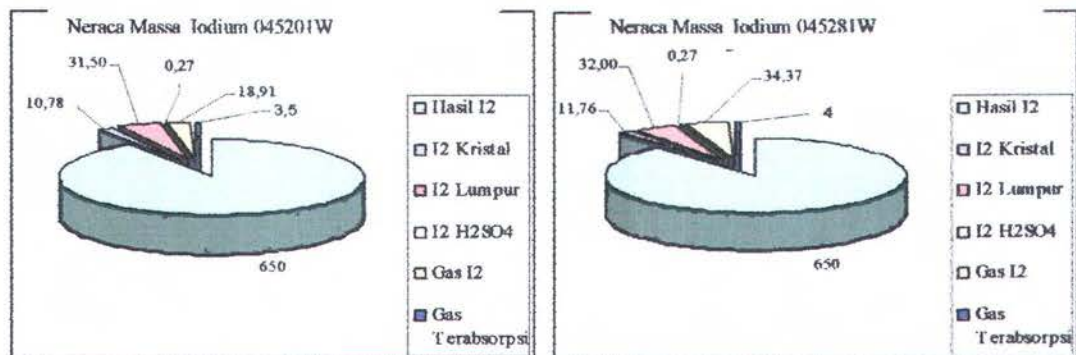


Tabel 5.9. Neraca massa Setelah Ada Spray tower pada Produksi Iodium Batch
045281 W

Batch Number : 045281 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 800 kg, kadar 91,55 %	Setara dengan Iodium $800 \times 87,76\% = 732,40 \text{ kg}$
Hasil:	Iodium , berat	650 kg
	Iodium kotor bentuk kristal Berat 12 kg, kadar 98,0 %	$12 \times 98,0\% = 11,76 \text{ kg}$
	Iodium kotor bentuk lumpur Berat 80 kg, kadar 40 %	$80 \times 40\% = 32 \text{ kg}$
	Iodium dalam larutan H ₂ SO ₄ Berat 1400 kg BJ 1,84, kadar 360 ppm	$1400/1,84 \times 360/10^6 = 0,27 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$702,08 - 694,03 = 38,37 \text{ kg}$
Yang terabsorpsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$8 \text{ g/liter} \approx 4 \text{ kg iodium}$
Efisiensi gas yang diabsorpsi =		$4 / 38,37 = 10,04 \%$

Sumber: Hasil Penelitian 2005

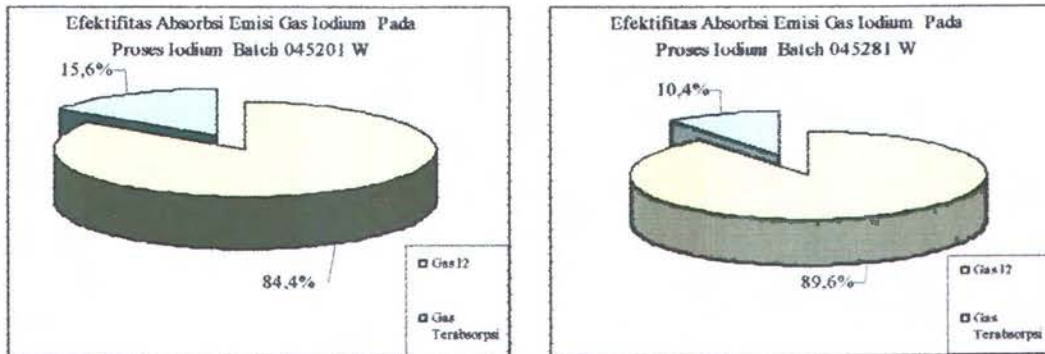
Dibawah ini grafik neraca massa setelah ada unit spray tower pada proses iodium dengan rata-rata sisa iodium berupa gas dari kedua batch tersebut adalah 30,39 kg.



Gambar 5.8 Grafik neraca massa iodium pada bulan April 2005



Sedangkan rata-rata efisiensi penangkapan gas yang terabsorpsi dari kedua batch tersebut adalah 13,0% seperti pada Gambar 5.9 mengenai grafik efisiensi absorpsi emisi gas iodium dibawah ini



Gambar 5.9. Grafik Efisiensi Absorpsi Gas Iodium pada proses Iodium pada bulan April 2005

5.1.1.5. Neraca massa Pada Proses Produksi Kalium Iodat Setelah Investasi Unit Absorber

Setelah adanya pembangunan unit absorber emisi gas Iodium, didapat neraca massa pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 dibawah ini:



Tabel 5.10 Neraca massa Setelah Ada Spray tower pada Produksi Kalium Iodat
Batch 045261 W

Batch Number : 045261 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 370kg, kadar 85,87 %	Setara dengan Iodium $370 \times 85,87\% = 317,72 \text{ kg}$
Hasil:	KIO ₃ Crude, berat 481 kg kadar 95,3% Berat x kadar x $\frac{\text{BM Iodium}}{\text{BM KIO}_3}$	Setara dengan Iodium $481 \times 95,3 \times \frac{126,9}{214,02} = 271,8 \text{ kg}$
	Iodium yang terlarut dalam campuran larutan KCl, KI, H ₂ O = 18,9 g/l dengan volume 500 l	$18,9 \times 500 / 1000 = 9,5 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$317,72 - 281,25 = 36,47 \text{ kg}$
Yang terabsorbsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$20 \text{ g/liter} \approx 10 \text{ kg iodium}$
Efisiensi gas yang diabsorbsi =		$10 / 36,47 = 27,4\%$

Sumber: Hasil Penelitian, 2005

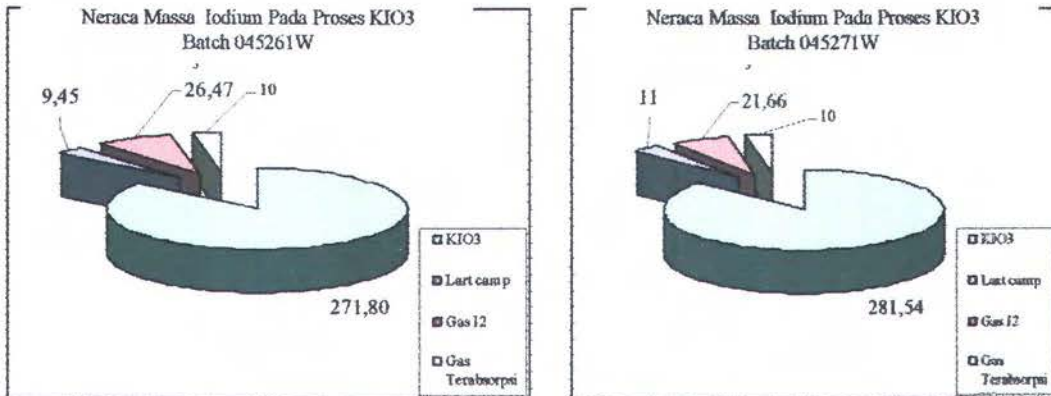
Tabel 5.11 Neraca massa Setelah Ada Spray tower pada Produksi Kalium Iodat
Batch 045271 W

Batch Number : 045271 W		
Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 370 kg, kadar 87,62 %	Setara dengan Iodium $370 \times 87,62\% = 324,19 \text{ kg}$
Hasil:	KIO ₃ Crude, berat 486 kg kadar 97,7% Berat x kadar x $\frac{\text{BM Iodium}}{\text{BM KIO}_3}$	Setara dengan Iodium $486 \times 97,7 \times \frac{126,9}{214,02} = 281,54 \text{ kg}$
	Iodium yang terlarut dalam campuran larutan KCl, KI, H ₂ O = 22 g/l dengan volume 500 l	$22 \times 500 / 1000 = 11 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$324,19 - 281,25 = 31,66 \text{ kg}$
Yang terabsorbsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$20 \text{ g/liter} \approx 10 \text{ kg iodium}$
Efisiensi gas yang diabsorbsi =		$10 / 31,66 = 31,6\%$

Sumber: Hasil Penelitian, 2005

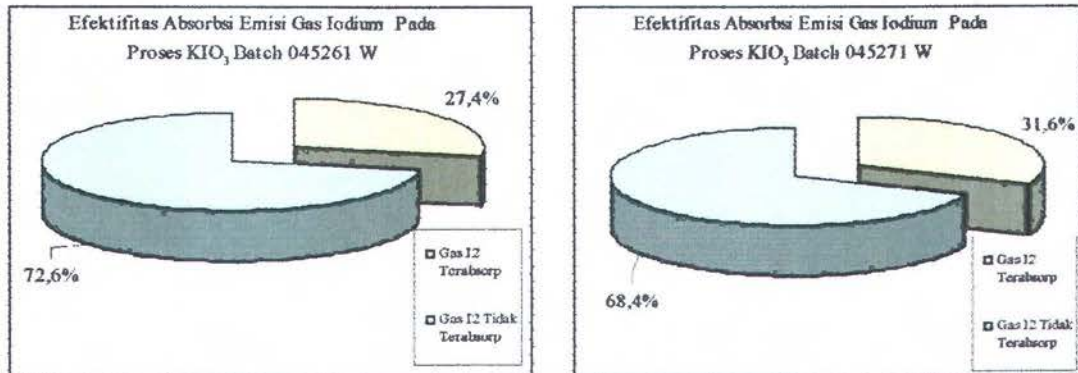


Dibawah ini grafik neraca massa setelah ada unit spray tower pada proses iodium dengan rata-rata sisa iodium berupa gas dari kedua batch tersebut adalah 34,1 kg.



Gambar 5.10 Grafik neraca massa iodium pada proses Kalium Iodat pada bulan April 2005

Sedangkan rata-rata efisiensi penangkapan emisi gas yang terabsorpsi dari kedua batch tersebut adalah 29,5% seperti pada Gambar 5.11 mengenai grafik efisiensi absorpsi emisi gas iodium dibawah ini :



Gambar 5.11 Grafik efisiensi absorpsi emisi gas iodium pada proses Kalium Iodat setelah ada spray tower emisi gas



5.1.1.6. Perkiraan Neraca massa Pada Proses Produksi Iodium Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi

Dari pengamatan dan evaluasi efisiensi emisi gas yang telah dilaksanakan, ada beberapa hal yang mempengaruhi:

1. Pada proses produksi masih perlu penyempurnaan sistem peralatan dan metode produksi sehingga hasil produksi yang optimum, misalnya:

a. Pada proses produksi iodium:

- Pada tahapan pengeluaran iodium, gas iodium ditangkap dengan membuat ruang penampung berukuran 1 wadah keramik
- Pada ruangan terdapat blower yang menyedot udara namun tidak masuk dalam sirkulasi spray tower sehingga dimungkinkan masih ada gas iodium yang terbang keluar.

Cara mengatasi reduksi emisi gas iodium untuk masalah di atas:

- Dibuat ruang penampung yang tertutup dan semua blower dari ruangan produksi dialirkan ke dalam spray tower emisi gas
- b. Pada Proses produksi Kalium Iodat
- Pada tahap reaksi yaitu pengaliran larutan Iodium + KOH, pengaturan hanya memakai kran yang diatur secara manual sehingga bila ada kelebihan debit dan bila operator kurang peduli maka reaksi tidak seimbang dan akan banyak gas iodium yang terbang, yang seharusnya bereaksi dengan Kalium klorat
 - Pada tangki reaksi pertama, tidak bersistem tertutup. Ini dimungkinkan iodium akan ada yang terbentuk dan terbang.



Cara mengatasi reduksi emisi gas iodium untuk masalah di atas:

- Memperbaiki sistim pengaliran dari sistim manual ke sistim dosing pump sehingga dapat diharapkan reaksi lebih sempurna
- Membuat penutup tangki reaksi pertama, sehingga memperkecil uap iodium keluar.
- Semua blower dalam ruangan produksi, udaranya dialirkan ke spray tower emisi gas

Dengan adanya perbaikan dan penyempurnaan peralatan produksi dengan tujuan reduksi terjadinya gas, dengan asumsi sebagai berikut:

- Hasil iodium hampir sama dengan sebelum penyempurnaan peralatan produksi
- Hasil gas iodium yang diabsorpsi lebih banyak karena emisi gas iodium yang berada di ruangan akan disalurkan ke spray tower semuanya.

Sehingga dapat diperkirakan neraca massa yang ditunjukkan pada Tabel 5.12, sebagai berikut:



Tabel 5.12 Perkiraan Neraca massa Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi pada
Produksi Iodium

Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 800 kg, kadar 89,37%	Setara dengan Iodium $800 \times 89,37\% = 714,96 \text{ kg}$
Hasil:	Iodium , berat	650 kg
	Iodium kotor bentuk kristal Berat 11 kg, kadar 98,0 %	$11 \times 98,0\% = 10,78 \text{ kg}$
	Iodium kotor bentuk lumpur Berat 70 kg, kadar 45 %	$70 \times 45\% = 31,5 \text{ kg}$
	Iodium dalam larutan H ₂ SO ₄ Berat 1390 kg BJ 1,84, kadar 355 ppm	$1390/1,84 \times 355/10^6 =$ 0,27 kg
Sisa	Berupa gas	$702,08 - 692,55 = 22,41 \text{ kg}$
Yang terabsorpsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$20 \text{ g/liter} \approx 10 \text{ kg iodium}$ $\approx \text{harga Rp}$
<i>Efisiensi gas yang diabsorpsi =</i>		$10 / 22,41 = 44,6 \%$

Sumber: Perhitungan, 2005

5.1.1.7. Perkiraan Neraca massa Pada Proses Produksi Kalium Iodat Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi

Dengan adanya perbaikan dan penyempurnaan peralatan produksi dengan tujuan reduksi terjadinya gas, dengan asumsi sebagai berikut:

- Hasil Kalium Iodat yang terbentuk akan lebih banyak dibandingkan sebelum penyempurnaan peralatan produksi karena reaksi lebih sempurna dan gas iodium yang terbentuk berkurang
- Hasil gas iodium yang diabsorpsi hampir sama dengan proses sebelumnya

Sehingga dapat diperkirakan neraca massa sebagai berikut:


 Tabel 5.13 Perkiraan Neraca massa Setelah Penyempurnaan Peralatan Produksi pada
 Produksi Kalium Iodat

Awal:	Iodium endap yang ditimbang: Berat 370 kg, kadar 87,62 %	Setara dengan Iodium $370 \times 87,62\% = 324,19 \text{ kg}$
Hasil:	KIO ₃ Crude, berat 520 kg kadar 97,7% Berat x kadar x $\frac{\text{BM Iodium}}{\text{BM KIO}_3}$	Setara dengan Iodium $520 \times 97,7\% \times \frac{126,9}{214,02} = 301,25 \text{ kg}$
	Iodium yang terlarut dalam campuran larutan KCl; KI; H ₂ O = 22 g/l dengan volume 500 l	$22 \times 500 / 1000 = 11 \text{ kg}$
Sisa	Berupa gas	$324,19 - 312,25 = 11,95 \text{ kg}$
Yang terabsorpsi	Iodium yang terikat dalam larutan NaOH dengan volume 500 liter	$20 \text{ g/liter} \approx 10 \text{ kg Iodium}$
<i>Efisiensi gas yang diabsorpsi =</i>		$10 / 11,95 = 83,7\%$

Sumber: Perhitungan, 2005

5.1.2. Aspek Ekonomis:

Data ekonomi yang ada dapat diambil beberapa data antara lain:

1. Harga pokok produksi iodium dan kalium iodat pada tahun 2004
2. Harga pokok produksi iodium dan kalium iodat pada bulan Januari sampai April 2005
3. Harga iodium yang terbuang dalam bentuk gas
4. Biaya investasi spray tower emisi gas



Dasar pendekatan perhitungan harga pokok produksi dengan menggunakan data-data kegiatan yang ada sebagai berikut:

- Pendekatan alokasi biaya yang sudah dialokasikan sesuai dengan kebutuhan per jalur produksi, dalam hal ini kami hanya menekankan pada jalur iodium dan garam-garam iodium yaitu Kalium Iodat. Terdiri dari biaya upah langsung dan biaya produksi tak langsung
- Order kerja sebagai data perbaikan/pemeliharaan mesin
- Pemakaian bahan baku dan kemasan

Dari data keuangan didapat harga pokok produksi sebagai berikut:

- *Jalur Iodium Endap :*

Yang dihitung mulai brine sampai terbentuknya iodium endap dapat dilihat pada Tabel 5.14:



Tabel 5.14 Perhitungan Harga Pokok Iodium Endap

NO.	URAIAN	KUMULATIF
1	<u>BIAYA BRINE (70)</u>	
	- Upah Langsung	Rp 195.243.035,00
	- B.P.T.L	Rp 5.139.581.094,00
	- Penyusutan	Rp -
	Total Harga Pokok Brine	Rp 5.334.824.129,00
2	<u>BIAYA ADSORBSI (71)</u>	
	- Total HP Prod.Brine	Rp 5.334.824.129,00
	- Biaya bahan	
	B009 H2SO4	Rp 169.139.762,65
	B060 Na.Nitrit	Rp 89.439.590,00
	B119 Korelkool	Rp 505.000.000,00
	- Upah Langsung	Rp 430.812.913,00
	- B.P.T.L	Rp 131.322.454,00
	- Penyusutan	Rp -
	- B.P.T.L LIMBAH	Rp -
	Total HP Prod.Adsorbsi	Rp 6.660.538.848,65
3	<u>BIAYA EKSTRAKSI</u>	
	- Total HP Prod.Adsorbsi	Rp 6.660.538.848,65
	- Biaya bahan	
	B042 Soda cair	Rp 279.284.845,00
	- Upah Langsung	Rp -
	- B.P.T.L	Rp -
	Total HP Prod.Ekstraksi	Rp 6.939.823.693,65
4	<u>BIAYA PENGENDAPAN (72)</u>	
	- Total HP Prod.Ekstraksi	Rp 6.939.823.693,65
	- Biaya bahan	
	B009 Asam Sulfat	Rp 155.579.391,00
	B060 Na.Nitrit	Rp 75.141.660,00
	B042 Soda cair	Rp -
	B243 Hydrogen Peroksid (H2O2)	Rp 317.550.625,00
	- Upah Langsung	Rp 58.296.048,00
	- B.P.T.L	Rp 297.003.024,00
	- Penyusutan	Rp -
	Total HP Prod.Pengendapan	Rp 7.843.394.441,65
	Hasil Yodium endap (kg)	130.840,00
	Harga rata-2 Yodium endap	Rp 59.946,46

Sumber : Data Keuangan PT Kimia Farma, Februari 2005



- Jalur Iodium:

Menghitung dari iodium endap yang dimurnikan dari bahan awal iodium endap untuk menjadi produk iodium dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Perhitungan Harga Pokok Penjualan Produk Iodium 50 kg

P 351 IODIUM 50 kg.						
	Kemasan terkecil : Drum @ 50 kg				H Teori : 13 drum	
	Kemasan akhir : Drum @ 1 drum				H Riil : 13 drum	
Bahan Baku / Kemasan		Kuantitas	Sat	Harga	Nilai/batch	unit
Bahan Baku :						
Bahan Baku Berkhasiat :						
B186	Yodium Endap	800	kg	59.946,46	47.957.168	3.689.012,92
					47.957.168	3.689.012,92
Bahan Baku Pembantu					78.996.185	6.076.629,64
Total Bahan Baku Berkhasiat/Pembantu					126.953.353	9.765.642,56
Bahan Kemasan :						
Total Bahan Kemasan :					694.740	53.441,54
Total Bahan Baku / Kemasan :					127.648.093	9.819.084,10
PERHITUNGAN :						PER UNIT
1. B Baku/Penolong/pengemas				Rp.	9.819.084,10	
2. Upah langsung (bi. Pegawai)				Rp.	194.616,0	
3. Tidak langsung (Bi. Listrik, steam, pemeliharaan, penyusutan dll)				Rp.	819.138,2	
H P P (Harga Pokok Produksi)				Rp.	10.832.838,25	

Sumber : Data Keuangan PT Kimia Farma, Februari 2005





• Jalur Garam Kalium Iodat:

Menghitung dari iodium endap yang digunakan untuk menjadi produk Kalium Iodat dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Perhitungan Harga Pokok Penjualan Produk Kalium Iodat 25 kg

P 406	KALIUM IODAT 50 kg.					
	Kemasan terkecil : Drum @	25	kg		H Teori :	17 drum
	Kemasan akhir : Drum @	1	drum		H Riil :	17 drum
Bahan Baku / Kemasan		Kuantitas	Sat	Harga	Nilai/batch	unit
Bahan Baku :						
Bahan Baku Berkhasiat :						
B186	Yodium Endap	370	kg	59.946,46	22.180.190	1.478.679,35
					22.180.190	1.478.679,35
Bahan Baku Pembantu					4.244.550	282.970,00
Total Bahan Baku Berkhasiat/Pembantu					26.424.740	1.761.649,35
Bahan Kemasan :						
Total Bahan Kemasan :					743.700	49.580,00
Total Bahan Baku / Kemasan :					27.168.440	1.811.229,35
PERHITUNGAN :						PER UNIT
1. B Baku/Penolong/pengemas					Rp.	1.811.229,35
2. Upah langsung (bi. Pegawai)					Rp.	147.876,7
3. Tidak.langsung (Bi.Listrik,steam,pemeliharaan,penyusutan dll)					Rp.	638.244,0
H P P (Harga Pokok Produksi)					Rp.	2.597.350,00

Sumber : Data Keuangan PT Kimia Farma, Februari 2005



Dari perhitungan Harga Pokok Produksi tersebut diatas, maka dapat dihitung harga pokok kehilangan gas iodium dari kedua batch tersebut tiap-tiap produk dan harga pokok rata-rata yang ditunjukkan pada Tabel 5.17. Selanjutnya harga pokok rata-rata tersebut digunakan sebagai dasar hitungan berapa kerugian yang ditimbulkan.

Tabel 5.17 Perhitungan rata-rata HPP Iodium yang terbuang

	Gas I ₂ terbentuk	HPP I ₂ /kg	HPP total	HPP Rata-rata
IODIUM				
025191 W	40,28 kg	Rp216.657	Rp8.726.934	Rp 6.720.693
025211 W	21,76 kg	Rp216.657	Rp4.714.451	
KALIUM IODAT				
025041 W	50,22 kg	Rp216.657	Rp10.880.503	Rp 10.563.101
025201 W	47,29 kg	Rp216.657	Rp10.245.698	

Sumber : Perhitungan terhadap Harga Pokok Penjualan Iodium

Bila dihitung produk dalam setahun yang diambil pada tahun produksi 2004, maka dapat dihitung harga pokok kehilangan gas iodium pada tahun produksi 2004, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perhitungan Harga Iodium yang terbuang pada tahun produksi 2004

Nama Produk	Kemasan	Juml Batch th 2004	Rata Hilang/batch	Total Kehilangan Iodium
Iodium	Drum 50 kg	111	Rp6.720.693	Rp746.513.883
Iodium Resublimatum	Btl 2 kg	4	Rp6.720.693	Rp26.882.771
Kalium Iodat	Btl 2 kg	22	Rp10.563.101	Rp232.388.213
Kalium Iodat	Drum 25 kg	24	Rp10.563.101	Rp251.401.794
				Rp1.257.186.660

Sumber : Perhitungan terhadap Harga Pokok Penjualan Iodium



Untuk pembuatan spray tower emisi gas, membutuhkan biaya sebesar Rp 45.625.000 dengan rincian pada Tabel 5.19 dan biaya pemeliharaan per tahun diprediksikan sebesar Rp2.489.000 seperti pada Tabel 5.20, di bawah ini :

Tabel 5.19 Biaya pembuatan spray tower emisi gas

Jenis barang/jasa	Juml	Harga satuan	Jumlah
Pipa PVC AW 12"	5	Rp 1.850.000	Rp 9.250.000
Keni LBO 12"	2	Rp 2.075.000	Rp 4.150.000
Pipa PVC AW 8"	4	Rp 125.000	Rp 500.000
Keni AW 8"	4	Rp 275.000	Rp 1.100.000
Blower	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
Elektro motor	2	Rp 900.000	Rp 1.800.000
Pipa PVC AW 3/4"	5	Rp 25.000	Rp 125.000
Spray gun PVC	2	Rp 200.000	Rp 400.000
Profil Tank	1	Rp 600.000	Rp 600.000
Cerobong lapis fiber 12"	2	Rp 3.700.000	Rp 7.400.000
Pasir	3	Rp 75.000	Rp 225.000
Batu bata	3000	Rp 200	Rp 600.000
Tenaga tukang	20	Rp 30.000	Rp 600.000
Tenaga rakit	25	Rp 35.000	Rp 875.000
<i>Sumber : Perhitungan di Bagian Teknik</i>			Rp 45.625.000

Tabel 5.20 Perkiraan biaya Pemeliharaan Spray tower Emisi Gas per Tahun

	Frekuensi/tahun	Juml Brg	Harga Satuan	Total
Bagian Pompa				
Mekanika seal	4	1	Rp 15.000	Rp 60.000
Empelar	2	2	Rp 30.000	Rp 120.000
Valve 1 dim	4	1	Rp 45.000	Rp 180.000
Bagian Blower				
Van Belt	4	3	Rp 27.000	Rp 324.000
Kipas	1	1	Rp 375.000	Rp 375.000
Block bearing	2	2	Rp 175.000	Rp 700.000
Pengecatan	2	2	Rp 120.000	Rp 480.000
Check Valve	1	1	Rp 250.000	Rp 250.000
<i>Sumber : Perhitungan di Bagian Teknik</i>				Rp2.489.000



Berdasarkan neraca massa baik untuk proses iodium maupun Kalium Iodat dan masih adanya proses produksi yang mempunyai potensi terbentuknya emisi gas iodium, maka diperlukan perbaikan peralatan pada proses produksi yang seperti pada Tabel 5.21, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 5.21 Perkiraan biaya penyempurnaan dan perbaikan peralatan pada proses produksi

Jenis barang/jasa	Juml	Harga satuan	Jumlah
Perbaikan proses Iodium			
Pipa PVC AW 12"	3	Rp 1.850.000	Rp 5.550.000
Keni LBO 12"	3	Rp 2.075.000	Rp 6.225.000
Pipa PVC AW 8"	4	Rp 125.000	Rp 500.000
Keni AW 8"	4	Rp 275.000	Rp 1.100.000
Perbaikan proses kalium iodat			
Dosing Pump	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
Tutup SS 316	1	Rp 950.000	Rp 950.000
			Rp 23.325.000

Sumber : Perhitungan di Bagian Teknik

5.1.2.1 Perhitungan Nilai IRR

Perhitungan setelah adanya Spray tower Emisi Gas tersebut dan dari data efisiensi absorpsi emisi gas yang telah dilakukan, maka dapat dihitung keuntungan yang dapat dicapai dengan mengacu pada jumlah batch produksi tahun 2004, sebagai berikut:



Tabel 5.22 Harga Pokok Penjualan Rata-Rata Emisi Gas Iodium yang dimanfaatkan kembali

	Total Gas I ₂	Gas I ₂ reuse (kg)	HPP Brine per kg I ₂	Total HPP I ₂ reuse	HPP Rata2 I ₂ reuse/batch
IODIUM					
045201 W	22,41	3,5	Rp40.773,65	Rp142.707,77	Rp152.901,18
045281 W	38,37	4	Rp40.773,65	Rp163.094,59	
KALIUM IODAT					
045261 W	36,47	10	Rp40.773,65	Rp407.736,48	Rp407.736,48
045271 W	31,66	10	Rp40.773,65	Rp407.736,48	

Sumber : Perhitungan

Tabel 5.23 Keuntungan yang Didapat dari Emisi Gas Iodium yang Dimanfaatkan kembali pada tahun 2004

Nama Produk	Kemasan	Juml Batch th 2004	HPP Rata2 I ₂ reuse/batch	Total Keuntungan Iodium yang reuse
Iodium	Drum 50 kg	111	Rp152.901	Rp16.983.793
Iodium Resublimatum	Btl 2 kg	4	Rp152.901	Rp611.605
Kalium Iodat	Btl 2 kg	22	Rp407.736	Rp8.970.203
Kalium Iodat	Drum 25 kg	24	Rp407.736	Rp9.704.128
				Rp36.269.728

Sumber : Perhitungan

Untuk dapat menghitung nilai IRR dapat ditempuh dengan cara mencari harga NPV beberapa tingkatan discount rate sehingga diperoleh harga NPV yang positif. Perhitungan nilai keuntungan dari proyek ini didapatkan dari hasil penangkapan emisi gas iodium yang terbentuk dengan efisiensi pada data Tabel 5.22. Keuntungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.23. Melalui perhitungan didapatkan pendapatan, biaya dan keuntungan per tahun untuk 5 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 5.24.

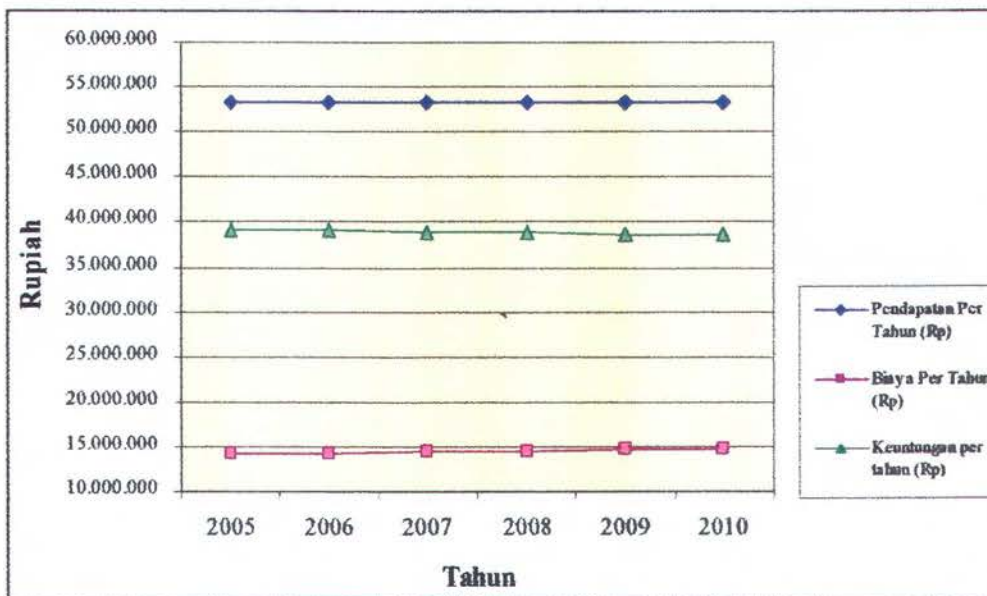


Tabel 5.24 Pendapatan per tahun, Biaya per tahun dan Keuntungan per tahun

Tahun	Pendapatan Per Tahun (Rp)	Biaya Per Tahun (Rp)	Keuntungan per tahun (Rp)
2005	53.324.679	14.124.000	39.200.679
2006	53.324.679	14.265.240	39.059.439
2007	53.324.679	14.406.480	38.918.199
2008	53.324.679	14.547.720	38.776.959
2009	53.324.679	14.688.960	38.635.719
2010	53.324.679	14.830.200	38.494.479
Total	319.948.075	86.862.600	233.085.475
Rata2	53.324.679	141.240	

Sumber : Hasil Penelitian, 2005

Dibawah ini dapat dilihat pada Gambar 5.12, grafik trend pendapatan, biaya dan keuntungan per tahun untuk 5 tahun ke depan.



Gambar 5.12. Perbandingan Antara Pendapatan vs Biaya vs Keuntungan per tahun



Dari hitungan di atas, dapat diketahui present value of benefit dengan discount rate 30% pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Present Value of Benefit selama 5 tahun pada discount rate 30%

Tahun	Keuntungan/tahun (Rp)	Diskon Faktor 30%	Keuntungan (Rp)
2005	39.200.679	1,000	39.200.679
2006	39.059.439	0,769	30.036.709
2007	38.918.199	0,592	23.039.574
2008	38.776.959	0,455	17.643.516
2009	38.635.719	0,330	12.749.787
2010	38.494.479	0,269	10.355.015
			133.025.281

Sumber : Hasil Penelitian, 2005

Sedangkan untuk perhitungan biaya, diperkirakan peningkatan biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar 1% per tahun. Besarnya biaya yang dikeluarkan pada tiap tahun dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5.26 Present Value of Cost selama 5 tahun pada discount rate 30%

Tahun	Biaya/tahun (Rp)	Diskon Faktor 30%	Keuntungan (Rp)
2005	14.124.000	1,000	14.124.000
2006	14.265.240	0,769	10.969.970
2007	14.406.480	0,592	8.528.636
2008	14.547.720	0,455	6.619.213
2009	14.688.960	0,330	4.847.357
2010	14.830.200	0,269	3.989.324
			49.078.499

Sumber : Hasil Penelitian, 2005



Dari Tabel keuntungan dan biaya dapat diketahui keuntungan yang diperoleh atau besarnya nilai pengembalian dari investasi yang telah dikeluarkan lebih dari 30%. Hal ini dapat dilihat dari nilai NPV yaitu sebesar:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{Total keuntungan} - (\text{total biaya} + \text{investasi}) \\ &= 133.025.281 - (49.078.499 + 68.950.000) \\ &= 14.996.782 \text{ (Positif)} \end{aligned}$$

Sedangkan dari segi B/C ratio diperoleh nilai sebesar:

$$\begin{aligned} \text{B/C} &= \text{total keuntungan} / (\text{total biaya} + \text{investasi}) \\ &= 133.025.281 / (49.078.499 + 68.950.000) \\ &= 1,127 \text{ (lebih dari 1)} \end{aligned}$$

5.1.2.2. Perhitungan nilai Payback Periode (Pb)

Payback Periode menunjukkan perbandingan antara investasi (I) dengan keuntungan (B) ditambah depresiasi (D). Keuntungan dapat ditinjau dari segi:

- a. Keuntungan itu saja

$$\text{Pb} = I / (B+D) \quad \dots\dots\dots \text{pers (5.7)}$$

- b. Keuntungan dikurangi biaya (C), yaitu surplus

$$\text{Pb (nett)} = I / ((B - C) + D) \quad \dots\dots\dots \text{pers (5.8)}$$

Dengan demikian waktu pengembalian investasi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= \text{investasi} / (\text{keuntungan rata-rata tahunan} + \text{depresiasi}) \\ &= 68.950.000 / (22.170.880 + 6.895.000) \end{aligned}$$

$$\text{Pb} = 2,4 \text{ tahun}$$



Berarti setelah 2,4 tahun proyek yang bersangkutan menghasilkan keuntungan rata-rata per tahun Rp. 22.170.880,- dengan depresiasi sebesar Rp 6.895.000,- Sedangkan untuk nilai Pb (nett) adalah:

$$\begin{aligned} \text{Pb (nett)} &= \text{Investasi} / ((\text{keuntungan rata-rata tahunan} - \text{biaya}) + \text{depresiasi}) \\ &= 68.950.000 / ((22.170.880 - 8.179.750) + 6.895.000) \\ &= 3,3 \text{ tahun} \end{aligned}$$

5.1.3. Aspek Lingkungan

Dari data keuangan tahun 2004, telah terjadi klaim dari masyarakat mengenai kerusakan tanaman tebu sebanyak 8 (delapan) kasus dengan pengeluaran sebesar Rp 1.710.000,- akibat pencemaran yang diakibatkan oleh iodium baik berupa kebocoran pipa transmisi dari sumur ke pabrik maupun gas iodium.

5.1.3.1. Prakiraan Resiko

Berdasarkan komponen lingkungan yang diuraikan pada bab II, maka dapat diperkirakan dan diidentifikasi resiko Emisi Gas Iodium terhadap komponen lingkungan yang ada, seperti yang tercantum dalam Tabel 5.27 dibawah ini:



Tabel 5.27. Identifikasi resiko Emisi Gas Iodium terhadap komponen lingkungan :

No	Komponen Lingkungan	Pengaruh Lingkungan
I	FISIK – KIMIA	
1	Kualitas air	Tidak ada
2	Kualitas udara	<i>Ada</i>
3	Kebisingan	Tidak ada
4	Tata Guna Lahan	Tidak ada
II	BIOLOGI	
1	Flora Darat	<i>Ada</i>
2	Flora Akuatik	Tidak ada
3	Fauna Darat	<i>Ada</i>
4	Fauna Akuatik	Tidak ada
III	SOSIAL – EKONOMI - BUDAYA	
1	Mata Pencaharian	Tidak ada
2	Pendidikan	Tidak ada
3	Agama	Tidak ada
4	Struktur Kependudukan	Tidak ada
5	Kesempatan Kerja	Tidak ada
6	Tingkat Pendapatan	Tidak ada
7	Sikap dan Persepsi Masyarakat	<i>Ada</i>
8	Estetika Lingkungan	<i>Ada</i>
9	Tingkat Kesehatan Masyarakat	Tidak ada

Sumber : Hasil Penelitian, 2005

Dari Tabel 5.27 dapat diuraikan secara detail mengenai identifikasi kemungkinan resiko Emisi Gas Iodium, antara lain sebagai berikut:

1. Flora Darat

a. Sumber resiko

Sumber resiko yang mempengaruhi flora disekitar wilayah studi adalah cemaran gas emisi Iodium, yang mana menyebabkan terhambatnya pertumbuhan flora dan akhirnya mati.



b. Resiko yang terjadi

Resiko yang terjadi adalah terganggunya flora (tanaman) di sekitar pabrik.

c. Jenis resiko

Jenis resiko yang terjadi adalah resiko positif.

d. Bobot resiko

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan, adalah tanaman tebu masyarakat di sekitar wilayah pabrik. Sehingga bobot resikonya dapat diperkirakan adalah resiko sedang.

2. Jumlah Penduduk

a. Sumber resiko

Sumber resiko adalah bila terjadi emisi gas iodium yang berwarna ungu dan berbau menyengat, yang membuat tidak nyaman kepada penduduk maupun karyawan.

b. Resiko yang akan terjadi

Resiko yang terjadi kemungkinan adalah ada penduduk yang klaim.

c. Jenis resiko

Resiko adalah resiko negatif.

d. Bobot resiko

Bobot resiko dapat diperkirakan adalah kecil.

3. Sikap dan Persepsi Masyarakat

a. Sumber resiko

Sumber resiko adalah tercemarnya udara dan timbulnya bau menyengat akibat emisi gas iodium



b. Resiko yang akan terjadi

Resiko yang akan terjadi adalah timbulnya keresahan di masyarakat yang akhirnya menyebabkan sikap dan persepsi masyarakat terhadap pabrik akan negatif, dan menentang adanya keberadaan emisi gas.

c. Jenis resiko

Jenis resiko adalah negatif.

d. Bobot resiko

Bobot resiko diperkirakan adalah kecil.

4. Estetika Lingkungan

a. Sumber resiko

Sumber resiko adalah tercemarnya udara dan timbulnya bau menyengat

b. Resiko yang akan terjadi

Resiko yang akan terjadi adalah turunnya nilai estetika

c. Jenis resiko

Jenis resiko adalah negatif.

d. Bobot resiko

Bobot resiko diperkirakan adalah kecil.

5.1.3.2. Evaluasi Resiko

Evaluasi resiko dilakukan atas dasar identifikasi dan perkiraan resiko yang telah pada bab sebelumnya. Evaluasi resiko diberikan nilai secara kualitatif dan semi kuantitatif dengan mempertimbangkan dan berdasarkan faktor penentu resiko dan derajat resiko sesuai dengan aturan yang telah ditentukan pada bab sebelumnya.



5.1.3.2.1. Evaluasi dengan Analisa Kualitatif

Evaluasi dengan analisa kualitatif menggunakan matriks, yaitu matriks peluang dan matriks besaran, yang akhirnya nanti dikombinasikan dan menghasilkan nilai resiko.

1. Matriks Peluang Resiko, ditunjukkan pada Tabel 5.28

Tabel 5.28. Matriks Peluang Resiko

No	Resiko	Nilai Peluang	Uraian
1	Pencemaran udara	A	Pencemaran udara besar terjadi bila emisi gas tidak dikelola dengan baik
2	Bau yang menyengat	A	Timbulnya bau karena adanya emisi gas Iodium, bila tidak dikelola dengan baik, kemungkinan terjadinya besar.
3	Penurunan jumlah flora darat	B	Adanya emisi gas iodium mungkin menyebabkan rusaknya atau matinya flora di sekitar pabrik, dan kemungkinannya besar
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	B	Kemungkinan sedang mengenai perubahan sikap dan persepsi masyarakat
5	Menurunnya estetika lingkungan	B	Kemungkinannya sedang, karena gas emisi Iodium

Keterangan:

- A = Pasti terjadi
- B = Kemungkinan besar
- C = Kemungkinan sedang
- D = Kemungkinan kecil
- E = Jarang



2. Matriks Besaran, ditunjukkan pada Tabel 5.29. di bawah ini.

Tabel 5.29. Matriks Besaran

No	Resiko	Nilai Peluang	Uraian
1	Pencemaran udara	4	Pencemaran udara besar terjadi bila emisi gas tidak dikelola dengan baik
2	Bau yang menyengat	4	Timbulnya bau karena adanya emisi gas Iodium, bila tidak dikelola dengan baik, kemungkinan terjadinya besar.
3	Penurunan jumlah flora darat	3	Adanya emisi gas iodium mungkin menyebabkan rusaknya atau matinya flora di sekitar pabrik, dan kemungkinannya besar
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	3	Kemungkinan sedang mengenai perubahan sikap dan persepsi masyarakat
5	Menurunnya estetika lingkungan	3	Kemungkinannya sedang, karena gas emisi Iodium

Keterangan:

- 1 = Pengaruhnya tidak berarti
- 2 = Pengaruhnya kecil
- 3 = Pengaruhnya sedang
- 4 = Pengaruhnya besar
- 5 = Bencana



3. Nilai Resiko, ditunjukkan pada Tabel 5.30. di bawah ini.

Tabel 5.30. Matriks Resiko

No	Resiko	Peluang	Besaran	Nilai Resiko
1	Pencemaran udara	A	4	H
2	Bau yang menyengat	A	3	M
3	Penurunan jumlah flora darat	B	3	M
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	B	3	M
5	Menurunnya estetika lingkungan	B	3	M

Keterangan:

H	=	High risk (resiko tinggi)
M	=	Medium risk (resiko medium)
S	=	Signifikan (resiko berarti)
L	=	Low risk (resiko rendah)

5.1.3.2.2. Evaluasi dengan Analisa Semi Kuantitatif

Evaluasi dengan analisa semi kuantitatif juga menggunakan matriks, yaitu matriks frekuensi, besaran pengaruh dan sensitivitas (kepekaan), yang akhirnya nanti dikombinasikan dan menghasilkan nilai resiko.



1. Matriks Frekuensi, ditunjukkan pada Tabel 5.31. di bawah ini.

Tabel 5.31. Matriks Frekuensi

No	Resiko	Nilai Frekuensi	Uraian
1	Pencemaran udara	4	Pencemaran udara besar terjadi bila emisi gas tidak dikelola dengan baik
2	Bau yang menyengat	4	Timbulnya bau karena adanya emisi gas Iodium, bila tidak dikelola dengan baik, kemungkinan terjadinya besar.
3	Penurunan jumlah flora darat	3	Adanya emisi gas iodium mungkin menyebabkan rusaknya atau matinya flora di sekitar pabrik, dan kemungkinannya besar
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	3	Kemungkinan sedang mengenai perubahan sikap dan persepsi masyarakat
5	Menurunnya estetika lingkungan	3	Kemungkinannya sedang, karena gas emisi iodium

Keterangan:

- 5 = Amat sering kali terjadi
 4 = Sering
 3 = Medium terjadi
 2 = Kecil
 1 = Ada kemungkinan tidak terjadi



2. Matriks Besaran Pengaruh, ditunjukkan pada Tabel 5.32. di bawah ini.

Tabel 5.32. Matriks Besaran Pengaruh

No	Resiko	Nilai Besaran Pengaruh	Uraian
1	Pencemaran udara	4	Pencemaran udara memiliki resiko besar terhadap lingkungan terutama sifat korosif iodium
2	Bau yang menyengat	3	Pencemaran akibat emisi gas iodium terhadap lingkungan memiliki pengaruh
3	Penurunan jumlah flora darat	3	Bau yang menyengat memberikan resiko yang sedang kepada perkebunan tebu
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	3	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat memberikan resiko yang sedang karena ada gas iodium
5	Menurunnya estetika lingkungan	3	Menurunnya estetika lingkungan memberikan resiko yang sedang, karena gas emisi iodium terjadi pada saat terjadi reaksi

Keterangan:

- 5 = Resikonya besar sekali terhadap lingkungan disekitarnya
- 4 = Resikonya besar
- 3 = Resikonya medium, dan pengaruhnya kurang terasa terhadap lingkungan
- 2 = Resiko dan pengaruhnya kecil
- 1 = Resikonya tidak ada



3. Matriks Sensitivitas, ditunjukkan pada Tabel 5.33. di bawah ini.

Tabel 5.33. Matriks Sensitivitas

No	Resiko	Nilai Sensitivitas	Uraian
1	Pencemaran udara	3	Pencemaran udara mendapat perhatian lokal/regional
2	Bau yang menyengat	2	Bau mendapat perhatian dari kelompok tertentu
3	Penurunan jumlah flora darat (terrestrial)	2	Penurunan jumlah flora darat mendapat perhatian dari kelompok tertentu
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	2	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat mendapat perhatian dari kelompok tertentu
5	Menurunnya estetika lingkungan	3	Menurunnya estetika lingkungan mendapat perhatian dari kelompok tertentu.

Keterangan:

- 5 = Menjadi perhatian internasional/dunia.media
- 4 = Menjadi perhatian nasional
- 3 = Menjadi perhatian lokal/regional
- 2 = Menjadi perhatian kelompok
- 1 = Tidak menjadi perhatian masyarakat



Matriks Nilai Resiko, ditunjukkan pada Tabel 5.34. di bawah ini.

Tabel 5.34. Matriks Nilai Resiko

No	Resiko	Frekuensi	Pengaruh	Sensitivitas	Nilai Resiko
1	Pencemaran udara	4	4	3	28
2	Bau yang menyengat	4	3	2	24
3	Penurunan jumlah flora darat (terrestrial)	3	3	2	15
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	3	3	2	15
5	Menurunnya estetika lingkungan	3	3	3	18
TOTAL RESIKO					100

Keterangan:

- 0 - 150 = Low Risk (Resiko Rendah)
 151 - 300 = Medium Risk (Resiko Medium)
 301 - 450 = High Risk (Resiko Tinggi)

Dari nilai tersebut didapat kesimpulan bahwa Emisi Gas Iodium memiliki resiko rendah



5.1.3.2.3. Evaluasi dengan Aspek Lingkungan Signifikan

Tabel 5.35. Evaluasi Aspek Lingkungan Signifikan

NO	Resiko	Nilai							Jumlah	Ket
		A	B	C	D	E	F	G		
1	Pencemaran udara	7	5	3	3	7	3	3	19845	-
2	Bau yang menyengat	7	5	3	3	7	3	3	19845	-
3	Penurunan jumlah flora darat (terrestrial)	7	5	3	3	3	3	3	8505	-
4	Perubahan sikap dan persepsi masyarakat	7	3	3	3	3	3	3	5103	-
5	Menurunnya estetika lingkungan	7	3	3	3	3	3	3	5103	-

Dari Tabel diatas diketahui bahwa nilai resiko yang ada, ada yang melebihi angka 6.075, yang artinya ada komponen resiko yang signifikan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil kajian dan penelitian tentang pengelolaan emisi gas iodium di PT Kimia Farma Plant Watudakon, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari analisa neraca massa tampak sistim pengelolaan emisi gas iodium belum sempurna, hanya pada proses iodium dengan pencapaian efisiensi absorpsinya 1,05% atau , masih ada iodium (I_2) yang terbuang berupa emisi gas mencapai 5.810 kg pada tahun produksi 2004.
2. Setelah dilakukan penerapan konsep produksi bersih dengan membangun *spray tower* didapatkan pencapaian hasil sebagai berikut:
 - 2.1. **Aspek teknis:** dilakukan pembuatan unit *spray tower* untuk mereduksi emisi gas yang terbentuk dengan efisiensi untuk proses iodium mencapai sebesar 44,6% dan untuk proses kalium iodat sebesar 83,7%.
 - 2.2. **Aspek ekonomi:** Dari data penelitian yang dikorelasikan dengan produksi tahun 2004 dapat diketahui bahwa terjadi kehilangan iodium total sebesar Rp 1.257.186.660,-. Dan setelah dilakukan upaya mereduksi gas iodium yang terbentuk, didapatkan keuntungan sebesar Rp.152.901,- untuk produk Iodium per batch dan sebesar Rp 407.736,- untuk produk Kalium Iodat per batch. Dari perhitungan IRR diketahui keuntungan yang diperoleh bila dilakukan upaya mereduksi dan pemanfaatan kembali hasil penangkapan emisi gas iodium yang terbuang adalah Rp 22.170.880,- per tahun dengan masa *pay back period* selama 2,4 tahun.



- 2.3. **Aspek lingkungan:** Dari hasil penelitian dengan menggunakan analisa resiko lingkungan didapatkan hasil evaluasi sebagai berikut:
- a. Emisi gas iodium memiliki resiko rendah yang disebabkan karena terjadinya gas hanya untuk proses produksi Iodium dan Kalium Iodat. Berbeda dengan iodium yang terbuang berupa limbah cair karena bahan baku awal merupakan air sumur (brine) yang mempunyai sifat kadar garam tinggi dan kemungkinan mencemar ke lingkungan lebih besar yaitu mulai dari pengeboran sumur hingga pembuangan limbahnya dengan frekuensi klaim pada tahun 2004 sebanyak 8 (delapan) kasus kerusakan tanaman tebu.
 - b. Emisi gas iodium bila dievaluasi aspek lingkungan signifikan, masih ada beberapa komponen beresiko signifikan yaitu pencemaran udara, bau yang menyengat dan penurunan jumlah flora darat.



6.2 Saran

1. Agar proses pengelolaan Emisi Gas Iodium yang masih mempunyai nilai ekonomis dan tidak dapat diperbarui, lebih maksimal, perlu dilakukan pengkajian lebih detail untuk menyempurnakan proses produksi baik mengenai metode reaksi, peralatan, sistem dan pengawasannya. Dan tidak kalah pentingnya pelaksanaan pemeliharaan peralatan yang rutin agar peralatan yang ada tidak mudah aus akibat sifat korosi iodium. Pelatihan dan penyegaran bagi para operator mengenai proses produksi yang benar dan berwawasan lingkungan lebih ditingkatkan dan dievaluasi secara periodik.
2. Perlu dikaji pula spray tower emisi gas yang lebih optimal dan lebih cocok untuk bahan iodium yang mempunyai sifat korosif dan mudah menguap pada suhu kamar yaitu dengan sistim packed coloum dengan menggunakan larutan absorber yang lebih reaktif terhadap iodium.
3. Perlu dilakukan penelitian titik-titik kritis kemungkinan iodium terbang baik berupa limbah cair, padat maupun gas sehingga di kemudian hari didapatkan proses produksi yang benar-benar bersih dan keuntungan yang diperoleh lebih besar lagi bahkan dapat menanggung biaya pemeliharaan sumur yang mahal.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariani NM, 1999, *Perencanaan Manajemen Penanganan Pencemaran di Industri Gula*, Program Studi Magister Manajemen Teknologi, ITS Surabaya
- Anonim (2001), Chile—SQM and Chemetall form MgCl₂ j-v: Industrial Minerals, no. 400, January, p. 12.
- Anonim (2003) *Proper Program Peringkat Kinerja Pengelolaan Lingkungan, Panduan*, Bapedal Jawa Timur.
- Anonim (1998) *The Economics of Iodine*, Seventh Edition, Roskill Information Services Ltd. London.
- Bapedal, 1998, *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri*, Buku Panduan Bapedal Jakarta
- Bratasida L, 1997, *Produksi Bersih di Indonesia*, Journal Berita Konferensi Meja Bundar, Vol 1, Vol 2, pp 6-7
- Corman, R (1971) *Air Pollution*, National Tuberculosis and Respiratory Disease Association, Second ed., New York.
- Chambers, L.A. (1976), Classification and extend of air pollution problems. In A.C. Stern (Eds.), *Air Pollution*, 3rd ed, Volume 1, New York, Academic Press.
- Gintings, P. (1992) *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Hamner B, 1996, *What is The Relationship Between Cleaner Production, Pollution Prevention, Waste Minimization and ISO 14000?*, Paper, The 1st Asian Conference on Cleaner Production in The Chemical Industry, Taipeh Taiwan.



- Hermana J, *Konsep Dasar Produksi Bersih*, Kumpulan Materi Panduan Pelatihan Produksi Bersih Untuk Industri dan Jasa, Lemlit ITS Surabaya.
- Industrial Minerals (2000) *News & events—Iodine-bromine plant needs investor*: Industrial Minerals, no. 399, December, p. 23.
- Jacoby, Mitch (2000) *Chemistry of all sorts of electrodes*: Chemical and Engineering News, v. 78, no. 49, December 4. p. 65-72.
- Juliawati Untoro (1999), *Use of Oral Iodized Oil to Control Iodine Deficiency in Indonesia*, Ponsen & Looijen BV, Wageningen
- Kadariah, Karlina, L., Gray, C (1999) *Pengantar Evaluasi Proyek*, Program Perencanaan Nasional Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.
- Kimia Farma, 1992 , *Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) Penambangan dan Pengolahan Yodium Di Wilayah DU 502/JATIM Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang*, Jakarta
- Kimia Farma, 1992 , *Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) Penambangan dan Pengolahan Yodium Di Wilayah DU 502/JATIM Kecamatan Kesamben Kabupaten Jombang*, Jakarta
- Kimia Farma, 1994 , *Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL)*, Jombang
- Kimia Farma, 1995 , *Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Sitem IPAL PT(Persero) Kimia Farma Unit Produksi Watudakon*, Jombang.
- Konig, J.Q. dan Pierson, W.E. (1980) *Air Pollution and the respiratory system: Toxicity and pharmacologic interventions*, *Clinical Toxicology*, 29, Volume 3.



- Kumar, A. (1987), *Environmental Chemistry*, New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Lee, C.C dan Lin, S.D (1999) *Handbook of Environmental Engineering Calculation*, McGraw-Hill
- Lestari, P (2004) *Air Pollution Control Technology for Gaseous and Particulate Emission*, modified and developed from APTI 413 and 415, Depart of Environmental Engineering – ITB Bandung
- McCabe, W.I; Smith, J.C; Harrioh, P (1985) *Unit Operation of Chemical Engineering*, Edition 4th, McGraw-Hill Book Inc, Inggris
- McCoy, Michael (2000) Tall (oil) tale of pine chemicals: Chemical and Engineering News, v. 78, no. 13, March 27, p. 14-15.
- Metclaf and Eddy, 1991, *Waste Water Engineering : Treatment Disposal and Reuse*, Third Edition, Mc Graw Hill Inc., New York.
- Mukono, H.J. (2003) *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*, Airlangga University Press, Surabaya
- Muramatsu, Y. (2000) Origin of iodine rich brine in the Kazusa formation, in Symposium on Iodine Utilization, 3d, Chiba, Japan, 2000, Proceedings: Chiba, Japan, Kanto Natural Gas Development Co. Ltd, p. 123.
- National Cleaner Productivity Council (NCPC) *From Waste to Profit 1994*, Guidelines for Waste Minimitation, New Delhi India.
- Peavy HS., Rowe DR., Tchobanoglous G (1985) *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Publishing Co. New York
- Perry, RH dan Chilton, CH (1973) *Chemical Engineers' Handbook*, Fifth Edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo
- Pujawan, I.N, (1995) *Ekonomi Teknik*, PT Guna Widya, Jakarta
-



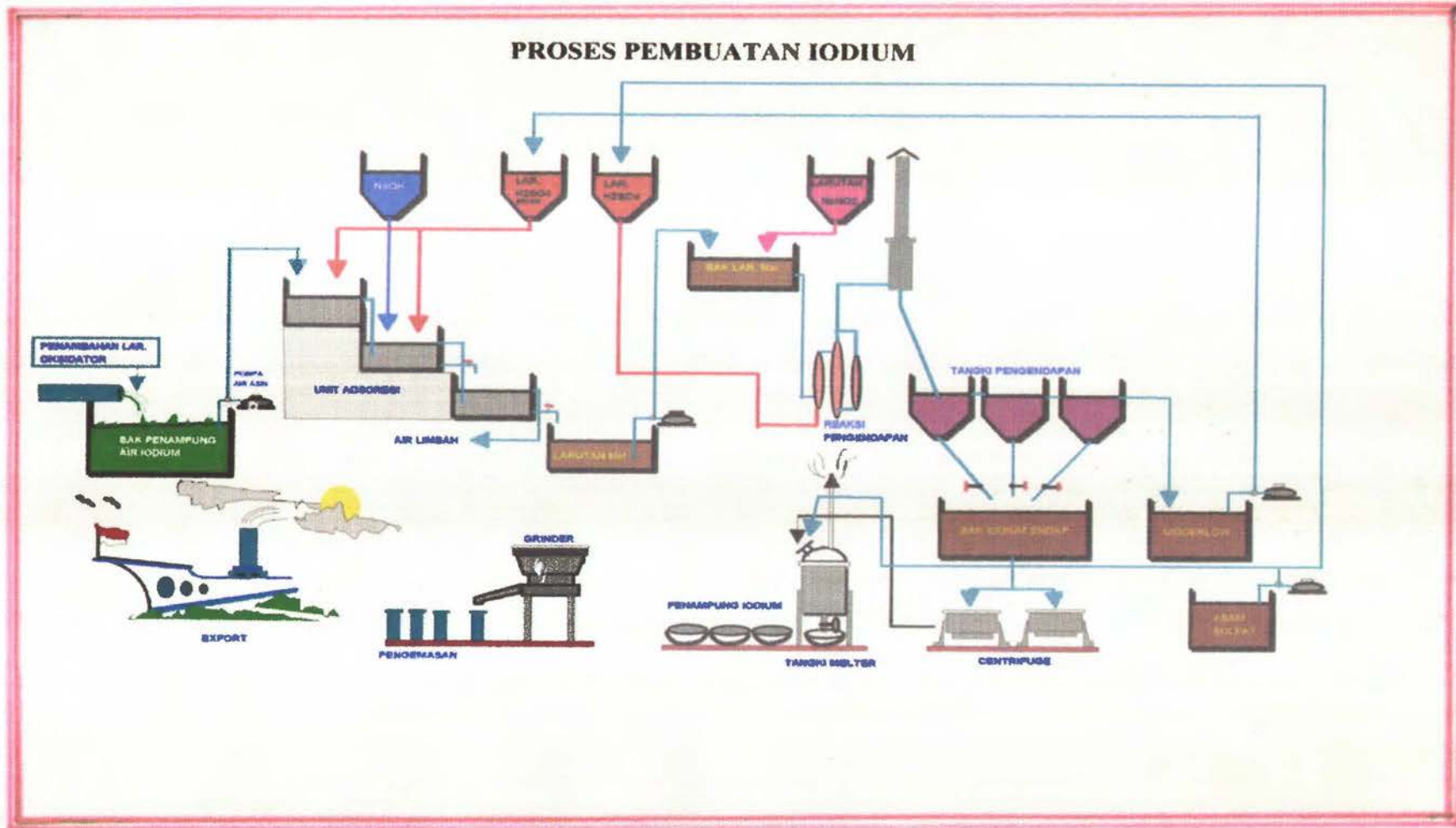
- Pudjiastuti L, 1999, *Produksi Bersih*, Edisi I, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Razif M, *Prosedur Pengkajian Produksi Bersih*, Kumpulan Materi Panduan Pelatihan Produksi Bersih Untuk Industri dan Jasa, Lemlit ITS Surabaya.
- Reese, K.H (2000) Newscrips—Nylon recycler honored: *Chemical and Engineering News*, v. 78, no. 51. December 18, p. 64.
- Riadi L, Fransiscus Y, 2003, *Upaya Produksi Bersih Pada Perusahaan Makanan (Divisi Wafer)*, Proceeding Seminar Nasional, Perkembangan dan Aplikasi Teknologi Lingkungan Dalam Menghadapi Era Global, ITS Surabaya
- Roskill (1998), *The Economic of Iodine*. seventh edition, May, Roskill Information Sevices Ltd.
- Saric, M. (1980) Effects of Urban air pollution on school age children, *Arch Environ Health*, 36, No. 3.
- Slamet J.S. (1994) *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sastrawijaya, A.T (2000) *Pencemaran Lingkungan*, PT Rineka Cipta Jakarta
- Soedomo, M, (2001) *Pencemaran Udara (Kumpulan Karya Ilmiah)*, ITB Bandung
- Wark, K and Warner C.F.(1976) *Air Pollution, Its Origin and Control*, Harper & Row Publisher, New York

LAMPIRAN

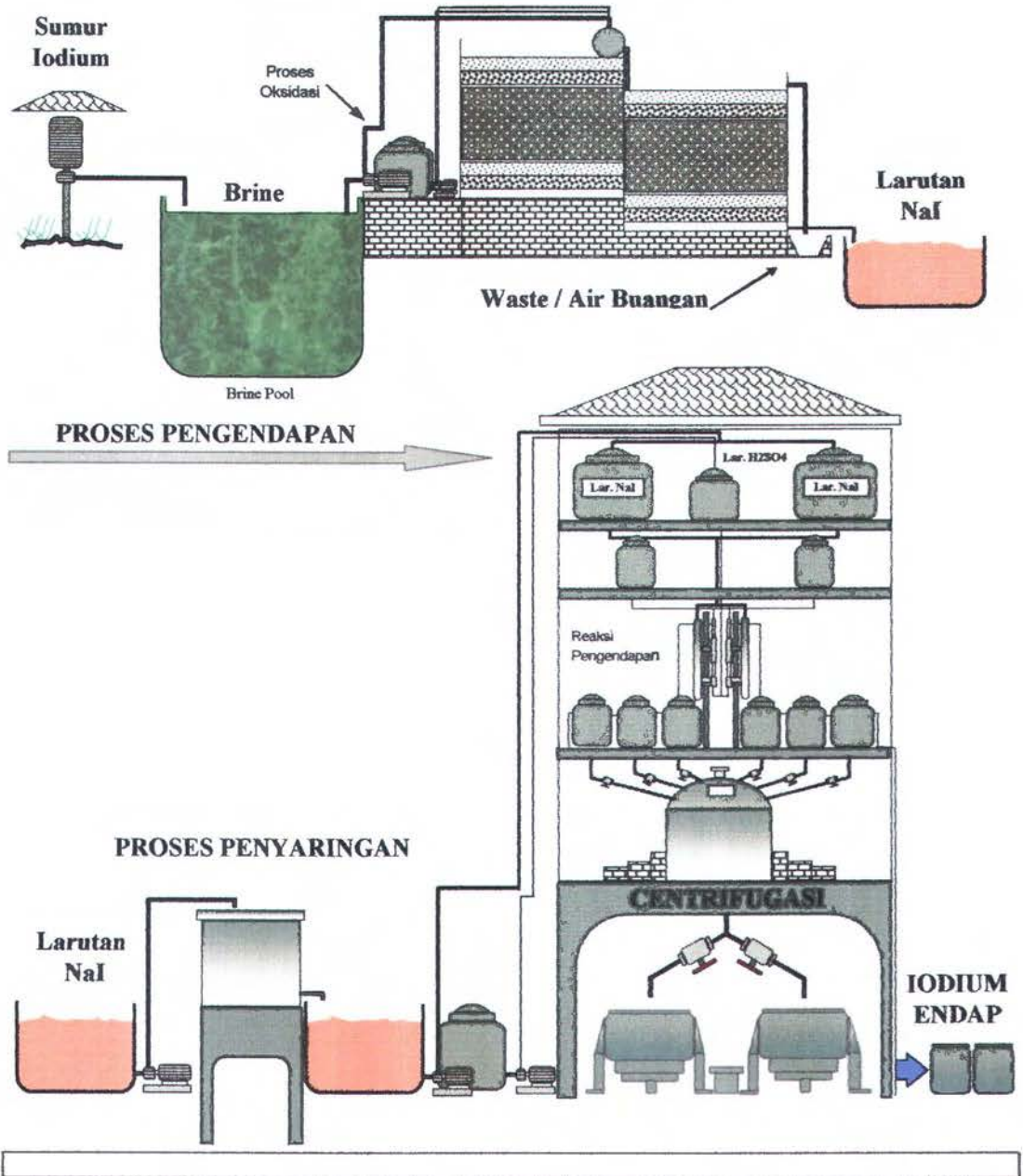




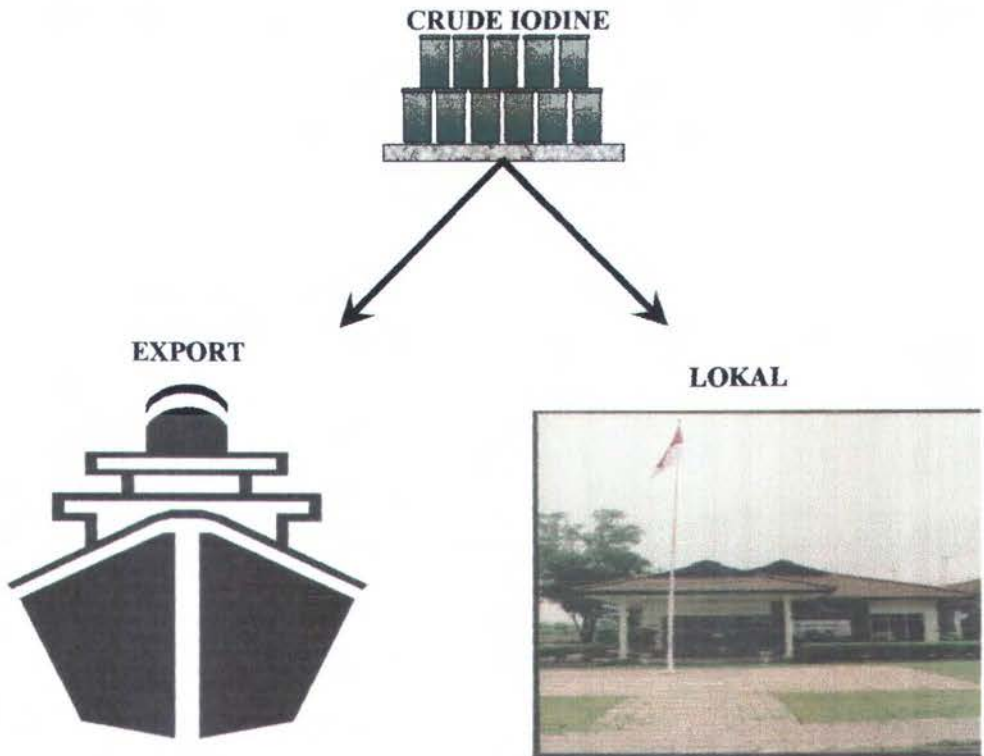
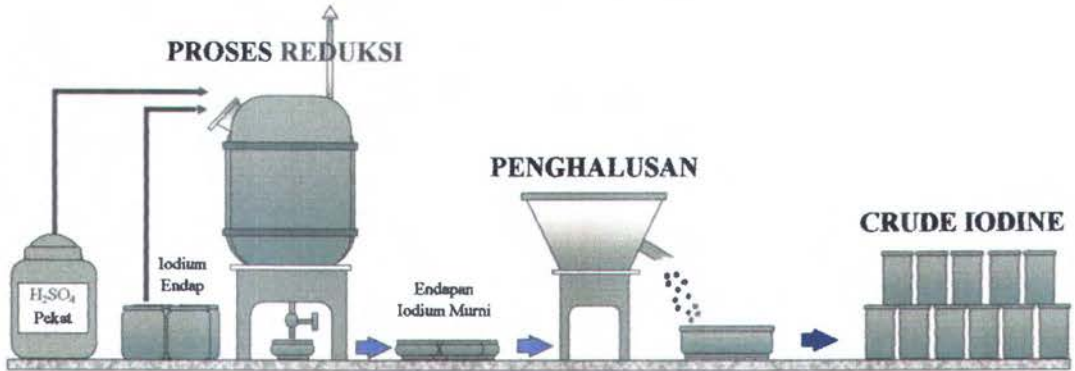
DIAGRAM GAMBAR ALUR PROSES IODIUM



PROSES ADSORBSI DAN EKSTRAKSI

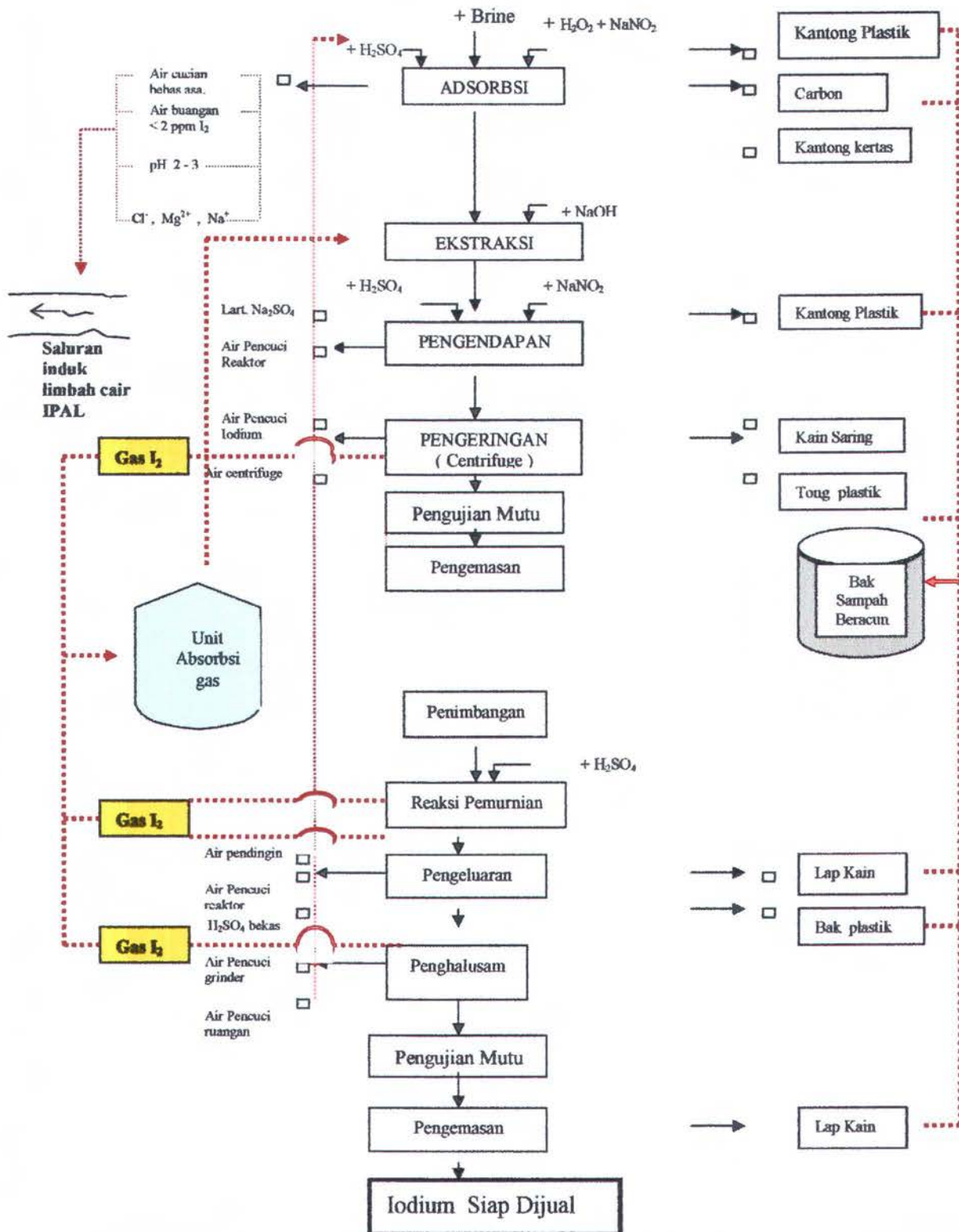


PROSES PEMURNIAN IODIUM



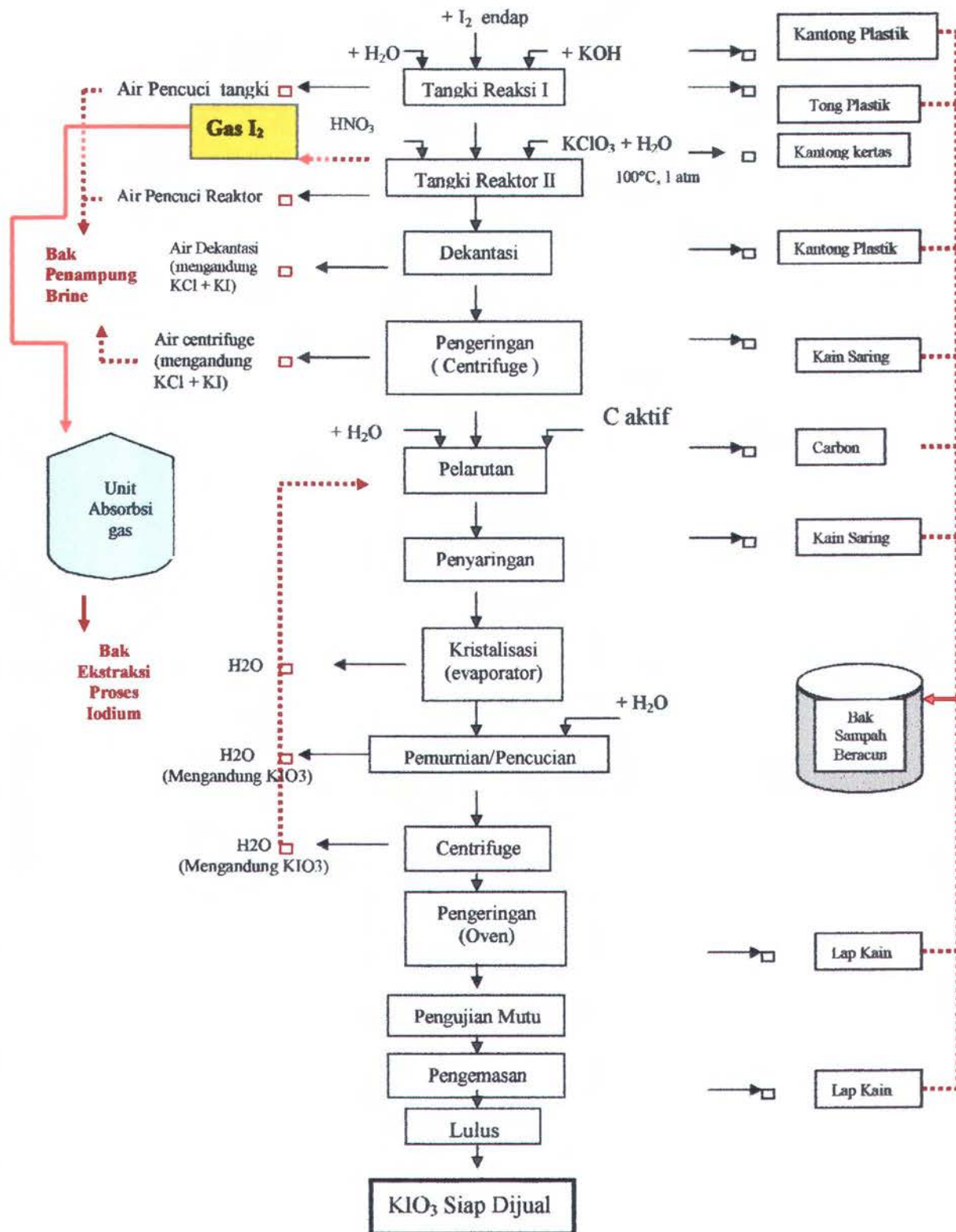


Lampiran 3 **FLOW PROSES PEMBUATAN IODIUM**
Sesudah perbaikan

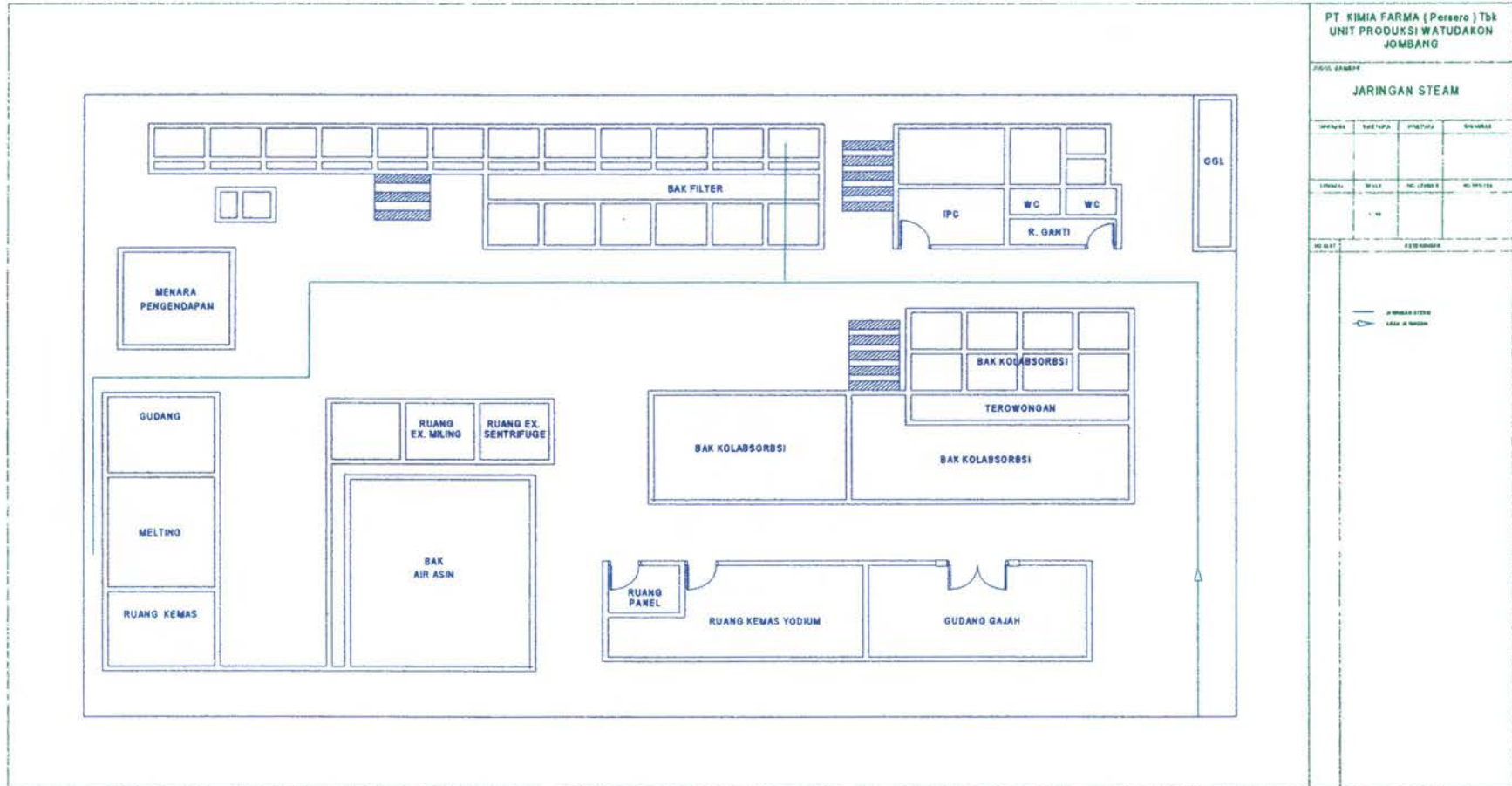




Lampiran 4 **FLOW PROSES PEMBUATAN KALIUM IODAT**
Sesudah perbaikan



Lampiran Gambar Denah Proses Produksi Kalium Iodat



**MATERIAL BALANCE PROCES IODIUM
TAHUN 2004**

IODIUM MASUK			IODIUM KELUAR		
A Inproses Awal per 31 Desember 2003			A, Inproses akhir per 31 Desember 2004		
1 Iodium Dalam Carbon	:	4,487.84 kg setara I ₂	1 Iodium Dalam Carbon	:	2,176.82 kg setara I ₂
2 Larutan Nal	:	103.23 kg setara I ₂	2 Larutan Nal dan KJO3	:	8 M + 1680 kg M 3 1,028.24 kg setara I ₂
3 Yodium Endap	:	472.60 kg setara I ₂	3 Yodium Endap	:	1,832.00 kg setara I ₂
		5,063.67 kg setara I ₂			4,762.26 kg setara I ₂
B Iodium Dalam Brine			B, Hasil Produksi Iodium Endap		
1 Januari	:	89,255.90 m ³ 7,355.6 kg setara I ₂	1 Januari	:	7,795.00 kg 6,625.75 kg setara I ₂
2 Februari	:	95,331.43 m ³ 8,065.28 kg setara I ₂	2 Februari	:	8,736.00 kg 7,425.60 kg setara I ₂
3 Maret	:	102,502.34 m ³ 8,483.81 kg setara I ₂	3 Maret	:	14,167.00 kg 12,041.95 kg setara I ₂
4 April	:	83,097.56 m ³ 6,917.98 kg setara I ₂	4 April	:	11,280.00 kg 9,588.00 kg setara I ₂
5 Mei	:	90,052.42 m ³ 7,992.48 kg setara I ₂	5 Mei	:	11,624.00 kg 9,880.40 kg setara I ₂
6 Juni	:	93,063.51 m ³ 8,147.77 kg setara I ₂	6 Juni	:	11,647.00 kg 9,899.95 kg setara I ₂
7 Juli	:	100,555.62 m ³ 8,894.12 kg setara I ₂	7 Juli	:	10,349.00 kg 8,796.65 kg setara I ₂
8 Agustus	:	108,263.15 m ³ 9,812.34 kg setara I ₂	8 Agustus	:	12,184.00 kg 10,356.40 kg setara I ₂
9 September	:	102,567.06 m ³ 9,366.11 kg setara I ₂	9 September	:	11,443.00 kg 9,726.55 kg setara I ₂
10 Oktober	:	100,816.39 m ³ 9,400.00 kg setara I ₂	10 Oktober	:	10,806.00 kg 9,185.10 kg setara I ₂
11 Nopember	:	88,100.31 m ³ 7,747.95 kg setara I ₂	11 Nopember	:	10,309.00 kg 8,762.65 kg setara I ₂
12 Desember	:	76,374.43 m ³ 6,520.60 kg setara I ₂	12 Desember	:	10,500.00 kg 8,925.00 kg setara I ₂
Jumlah	:	1,127,980.12 m ³ 98,804.06 kg setara I ₂			130,840.00 kg 111,214.00 kg setara I ₂
C 1. Iodium kotor dari melting kg 320 kg setara I ₂			C, 1. Iodium kotor dari melting kg 320 kg setara I ₂		
D Pengembalian dari Proses Melting dan Kalium Iodat			D, Iodium Yang Hilang dalam Proses Adsorbsi		
1 Januari	:	240.00 kg setara I ₂	1 Januari	:	89,255.90 m ³ 187.37 kg setara I ₂
2 Februari	:	1,133.21 kg setara I ₂	2 Februari	:	95,331.43 m ³ 170.31 kg setara I ₂
3 Maret	:	1,629.00 kg setara I ₂	3 Maret	:	102,502.34 m ³ 191.13 kg setara I ₂
4 April	:	1,609.00 kg setara I ₂	4 April	:	83,097.56 m ³ 136.44 kg setara I ₂
5 Mei	:	963.00 kg setara I ₂	5 Mei	:	90,052.42 m ³ 153.29 kg setara I ₂
6 Juni	:	1,042.00 kg setara I ₂	6 Juni	:	93,063.51 m ³ 137.38 kg setara I ₂
7 Juli	:	780.00 kg setara I ₂	7 Juli	:	100,555.62 m ³ 192.29 kg setara I ₂
8 Agustus	:	1,128.00 kg setara I ₂	8 Agustus	:	108,263.15 m ³ 210.28 kg setara I ₂
9 September	:	586.00 kg setara I ₂	9 September	:	102,567.06 m ³ 209.27 kg setara I ₂
10 Oktober	:	827.00 kg setara I ₂	10 Oktober	:	101,216.28 m ³ 206.85 kg setara I ₂
11 Nopember	:	1,091.00 kg setara I ₂	11 Nopember	:	88,100.31 m ³ 167.65 kg setara I ₂
12 Desember	:	1,278.43 kg setara I ₂	12 Desember	:	76,374.43 m ³ kg setara I ₂
Jumlah	:	12,306.64 kg setara I ₂	Jumlah Iodium yg hilang dlm Pro	:	1,128,360.01 1,962.04 kg setara I ₂
E, Iodium yg kembali dalam proses KI, KJO3, Crude : 1,840.16 kg setara I ₂					
Total 116,174.37 kg setara I₂			Total 116,174.37 kg setara I₂		

CATATAN AIR SUMUR (BRINE) YANG MASUK

Bulan : Pebruari 2005

No Sumur	Debit Sumur (m ³ /Jam)	Kadar Sumur (ppm)	Jam Kerja		Jumlah Air		Jumlah I ₂	
			Sumur	Kumulatif	Masuk (m ³)	Kumulatif (m ³)	Masuk (kg)	Kumulatif (kg)
No.2	-	-	-	-	-	-	-	-
No.6	-	-	-	6.00	-	41.40	-	2.00
WD.2	10.07	102.00	24.00	187.00	241.68	2,265.65	24.65	86.36
WD.3	12.31	83.79	14.00	541.00	172.34	6,700.21	14.44	561.41
WD.5	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.7	19.45	100.36	24.00	651.00	468.80	13,147.28	46.85	1,319.46
WD.9	-	-	-	58.00	-	773.42	-	76.38
WD.13	8.41	97.76	24.00	669.00	201.84	5,859.63	19.73	572.84
WD.14	19.46	108.98	24.00	317.00	467.04	6,346.17	50.90	691.61
WD.15	9.45	94.52	24.00	420.00	228.80	3,809.80	21.44	360.10
WD.16	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.17	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.18	8.01	37.97	24.00	584.00	192.24	5,315.58	7.30	201.83
WD.19	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.20	8.05	102.50	24.00	672.00	193.20	5,390.40	19.80	552.52
Jumlah :	95.21		182.00		2,161.94	49,649.54	205.11	4,424.51

CATATAN AIR SUMUR (BRINE) YANG MASUK

Bulan : Maret 2005

No Sumur	Debit Sumur (m ³ /Jam)	Kadar Sumur (ppm)	Jam Kerja		Jumlah Air		Jumlah I ₂	
			Sumur	Kumulatif	Masuk (m ³)	Kumulatif (m ³)	Masuk (kg)	Kumulatif (kg)
No.2	-	-	-	-	-	-	-	-
No.6	14.12	48.38	24.00	580.00	338.88	9.309.45	16.40	450.39
WD.2	8.01	102.00	24.00	618.00	192.24	5.931.24	19.61	615.07
WD.3	11.80	83.79	24.00	509.00	283.20	6.484.50	23.73	543.34
WD.5	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.7	19.25	100.36	24.00	647.00	462.00	12.894.05	46.37	1,294.05
WD.9	13.71	98.76	24.00	310.00	329.04	4.672.20	32.50	461.43
WD.13	8.11	97.76	24.00	693.00	194.64	5.928.85	19.03	579.60
WD.14	17.78	108.98	24.00	683.00	426.72	13,229.06	46.50	1,441.70
WD.15	8.31	94.52	24.00	687.00	199.44	6,190.13	18.85	585.09
WD.16	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.17	16.00	102.00	24.00	302.00	384.00	5,257.16	39.17	536.23
WD.18	7.00	37.97	24.00	572.00	168.00	4,760.82	6.38	180.77
WD.19	-	-	-	-	-	-	-	-
WD.20	8.01	102.50	24.00	720.00	192.24	5,966.16	19.70	611.53
Jumlah :	132.10	90.53	264.00		3,170.40	80,623.62	288.23	7,299.20

PEMAKAIAN BAHAN BAKU UNTUK PROCES PEMBUATAN IODIUM ENDAP PER TAHUN

Pemakaian Bahan Baku	Satuan	Tahun 1998	Tahun 1999	Tahun 2000	Tahun 2001	Tahun 2002	Tahun 2003
----------------------	--------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

A. Adsorbsi

1, Brine	M ³	998,237	895.713	1,340,109	1,267,706	1,228,264	1,212,116
2, H ₂ SO ₄	Kg	139,448	184.259	319,518	465,832	397,618	401,600
3, NaNO ₂	Kg	50,745	49,018	75,848	77,641	69,411	43,105
4, H ₂ O ₂	Kg	-	-	-	-	-	52,000
5, Carbon	Kg	41,000	79,113	89,750	101,175	113,975	101,125

B. Etraksi

1, NaOH	Kg	200,581	154,801	246,185	357,632	332,975	318,581
---------	----	---------	---------	---------	---------	---------	---------

C. Penendapan

1, Larutan NaI	M ³	12,496	9.272	11,840	14,070	12,616	12,035
2, H ₂ SO ₄	Kg	289,190	233,927	470,365	397,383	340,668	329,424
3, NaNO ₂	Kg	84,841	59,665	76,926	14,633	9,793	12,757
4, H ₂ O ₂	Kg	-	-	28,042	78,627	71,860	52,930

D. Hasil

1. Iodium endap	Kg	111,191	90,460	149,570	149,611	141,965	134,534
-----------------	----	---------	--------	---------	---------	---------	---------

PEMAKAIAN BAHAN BAKU UNTUK PROCES PEMBUATAN IODIUM ENDAP PER TAHUN (Lanjutan)

E. Kebutuhan Bahan Untuk 1 kg Iodium Endap

1, Brine	M ³	8.98	9.90	8.96	8.47	8.65	9.01
2, H ₂ SO ₄	Kg	3.85	4.62	5.28	5.77	5.20	5.43
3, NaNO ₂	Kg	1.22	1.20	1.02	0.62	0.56	0.42
4, H ₂ O ₂	Kg	-	-	0.19	0.53	0.51	0.78
5, Soda Cair	Kg	1.80	1.71	1.65	2.39	2.35	2.36
6, Carbon	Kg	0.37	0.87	0.60	0.68	0.80	0.75
7, Larutan Nal	M ³	0.11	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09



DOKUMEN SISTEM MUTU DAN LINGKUNGAN		COPY NO. :
INSTRUKSI KERJA PENANGANAN LIMBAH GAS		KODE DOKUMEN : IKB 21 TANGGAL BERLAKU :
REVISI / TANGGAL	: 0	HALAMAN 1 DARI 1

- 1. Sumber :
 - a. Proses Produksi Iodium
 - b. Proses Produksi Garam beriodium
 - c. Proses Iodiol Liq
- 2. Alat yang digunakan :
 - a. Blower penghisap gas
 - b. Pesawat Water Jet
- 3. Bahan yang digunakan :
 - a. Air bersih
 - b. NaOH 40 %



- 4. Cara kerja :
 - 4.1 Jalankan water jet sesuai IKB 20
 - 4.2 Jalankan blower penghisap gas dengan menekan tombol " ON "
 - 4.3 Mulailah proses reaksi yang menghasilkan gas
 - 4.4 Bila proses reaksi telah selesai matikan Pesawat water jet dan Blower penghisap gas dengan menekan tombol " OFF "
 - 4.5 Alirkan larutan Nal dalam Pesawat water jet ke bak sirkulasi proses ekstraksi iodium periksa kadar Nal dan Ukur volomenya
 - 4.6 Catat masing - masing limbah gas pada Catatan limbah Gas

Disahkan oleh : KUPW, 	Diperiksa oleh : KBPBB, 	Disiapkan oleh : KSBBK,
------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

DOKUMEN SISTEM MUTU DAN LINGKUNGAN		COPY NO. :
INSTRUKSI KERJA PENGOPERASIAN WATER JET		KODE DOKUMEN : IKB 20
		TANGGAL BERLAKU :
REVISI / TANGGAL	: 0	HALAMAN 1 DARI 1

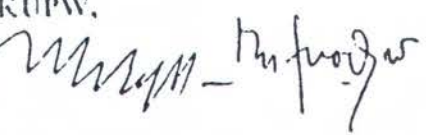

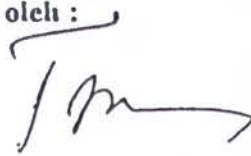
1. ALAT : a. Pesawat Water Jet

2. BAHAN : a. Air bersih
b. NaOH 40 %

3. CARA KERJA :

- 3.1 Isi tangki penampung dengan air = 200 lt , buka kran sirkulasi
- 3.2 Jalankan pompa selama 2 menit dengan menekan tombol "ON". Untuk mengetahui kondisi fisik pompa dan Tangki penampung
- 3.3 Matikan pompa dengan menekan tombol "OFF"
- 3.4 Isi tangki penampung dengan NaOH 40% sebanyak 20 lt
- 3.5 Jalankan pompa dengan menekan tombol " ON "
- 3.6 Jalankan selama proses reaksi berlangsung
- 3.7 Matikan pompa dengan menekan tombol " OFF "



Disahkan oleh : KUPW, 	Diperiksa oleh : KBPBB, 	Disiapkan oleh : KSBBK, 
--	---	---

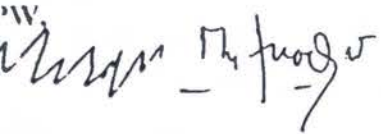
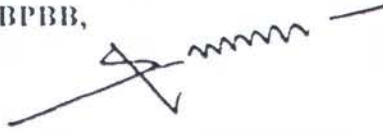
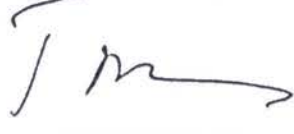
DOKUMEN SISTEM MUTU DAN LINGKUNGAN		COPY NO. :
INSTRUKSI KERJA PENANGANAN LIMBAH CAIR		KODE DOKUMEN : IKB 22
		TANGGAL BERLAKU :
REVISI / TANGGAL	: 0	HALAMAN 1 DARI 1

Sumber : a. Proses Produksi Iodium
b. Proses Produksi Garam beriodium
a. Proses Iodiol Liq

Alat yang digunakan : a. Bak penampung
b. Pompa
c. Instalasi pembuangan

Tugas kerja :

- 3.1 Limbah cair proses adsorpsi dialirkan ke unit IPAL melalui saluran pembuangan
- 3.2 Limbah cair pembersihan alat dan ruangan dialirkan ke tangki pengencer asam sulfat untuk daur ulang pada proses adsorpsi
- 3.3 Limbah cair proses garam iodium, pencucian alat dan ruangan dialirkan ke bak penampung, periksa kadar iodium kemudian alirkan ke Bak air iodium
- 3.4 Limbah cair proses garam lain, pencucian alat dan ruangan dialirkan ke unit IPAL
- 3.5 Limbah cair proses ferro sulfat, pencucian alat dan ruangan dialirkan ke unit instalasi limbah ferro
- 3.6 Limbah cair proses iodiol di alirkan ke water treatment kemudian dialirkan ke Bak penampung air iodium
- 3.7 Catat masing - masing limbah cair pada Catatan limbah cair

Disiapkan oleh : PW 	Diperiksa oleh : KBPBB, 	Disiapkan oleh : KSBBK, 
---	---	--

Safety (MSDS) data for iodine

General

Synonyms:

Molecular formula: I₂

CAS No: 7553-56-2

EC No: 231-442-4

EU No: 053-001-00-3

Physical data

Appearance: Purple to black crystals

Melting point: 113 - 114 C

Boiling point: 183 C

Specific gravity: 4.93

Vapour pressure: 0.31 mm Hg at 25 C

Vapour density: 9.0 (air = 1)

Flash point: n/a

Explosion limits: n/a

Autoignition temperature:

Stability

Stable. Oxidizer. Substances to be avoided include strong reducing agents, powdered metals, ammonia, ammonium salts, acetylene, acetaldehyde, combustible materials, aluminium, chemically active metals, carbides, turpentine oils, azides, carbides, ammonium hydroxide, sodium thiosulfate. Sublimes slightly at room temperature.

Toxicology

Toxic - may be fatal if swallowed or inhaled. Corrosive, causes burns. Harmful by inhalation and through skin absorption. UK OES short-term 1 mg/m³ (0.1 ppm). Readily absorbed through

skin. Very destructive of mucous membranes and upper respiratory tract, eyes and skin. Severe irritant. Sublimes at room temperature to yield dangerous levels of vapour. May cause sensitization. May cause damage to the unborn child.

Toxicity data

ORL-HMN LDLO 28 mg kg⁻¹

ORL-RAT LD50 14000 mg kg⁻¹ (? Although quoted by a reputable chemical supplier, this value looks unreasonably high compared to that given for humans. However, the same supplier quotes an ORL-MUS LD50 of 22000 mg kg⁻¹, and ORL-RBT LD50 of 10000 mg kg⁻¹.)

UNR-MAN LDLO 29 mg kg⁻¹

Risk phrases

R20 R21.

Personal protection

Safety glasses, nitrile gloves. Effective ventilation.

Safety phrases

S23 S25.



BIOGRAFI PENULIS

Siti Annurijati Hatidja dilahirkan pada tanggal 29 Maret 1968 di Surabaya, Jawa Timur sebagai anak ke empat dari empat bersaudara dari pasangan bapak Drs. H. Moch Hasan dan Ibu Hj. Siti Maryam.

Pendidikan SD ditamatkannya pada tahun 1980, SMP tahun 1983, dan SMA pada tahun 1986 di Surabaya. Pada tahun 1986, diterima menjadi Mahasiswa PMDK S-1 di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga (UNAIR), yang diselesaikannya pada tahun 1991, dengan gelar Dokteranda (Dra), kemudian dilanjutkan dengan studi profesi apoteker dan lulus tahun 1992 dengan gelar Apoteker (Apt). Ketika menjadi Mahasiswa di Universitas Airlangga aktif di dunia pendidikan menjadi Guru Bantu Sekolah Menengah Farmasi (SMF) Kapasan Surabaya tahun 1989 – 1993. Selain itu aktif bekerja menjadi apoteker pendamping di salah satu apotik swasta di Surabaya (1991- 1993).

Setelah lulus tahun September 1992 dan meraih gelar Dra Siti Annurijati Hatidja Apt. kemudian pada tanggal 29 Agustus 1993 menikah dengan Drs. H. Satrijo Wiweko MT seorang aktifis Lingkungan hidup yang cukup terkenal di Jawa Timur. Pada tahun yang sama diterima di sebuah pabrik PT. Kimia Farma Watudakon Jombang (1993 – sampai sekarang). Dengan jabatan yang pernah diterima sebagai Asisten Manager (Asman) Pengawasan Mutu, dan sekarang menduduki jabatan Asman Produksi Formulasi hingga sekarang.

Pada tahun 1994 lahir putra pertama yang diberi nama Faizal Shah Alam (Alam), dua tahun kemudian tahun 1996 lahir putra kedua yang bernama Rizky Samudera Nusa (Nusa). Tahun 2002 mendapat kesempatan melaksanakan studi banding ke Shanghai China dan Hongkong. Tahun 2003 melaksanakan Ibadah Haji ke Kota Suci Mekkah dan Madinah.

Tahun 2004 selain pagi bekerja di Kimia Farma Watudakon Jombang, pada hari Rabu, Kamis dan Jumat Sore melanjutkan Studi S2 di Teknik Lingkungan ITS Surabaya dan telah dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 19 Juli 2005.