

ANALISIS RISIKO LINGKUNGAN ALIRAN AIR LUMPUR LAPINDO KE BADAN AIR

(STUDI KASUS SUNGAI PORONG dan SUNGAI ALOO - KABUPATEN SIDOARJO)



TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

**Ninie Herawati
L4K006008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2007

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS RISIKO LINGKUNGAN
ALIRAN AIR LUMPUR LAPINDO KE BADAN AIR
(STUDI KASUS SUNGAI PORONG DAN SUNGAI ALOO - KABUPATEN SIDOARJO)**

Disusun Oleh

**Ninie Herawati
L4K006008**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji

Pada tanggal 15 Agustus 2007

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Penguji,

Tanda Tangan,

Ketua

DR.Ir. Purwanto, DEA

.....

Anggota,

Ir. Agus Hadiyanto, MT

.....

dr Onny Setiani, PhD

.....

Ir. Dwi Handayani, MT

.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES
NIP. 130 810 134

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun dengan judul “**Analisis Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo ke Badan Air (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo)**” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian atau kalimat tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain, saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma-norma dan kaidah etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ternyata Pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dan menjalani proses hukum yang berlaku di Indonesia sesuai peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, Agustus 2007

Yang Menyatakan,

Niniek Herawati

BIODATA PENULIS



Niniek Herawati, lahir di Jakarta Timur pada tanggal 14 Juni 1972, merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Menyelesaikan pendidikan dasar di Kota Malang pada tahun 1985, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Malang dan lulus pada tahun 1988, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Malang jurusan A1 (Fisika) dan lulus pada Tahun 1991. Tertarik pada permasalahan lingkungan hidup kemudian melanjutkan pendidikan Strata-1 pada Institut Teknologi Nasional Malang pada Jurusan Teknik Lingkungan dan lulus pada tahun 1997.

Selepas lulus pernah bekerja pada perusahaan Konsultan Binnie & Partners selama 2 tahun, sebelum kemudian mengikuti tes penerimaan pegawai negeri sipil dan diterima serta ditempatkan pada instansi Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Propinsi Jawa Timur yang bertempat di Kota Surabaya. Mengabdikan sejak Tahun 1998 hingga kemudian pada Tahun 2006 mengikuti tes dan lulus mendapatkan bantuan biaya pendidikan pasca sarjana oleh Biro Kepegawaian Propinsi Jawa Timur dimana terdapat pilihan program studi ilmu lingkungan yang sesuai dengan bidang ilmu yang dimiliki. Konsekuensi pendidikan luar kota dijalani dengan tekad teguh disertai dukungan penuh dari keluarga untuk dapat menyelesaikan pendidikan pasca sarjana dengan baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga akhirnya Tesis ini dapat selesai disusun sebagai persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Strata-2 pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis mengambil judul ” ANALISIS RESIKO LINGKUNGAN ALIRAN AIR LUMPUR LAPINDO KE BADAN AIR (Studi Kasus Sungai Porong dan Sungai Aloo – Kabupaten Sidoarjo)”, dengan harapan akan dapat memberikan manfaat kepada kita semua khususnya kepada masyarakat Jawa Timur dalam menghadapi permasalahan multi efek yang ditimbulkan oleh adanya peristiwa semburan lumpur panas pada wilayah kerja PT. Lapindo Brantas di Porong Sidoarjo yang masih berlangsung hingga saat ini.

Hasil dari penelitian analisis resiko lingkungan pada badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo diharapkan akan dapat menjadi data basis bagi kejadian sejenis mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan dari kejadian semburan lumpur panas dengan volume semburan yang amat besar tersebut dalam rangka mencegah dan meminimisasi resiko yang dapat ditimbulkan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan tesis ini, diantaranya kepada :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Prof. dr Susilo Wibowo, MS, MD, PhD, Sp. Andrologi.
2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Prof. DR Sudharto P. Hadi, MES.
3. Bapak DR, Ir Purwanto, DEA dan bapak Ir Agus Hadiyanto, MT selaku Dosen pembimbing tesis penulis pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang
4. Ibu dr Onny Setiani, PhD dan Ibu Ir. Dwi Handayani, MT selaku tim penguji tesis penulis pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang
5. Gubernur Propinsi Jawa Timur melalui Biro Kepegawaian yang telah memberikan bantuan biaya pendidikan program pasca sarjana pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.
6. Bapak Ir. Warno Harisasono, M.Eng, selaku atasan langsung penulis, Kepala Seksi dan staf Bidang Pengawasan dan Pengendalian Bapedal Propinsi Jawa Timur, yang telah memberikan kesempatan dan motivasi bagi penulis untuk mengikuti pendidikan pasca sarjana, diskusi serta akses data terkait dengan upaya pemantauan kualitas air lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo yang banyak membantu penulis dalam penyusunan tesis.

7. Bapak Drs Didik Agus Wijanarko, MMT, selaku koordinator Laboratorium PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur, yang telah membantu penulis dalam pengambilan data dan sampel air badan air di Sungai Porong dan Sungai Aloo serta diskusi yang banyak membantu penulis dalam penyusunan tesis.
8. Jajaran pimpinan dan staf pada Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan Kementrian Lingkungan Hidup Jakarta, atas bantuan data, informasi dan diskusi terkait dengan upaya pemantauan kualitas air lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo yang banyak membantu penulis dalam penyusunan tesis.
9. Rekan-rekan mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Angkatan 14 yang banyak membantu penulis dalam suka dan duka menjalani studi yang menempuh jarak antar kota.
10. Keluarga penulis tercinta, khususnya ibu dan bapak, suami dan anak-anak tersayang, adik-adik dan kakak yang dengan hebat berkorban pikiran, tenaga, waktu dan biaya serta tak lelah memberikan dukungan moril, spirituil dan kesempatan bagi penulis untuk dapat menyelesaikan pendidikan program pasca sarjana ini dengan baik.

Semoga tesis ini bermanfaat dan mohon dimaklumi atas segala kekurangan yang ada.

Semarang, Agustus 2007

Penulis,

Ninie Herawati

PERSEMBAHAN

Terima kasih dan bangga tiada tara kupersembahkan kepada keluargaku tercinta, suami, anak-anakku, ibu dan bapak yang kumuliakan, adik-adik dan kakak yang telah memberikan kesempatan dan semangat kepadaku untuk menempuh pendidikan pasca sarjana yang telah lama kuinginkan namun sempat kuragukan karena jarak dan biaya yang harus dipenuhi, dan dengan pengorbanan yang amat besar diberikan kepadaku telah menjadi pemacu semangatku untuk dapat membalas kasih sayang mereka.

Tesis ini kupersembahkan pada Pemerintah Propinsi Jawa

ABSTRAK

Bencana ekologis nasional lumpur panas yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo Propinsi Jawa Timur berupa semburan gas beracun dan lumpur panas di dekat sumur pengeboran Banjar Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT Lapindo Brantas, Inc. yang masih berlangsung hingga penelitian ini dilaksanakan. Karena besarnya volume semburan menyebabkan air Lumpur tersebut dialirkan ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo demi menjamin keselamatan jiwa masyarakat dan infrastruktur di sekitar lokasi semburan. Kandungan air Lumpur pada kolam penampungan dideteksi mengandung bahan kimia berbahaya yaitu senyawa Phenol yang secara fisik diidentifikasi sebagai senyawa berwarna merah muda. Dengan adanya pengaliran air lumpur yang mengandung Phenol tersebut maka dapat menimbulkan resiko kerusakan lingkungan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo. Untuk mencegah terjadinya resiko tersebut, maka dibutuhkan pengamanan pada sumber, jalur penyebaran, serta penerima. Metode pengamanan yang seharusnya pertama kali dilakukan adalah pengamanan pada sumber. Namun karena masalah semburan lumpur panas ini termasuk kategori bencana dan pengaliran air lumpur ke badan air adalah upaya darurat, sehingga perlu dilakukan **'Analisis resiko lingkungan aliran air lumpur Lapindo ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo Kabupaten Sidoarjo'**.

Analisis resiko yang dilakukan adalah untuk mengidentifikasi kandungan phenol pada ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air lumpur dan selanjutnya memprakirakan risikonya terhadap lingkungan perairan Sungai Porong dan Sungai Aloo. Pengumpulan data dilakukan pada 10 titik sampling pada ruas Sungai Porong, 4 titik pada saluran irigasi dan 5 titik pada ruas Sungai Aloo, sesuai dengan prakiraan penyebaran air lumpur pada badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo. Selanjutnya dilakukan prakiraan konsentrasi phenol pada 19 titik sampling tersebut dengan konsentrasi berbahaya phenol terhadap biota air yang paling peka yaitu jenis Crustacea dan prakiraan daya racun dari kandungan phenol yang tertinggi terkait juga dengan nilai baku mutu kualitas phenol pada air badan air sesuai dengan peruntukannya yaitu sungai kelas III dalam PP nomor 82 Tahun 2001.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa di sepanjang ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur panas Lapindo selama bulan Oktober 2006 sampai Maret 2007 telah terdeteksi konsentrasi phenol sebagaimana terkandung di dalam formasi air Lumpur panas Lapindo. Selanjutnya dari hasil perhitungan prakiraan daya racun didapatkan hasil bahwa kandungan phenol dalam air lumpur yang mengalir ke Sungai Porong dan Sungai Aloo adalah beresiko yaitu beresiko tinggi terhadap peruntukan Sungai Porong dan Sungai Aloo karena ditemukan konsentrasi phenol yang tinggi disepanjang sungai Porong dengan konsentrasi tertinggi pada lokasi jembatan tol yang berjarak paling dekat dari input air lumpur ke Sungai Porong dan selanjutnya terdegradasi sejalan dengan aliran menuju ke muara dan pada ruas Sungai Aloo ditemukan pula konsentrasi phenol yang tinggi dengan konsentrasi tertinggi terletak pada lokasi Jembatan Gempol Sari yang berjarak paling dekat dengan input air lumpur yang selanjutnya terdegradasi sejalan dengan aliran menuju ke muara sungai. Oleh sebab itu usulan manajemen resiko yang diajukan meliputi tahapan perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan perbaikan dalam meminimasi konsentrasi phenol sebelum dialirkan ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo agar dapat memenuhi ketentuan baku mutu phenol untuk badan air sungai kelas III dan meminimasi resiko terhadap perubahan peruntukan Sungai Porong dan Sungai Aloo.

Kata Kunci :

Air lumpur, resiko, peruntukan air

ABSTRACT

National ecological disaster [of] hot mud that happened [in] Sidoarjo Regency of East Java Province in the form of poisonous gas and hot mud at elbow well of Banjar Panji-1 drilling, the drilling activity of PT Lapindo Brantas, Inc. that still take place until now.. Since the blast volume level cause the the Mud water poured into the River of Porong and Aloo River for the shake of guaranting safety of society soul and infrastructure around blast location. Irrigation of the Lapindo Mud at relocation pool has detected the dangerous chemicals contain is compound Phenol which in physical identified as pink colored compound. The existence of Lapindo mud water irrigation can generate the environmental damage risk stream water of the Porong River and Aloo River. To prevent the happening of the risk, is hence required by security at the source, pathway, and also receptor. Security method which ought to at first time is conducted by security at source. But because of this hot mud blast problem is inclusive of disaster category and irrigate the mud to the stream water is an emergency effort, so that require to be done the ' environmental Risk analysis of irrigated Lapindo mud water into the stream water of the Porong River and Aloo River of Sidoarjo Regency'.

The risk analysis was carried on to identify the content of phenol at the stream water of Porong River and Aloo River generated by Lapindo mud water and may predict the risk of the stream water environment of Porong River and Aloo River. Data collecting conducted at 10 sampling point at Porong River, 4 sampling point at irrigation channel and 5 sampling point at Aloo River, as predicting spreading of irrigation the mud at the body of Porong River and Aloo River. Hereinafter conducted to predict the phenol concentration at 19 sampling point with the phenol-toxic concentration to the most sensitive biota that is type Crustacea and predict the energy poison from relevant highest content phenol with the standard value quality of phenol at the stream water as according to the class river number III in the national regulation of PP 82 / 2001.

According to the result of risk assessment along Porong River and Aloo River stream generated by hot Mud water during October 2006 until March 2007 have been detected the high phenol concentration consisted in the formation of the Lapindo hot Mud, Hereinafter from calculation result predict the poison energy, result that high phenol content in mud water into River Porong and Aloo River is high risk to the stream standar of Porong River and River Aloo because of founding the high concentration phenol alongside Porong river with the highest concentration at location of toll bridge that nearest the input of the mud to the Porong River and hereinafter degradation in line with stream go to the estuary and at stream of Aloo River also found high concentration phenol with the highest concentration in the location of Bridge of Gempol Sari that nearest place the input of the mud later and degradation in line with stream go to the river estuary. On that account propose the risk management raised cover the plan step, do, check and action in order to minimize of phenol concentration before poured into the stream of Porong River and Aloo River so that can be pursuant to permanent quality of phenol for the body of the river of class III and minimize risk to change of stream standard of the Porong River Porong and Aloo River.

Key words : *Mud water, risk, stream standard*

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Halaman Pernyataan	ii
Riwayat Hidup	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
Abstrak	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.4. Kegunaan Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Pengertian Lingkungan Hidup	12
2.2. Sumber Daya Air Sungai	14
2.3. Pencemaran Air Sungai dan Dampaknya	16
2.4. Lumpur Vulkanik (<i>Mud Volcano</i>)	19
2.4.1. Pengertian dan Asal Lumpur Vulkanik	19
2.4.3. Kandungan Lumpur Vulkanik dan Dampaknya	22
2.5. Analisis Resiko Lingkungan	22
2.5.1. Pengertian Analisis Resiko Lingkungan	22
2.5.2. Tujuan Analisis Resiko Lingkungan	25
2.6. Tahapan Analisis Resiko Lingkungan	26
2.6.1. Identifikasi Zat Berbahaya	26
2.6.2. Perkiraan Penyebaran	29
2.6.3. Perkiraan Daya Racun	31
2.6.4. Karakterisasi Resiko	31

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1.	Rancangan penelitian	33
3.3.	Ruang Lingkup	36
3.4.	Pengumpulan Data	40
3.5.	Metode Analisa dan Evaluasi Data	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1.	Identifikasi Resiko	43
	4.1.1. Identifikasi Lokasi Studi	43
	4.1.2. Identifikasi Zat Berbahaya	45
4.2.	Prakiraan Penyebaran	50
	4.2.1. Identifikasi Lingkungan Potensial yang Terpapar	50
	4.2.2. Identifikasi Jalur Penyebaran Potensial	50
	4.2.3. Identifikasi Konsentrasi	57
4.3.	Prakiraan Daya Racun	62
	4.3.1. Prakiraan Daya Racun Phenol di Ruas Sungai Porong .	62
	4.3.2. Prakiraan Daya Racun Phenol di Ruas Sungai Aloo ...	64
4.4.	Prakiraan Resiko	65
4.5.	Manajemen Resiko	67
	4.5.1. Perencanaan dan Organisasi (Plan)	68
	4.5.2. Pelaksanaan (Do)	68
	4.5.3. Pemantauan (Check)	69
	4.5.4. Perbaikan (Action)	69
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	1.1.	Hasil Uji Awal Kualitas Air Lumpur Pada Luberan dari Pusat Semburan	7
Tabel	2.1.	Distribusi Air di Bumi	13
Tabel	2.2.	Mekanisme transfer dan transformasi senyawa kimia.....	17
Tabel	2.3.	Kriteria Resiko	32
Tabel	3.1.	Lokasi penelitian/titik sampling kualitas air badan air.....	37
Tabel	4.1.	Hasil uji awal kualitas air Lumpur pada luberan dari pusat semburan	46
Tabel	4.2	Data Awal Kualitas Phenol dalam Air Lumpur	48
Tabel	4.3	Jalur Penyebaran Air Lumpur di Sungai Porong	51
Tabel	4.4	Jalur Penyebaran Air Lumpur di Saluran Irigasi	54
Tabel	4.5	Jalur Penyebaran Air Lumpur di Sungai Aloo	54
Tabel	4.6	Data Hasil Identifikasi Phenol	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1.1.	Semburan Lumpur Panas Lapindo di Porong Sidoarjo	1
Gambar	1.2.	Pembuangan air Lumpur ke badan air Sungai Porong.....	4
Gambar	1.3.	Pembuangan air Lumpur ke badan air Sungai Porong.....	6
Gambar	1.4.	Genangan air Lumpur berwarna merah muda pada kolam penahan Lumpur	8
Gambar	2.1.	Distribusi Jenis Air di Bumi	13
Gambar	2.2.	Fenomena Lumpur vulkanik di Norris Geysir, Wyoming	20
Gambar	2.3.	Fenomena menyemburnya Lumpur vulkanik di Porong Sidoarjo	21
Gambar	3.1.	Diagram alir penelitian	35
Gambar	3.2.	Peta titik sampling kualitas badan air.....	38
Gambar	4.1.	Identifikasi Lokasi Studi	44
Gambar	4.2.	Genangan air lumpur berwarna merah muda, indikasi adanya senyawa phenol	48
Gambar	4.3.	Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Sungai Porong	52
Gambar	4.4.	Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Saluran Irigasi	53
Gambar	4.5.	Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Sungai Aloo	55
Gambar	4.6.	Lokasi Persebaran Air Lumpur ke Badan Air Sungai Porong dan Sungai Aloo	56
Gambar	4.7.	Pengambilan Sampel Air Badan Air	59
Gambar	4.8.	Grafik Identifikasi Konsentrasi Phenol di Sungai Porong	60
Gambar	4.9.	Grafik Identifikasi Konsentrasi Phenol di Sungai Aloo	61

DAFTAR LAMPIRAN

- | | |
|------------|--|
| Lampiran 1 | Foto – Foto Dokumentasi |
| Lampiran 2 | Rekap Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air Badan Air Selama 6 Bulan Studi |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bencana ekologis nasional lumpur panas yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo Propinsi Jawa Timur dimulai pada tanggal 28 Mei 2006, saat gas beracun dan lumpur panas menyembur di dekat sumur pengeboran Banjar Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT Lapindo Brantas, Inc. yang hingga penelitian ini dilaksanakan masih belum dapat dihentikan.



Gambar 1.1. Foto Semburan Lumpur Panas Lapindo

Kegiatan eksplorasi minyak dan gas sebagaimana dilakukan oleh PT Lapindo Brantas, Inc. merupakan kegiatan survey seismic dan eksplorasi. Kegiatan tersebut merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan karena sifat

cadangan minyak dan gas bumi yang berada di perut bumi tidak dapat ditentukan lokasinya secara pasti.

Lumpur panas tersebut pada Bulan Nopember 2006 telah menutupi sekitar 250 hektar tanah, termasuk tujuh desa, sawah, perkebunan tebu, dan saluran-saluran irigasi, serta telah mengganggu jalur transportasi. Prakiraan volume semburan Lumpur antara $\pm 50.000 - 120.000 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sehingga air yang terpisah dari endapan Lumpur berkisar $35.000 - 84.000 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Buku Putih LUSI, KLH, 2006).

Pemerintah Propinsi Jawa Timur dalam salah satu tugas pokok dan fungsi dalam mendukung Tim Nasional Pengendalian Lumpur, Bidang Pengendalian Lingkungan, sesuai Keputusan Presiden Nomor 13 Tahun 2006, telah melakukan berbagai upaya antara lain lokalisasi lumpur melalui tanggul-tanggul penahan Lumpur di sekitar pusat semburan. Konstruksi tanggul yang tidak permanent menyebabkan tanggul jebol dan genangan Lumpur hingga kini telah menggenangi lahan seluas 250Ha dan sedang disiapkan 200 Ha lagi yang sedang dalam tahap pembebasan. Jumlah air diperkirakan akan lebih banyak lagi mengingat musim hujan telah tiba dengan data curah hujan rata-rata bulanan berkisar 150-250 mm. Jika hujan per hari rata-rata diasumsi sebesar 10 mm/hari dan luas kolam lumpur diasumsi seluas 450 Ha, maka ada tambahan air sebesar $450 \text{ Ha} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{Ha} \times 0,01 \text{ m} = 45.000 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Buku Putih LUSI, KLH, 2006).

Kegagalan menghentikan semburan lumpur panas ini, menyebabkan banyak masyarakat di Sidoardjo menjadi korban. Potensi kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dari pelepasan lumpur ini ke kali Porong dapat meluas ke kawasan yang melampaui batas wilayah Kabupaten Sidoardjo. Mengingat besarnya dampak semburan lumpur panas tersebut terhadap kehidupan masyarakat, khususnya di Kabupaten Sidorajo dan di Jawa Timur pada umumnya, Pemerintah menaruh perhatian yang besar dalam penanganan dampak semburan Lumpur panas ini. Dalam beberapa kesempatan, Presiden Republik Indonesia memberi arahan agar

penanggulangan dampak semburan lumpur panas di Sidoarjo ini diupayakan sepenuh tenaga dengan memberikan prioritas kepada hal-hal sebagai berikut :

- a. Pencegahan jatuhnya korban jiwa dan perlindungan keselamatan penduduk di lokasi kejadian semburan lumpur panas tersebut,
- b. Upaya memberikan alternatif sumber penghidupan bagi masyarakat yang terkena dampak langsung dan melindungi penanganan lumpur panas di Porong Sidoarjo.

Sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia pada Sidang Kabinet Paripurna tanggal 27 September 2006, skenario pengendalian lumpur sebagian dialirkan ke Sungai Porong untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya. Lumpur panas tersebut akhirnya disetujui untuk dibuang tanpa pengolahan ke Sungai Porong dan badan-badan air sekitarnya dengan alasan bahwa tidak ada tanggul yang dapat dibangun dalam waktu singkat untuk menyimpan lumpur panas yang menyembur dengan volume 126,000 m³ per hari. Harus diakui adanya batas kemampuan teknologi untuk menyimpan lumpur tersebut dalam waduk-waduk yang dibangun TimNas Pengendalian Lumpur. Berdasarkan analisis awal oleh beberapa laboratorium di dalam dan di luar negeri, ditemukan bahwa lumpur panas yang keluar dari perut bumi ini bukanlah bahan yang beracun atau berbahaya. Permasalahan terbesar dari lumpur panas ini adalah volume yang menvembur sekitar 120.000 - 130.000 m³ setiap harinva sehingga seyogyanya



acun dan
akhir bulan
li Porong
e majeure'.

Gambar 1.2. Pipa Pembuangan air Lumpur ke Sungai Porong

Pada saat penelitian ini dilakukan, belum dapat dipastikan kapan semburan Lumpur akan berhenti dan seberapa besar volume Lumpur yang ditimbulkan (Menurut ahli geologi Universitas Kyoto, Jepang, James Mori dalam Tempo Interaktif Jakarta 20 Pebruari 2006 dan Ahli Geologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Hery Harjono dalam International Geological Workshop Sidoarjo Mud Volcano di Gedung BPPT Jakarta, 21 Pebruari 2007). Sedangkan menurut prediksi Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Said D Jenie dalam International Geological Workshop Sidoarjo Mud Volcano di Gedung BPPT Jakarta, 21 Pebruari 2007, semburan lumpur baru bisa berhenti setelah 31 tahun atau pada Tahun 2038 mendatang. Sedangkan upaya teknis terakhir yang dilakukan berupa penyumbatan dengan menggunakan bola-bola beton menurut analisis ahli geologi dari Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI) Arief Budiman dan ahli perminyakan ITB Doddi Nawangsido, juga tidak akan dapat menghentikan semburan tersebut, bahkan bola beton tersebut dapat menyembur kembali sewaktu-waktu (Tempo Interaktif, Jakarta, 20 Pebruari 2006).

Oleh sebab itu nampaknya skenario pembuangan air Lumpur ke Sungai Porong dan Sungai Aloo menuju laut akan tetap dilanjutkan untuk menjamin keselamatan penduduk di sekitar semburan. Sudah menjadi permasalahan global bahwa dewasa ini makin sulit untuk mendapatkan air bersih sebagaimana dibutuhkan dan dibutuhkan teknologi yang cukup mahal untuk dapat memanfaatkan sumber daya air yang ada. Dengan pembuangan air Lumpur ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo menuju laut masyarakat sekitar akan makin merasakan kelangkaan sumber daya air bersih untuk memenuhi kebutuhan hidup.



Gambar 1.3. Pembuangan air Lumpur ke Sungai Porong (Sumber : Pengamatan Lapangan)

Pembuangan lumpur ke laut tentu akan menimbulkan dampak terhadap ekosistem air terlebih di Sungai Porong dan Sungai Aloo, membahayakan kesehatan masyarakat sekitar dan industri-industri kelautan seperti budidaya tambak udang, ikan, dan produksi garam yang ada, namun sampai seberapa besar risiko tersebut diperkirakan perlu dilakukan penelitian mengenai hal tersebut sebagai dasar pertimbangan manajemen risikonya, melalui pemantauan kualitas air badan air secara rutin dan analisis hasil pemantauan tersebut.

Penelitian mengenai risiko lingkungan aliran air Lumpur ke badan air didasari oleh hasil analisis awal terhadap kandungan bahan-bahan berbahaya dalam air Lumpur tersebut oleh BAPEDAL Propinsi Jawa Timur. Berdasarkan uji kualitas air Lumpur pada bulan Juni dan Juli 2007 oleh BAPEDAL Propinsi Jawa Timur pada Laboratorium lingkungan PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur sebagai gambaran rona lingkungan awal semburan Lumpur panas tersebut menunjukkan hasil **melebihi** ketentuan baku mutu sesuai dengan ketentuan KepMenLH 42/96 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi untuk parameter fisika

kandungan endapan dalam lumpur atau Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid dan (TSS) sangat tinggi. Untuk parameter kimia, kandungan Biological oxygen demand (BOD) dan Chemical oxygen demand (COD) yang tinggi, dimana parameter tersebut merupakan parameter organik atau indikator umum terjadinya pencemaran air. Kandungan senyawa **Phenol** diketahui juga sangat tinggi (hampir 3 kali lebih besar dari nilai baku mutu) yang merupakan zat kontaminan kimia organik, berwarna merah muda. Sedangkan kandungan logam berat seperti seng (Zn), nikel (Ni) dan Timbal (Pb) yang terdeteksi namun masih memenuhi baku mutu.

Tabel 1.1. Hasil uji awal kualitas air Lumpur pada luberan dari pusat semburan.

Parameter	Satuan	Baku Mutu *)	Hasil uji
TDS	mg/lt	4.000	91.350
TSS	mg/lt	200	226.100
BOD	mg/lt	150	259
COD	mg/lt	300	600
Phenol	mg/lt	2	5,9
Zn	mg/lt	15	0,45
Ni	mg/lt	0,5	0,22
Pb	mg/lt	1	0,23

Sumber : Data Bapedal Prop Jatim, 2006

*) : Baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi sesuai KepMenLH 42/96.

Sedangkan hasil penelitian ITS Surabaya dan Pusarpedal Jakarta, karakteristik Lumpur panas Lapindo (formasi fluida) diketahui bahwa hasil uji kualitas air Lumpur pada kolam penampungan utama tidak memenuhi ketentuan baku mutu air limbah industri dalam SK Gub 45/2002 gol III untuk parameter **Phenol** (Pudjiastuti, L, ITS Surabaya, dalam Simposium Nasional "Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut", September 2006).

Besaran nilai uji kualitas Phenol yang melebihi ketentuan baku mutu yang telah ditetapkan akan menyebabkan dampak bagi lingkungan sekitarnya karena phenol termasuk senyawa kimia yang berbahaya bagi kesehatan dan kehidupan makhluk hidup.



Gambar 1.4. Genangan air lumpur yang berwarna merah muda menunjukkan kandungan

phenol yang tinggi (Sumber foto : www.hotmudflow.wordpress.com, Juli 2006)

Peneliti melihat dari aspek lingkungan hidup bahwa fenomena pengaliran air Lumpur Lapindo ke Sungai Porong dan Sungai Aloo menuju ke laut, hanya memindahkan permasalahan ke lokasi lain karena tidak sesuai dengan ketentuan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002, gol. III tentang baku mutu limbah cair dari kegiatan industri di Jawa Timur mengenai pembuangan air limbah ke lingkungan langsung tanpa melalui pengolahan dan ketentuan baku mutu kualitas air sungai dalam Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Sungai Kelas III, sehingga dapat menimbulkan dampak langsung berupa penurunan kualitas air badan air dan dampak tak langsung berupa perubahan peruntukan Sungai Porong dan Sungai Aloo.

Penelitian ini akan melakukan kajian besaran risiko lingkungan yang mungkin terjadi oleh senyawa berbahaya Phenol yang terkandung dalam air lumpur tersebut terkait dengan dampak atau resiko terhadap ekosistem perairan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo, untuk selanjutnya dapat ditetapkan manajemen resikonya. Dengan manajemen risiko yang tepat, maka dampak ekologis di perairan badan air di wilayah sekitar semburan akan dapat ditekan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Apakah terdapat kandungan phenol di sepanjang ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo terkait dengan pembuangan air Lumpur Lapindo yang diidentifikasi mengandung phenol tinggi ke dalam badan air tersebut?
- b. Apakah kandungan Phenol dalam aliran air Lumpur Lapindo ke Sungai Porong dan Sungai Aloo menimbulkan risiko terhadap lingkungan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo terkait dengan persyaratan kualitas air badan air Sungai kelas III sesuai Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, sehingga Sungai Porong dan Sungai Aloo tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Melakukan identifikasi kandungan phenol di sepanjang ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo yang mendapat aliran air lumpur Lapindo.
- b. Melakukan analisis terhadap kandungan Phenol dalam air badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo akibat aliran air lumpur Lapindo terkait dengan risikonya terhadap ekosistem badan air.

1.4 Kegunaan Penelitian

- a. Bagi Pemerintah Daerah Propinsi Jawa Timur :

Membantu pengambil keputusan di dalam menentukan manajemen risiko yang lebih efektif dan efisien dalam mengantisipasi dampak yang lebih besar terhadap kerusakan lingkungan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo akibat aliran air lumpur Lapindo yang masih berlangsung pada saat penelitian ini dilaksanakan.

b. Bagi Peneliti :

Menambah pengetahuan dan wawasan peneliti dalam bidang analisis risiko lingkungan khususnya untuk kondisi darurat atau bencana serta untuk menambah sarana kepustakaan bagi penelitian lanjutan mengingat kejadian semburan Lumpur Lapindo ini merupakan kejadian langka namun membawa dampak yang sangat besar dan penting bagi keberlanjutan ekosistem di sekitarnya.

c. Bagi Pengembangan Ilmu :

Data basis atau nilai yang didapatkan dalam penelitian ini akan dapat dijadikan acuan dalam melakukan analisis risiko lingkungan pada peristiwa sejenis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Lingkungan Hidup

Menurut Undang-Undang nomor 23 Tahun 1993 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya.

Antara manusia dan lingkungan hidup terdapat hubungan yang amat dinamis. Perubahan dalam lingkungan hidup akan menyebabkan perubahan pula dalam perilaku manusia untuk menyesuaikan diri dengan kondisi yang baru. Perubahan perilaku manusia ini selanjutnya akan menyebabkan perubahan dalam lingkungan hidup, demikian seterusnya. Karena luasnya pengertian lingkungan hidup maka seringkali dikelompokkan untuk mempermudah pemahamannya (Slamet , J.S, 1994).

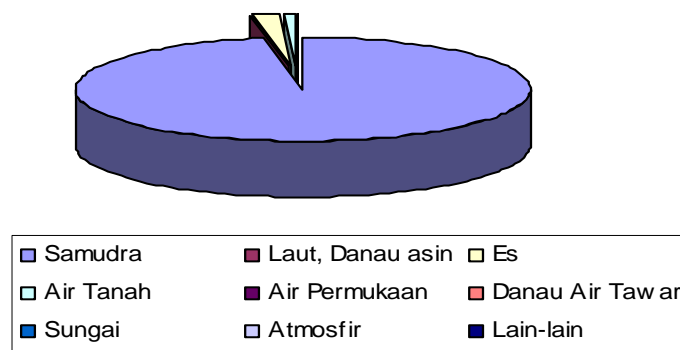
Lingkungan perairan atau hydrosfir adalah salah satu bentuk pengelompokan lingkungan. Sebagian besar (71%) dari permukaan bumi tertutup oleh air. Begitu luasnya lingkungan perairan, sehingga sangat mempengaruhi iklim di muka bumi ini. Air di Bumi ini jumlahnya relative konstan karena adanya siklus hidrologi yang terjadi secara alami. Distribusi air di bumi sebagian besar berada di lautan dan yang berada di sekitar manusia di daratan tidak mencapai 1% jumlahnya (Tabel 2.1.). Dengan jumlah tersebut

manusia dituntut untuk dapat berbagi dan mengelola sumber daya air sebaik-baiknya karena permasalahan kompleks yang akan timbul apabila terjadi pencemaran dalam lingkungan perairan.

Tabel 2.1. Distribusi Air di Bumi

No	Lokasi	Km ³ Air	Persentase
1	Samudra	1.323.000.000	97,2
2	Laut, Danau asin	104.000	0,008
3	Es	30.500.000	2,15
4	Air Tanah	8.350.000	0,61
5	Air Permukaan	67.000	0,05
6	Danau Air Tawar	125.000	0,009
7	Sungai	1.670.000	0,0001
8	Atmosfir	12.900	0,001
9	Lain-lain	375.000	0,028

Sumber : Lamb, James C dalam Slamet, J.S, 1994



Gambar 2.1. Distribusi jenis air di Bumi

Sampai saat ini sebagian manusia memanfaatkan air permukaan yang tawar dan air tanah sebagai sumber airnya. Demikian pula keadaannya di Indonesia. Air laut yang asin, sekalipun jumlahnya besar, tetapi baru sedikit sekali dimanfaatkan karena biaya untuk proses desalinasinya yang masih sangat mahal. Pemanfaatan air tawar sampai saat ini masih terus dapat memenuhi dan dipertahankan, karena adanya aliran air dalam siklus hidrologinya. Dari siklus hidrologi ini diketahui adanya berbagai sumber air tawar yang dapat diperkirakan kualitas dan kuantitasnya. Sumber-sumber air tersebut antara lain adalah :

1. Air permukaan yang merupakan air sungai dan danau
2. Air tanah yang tergantung kedalamannya
3. Air angkasa, yaitu air yang berasal dari atmosfer yaitu hujan.

Air permukaan dapat berkualitas baik apabila tanah sekitarnya tidak tercemar, oleh karenanya air permukaan dan air tanah dangkal sangat bervariasi kualitasnya. Banyak zat yang terlarut ataupun tersuspensi di dalamnya selama perjalanannya menuju ke laut. Namun selama perjalanan ini pula air dapat membersihkan diri (*self purification*) karena adanya sinar ultra violet dari matahari, aliran, serta kemungkinan-kemungkinan terjadinya reaksi-reaksi antar zat kimia yang terlarut dan terjadinya pengendapan-pengendapan.

2.2 Sumber Daya Air Sungai

Air merupakan sumber daya alam untuk memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi agar tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Indonesia yang berada di wilayah iklim tropis hanya memiliki dua musim, yaitu penghujan dan kemarau

Suatu badan air seperti sungai sebagai bagian dari lingkungan hidup, memiliki fungsi peruntukan bagi berbagai kegunaan baik untuk intake air minum, irigasi, listrik, perikanan, pertanian, peternakan, industri dan keperluan pemukiman (*domestic*). Peruntukan sungai perlu ditetapkan mengingat dampak dari berbagai aktifitas kehidupan tersebut yang dapat memberikan dampak atau risiko penurunan peruntukan badan air.

Pembagian kelas sungai didasarkan pada peringkat (*gradasi*) tingkatan baiknya mutu air dan kemungkinan kegunaannya. Tingkatan mutu air kelas satu merupakan tingkatan yang terbaik. Secara relatif, tingkatan mutu Kelas Satu lebih baik dari Kelas Dua dan selanjutnya. Tingkatan mutu air dari setiap kelas disusun berdasarkan kemungkinan kegunaannya bagi suatu peruntukan air. Klasifikasi mutu air merupakan pendekatan untuk menetapkan kriteria mutu air dari tiap kelas, yang akan menjadi dasar untuk penetapan baku mutu air. Setiap kelas air mempersyaratkan mutu air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pasal 8 Ayat (1), klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

2.3 Pencemaran Air Sungai dan Dampaknya

Menurut Undang-Undang RI Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Air sebagai komponen lingkungan hidup dapat mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan manusia dan kehidupan makhluk hidup lainnya. Pencemaran air dapat disebabkan oleh kegiatan usaha atau dikenal dengan limbah cair maupun oleh sebab alami atau bencana alam. Berdasarkan cara pengamatan atau identifikasi pencemaran air, dapat diketahui dari parameter :

1. Secara Fisika, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kekeruhan air (kekeruhan), perubahan suhu air, perubahan rasa dan warna air.
2. Secara Kimia, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat-zat kimia yang terlarut dan perubahan pH.
3. Secara Biologi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air. (Wardhana, W.A, 1995).

Air yang telah tercemar dapat menimbulkan resiko berupa kerugian yang besar bagi manusia, yaitu :

1. Air menjadi tidak bermanfaat lagi; karena kualitasnya berubah maka peruntukan air pun berubah.
2. Air menjadi penyebab timbulnya penyakit, karena adanya zat-zat kontaminan dan bakteri dalam air dapat membahayakan kehidupan biota perairan serta kesehatan manusia yang berhubungan atau memanfaatkan air tersebut. (Wardhana, W.A, 1995).

Menurut Juli SS, 1994, standar kualitas air pada hakekatnya dibuat untuk memberikan petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada dalam air, khususnya untuk air minum, yaitu antara lain:

1. Jumlah zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid / TDS*), biasanya terdiri zat organik, garam anorganik dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek TDS maupun kesadahan terhadap kehidupan atau kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.
2. Kekeruhan (*Total Suspended Solid / TSS*), disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman dan hewan. Limbah industri juga dapat merupakan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya dan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut.

3. Zat warna kimia, untuk alasan estetika, air yang dikategorikan air bersih dan air minum sebaiknya tidak berwarna karena untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia berwarna yang beracun maupun mikroorganisme beracun yang berwarna.
4. Parameter kimia anorganik Seng (Zn), adalah logam yang tingkat toksisitasnya dikategorikan relative rendah karena tubuh pun memerlukan seng untuk metabolisme. Namun seng dalam kadar tinggi tetap merupakan racun yang berbahaya. Dalam air minum menimbulkan rasa kesat dan dapat menimbulkan gejala muntaber. Seng menyebabkan warna air menjadi opalescent dan bila dimasak akan timbul endapan seperti pasir.
5. Parameter kimia organik, merupakan indikator umum terjadinya pencemaran air. Apabila zat organik yang dapat dioksidasi (BOD) besar, yang juga berarti oksigen terlarut (DO) dalam air kecil, maka hal itu menunjukkan adanya pencemaran.
6. Parameter kimia organik Phenol, merupakan senyawa berwarna merah muda yang mudah masuk dalam kulit sehat dan menimbulkan rasa terbakar. Keracunan akut menyebabkan gejala gastro-intestinal, sakit perut, kelainan koordinasi bibir, mulut dan tenggorokan. Dapat pula terjadi perforasi usus. Keracunan khronis menimbulkan gejala gastro-intestinal, sulit menelan dan hipersalivasi, kerusakan ginjal dan hati dan dapat pula diikuti kematian. Rasa air berubah dan phenol menjadi lebih berasa bila air tercampur khlor. Menurut material safety data sheet (MSDS) dari Phenol, diketahui bahwa dalam air, keberadaannya cukup lama dengan kemampuan biodegradasi antara 1 s/d 9 hari. Phenol dalam air dapat dioksidasi melalui proses fotokimia dengan paruh waktu 19 jam. Perjalanan dan pergerakan phenol di lingkungan dipengaruhi oleh pH. Phenol dapat terbiodegradasi oleh mikroorganisma dalam air permukaan selama konsentrasinya tidak begitu tinggi dengan waktu kurang dari 1 hari. Degradasi phenol lebih lambat dalam air laut daripada air tawar.

Dampak negatif pencemaran air mempunyai nilai atau biaya ekonomik, di samping nilai ekologi dan sosial budaya. Upaya pemulihan pencemaran air bagaimanapun akan memerlukan biaya yang mungkin lebih besar daripada

nilai manfaat finansial dari kegiatan yang menyebabkan pencemaran tersebut. Demikian pula bila kondisi air yang tercemar dibiarkan (tanpa upaya pemulihan) juga memerlukan biaya mengingat dampak negatif yang dapat ditimbulkannya.

Bahaya atau risiko yang berhubungan dengan pencemaran air sungai dapat berupa dampak langsung dan dampak tak langsung. Dampak langsung diterima lingkungan perairan termasuk manusia melalui kontak secara langsung melalui tubuh makhluk hidup dan dampak tak langsung diterima makhluk hidup termasuk manusia melalui rantai makanan (peresapan air tanah, tanaman dan ikan) (Wardhana, W.A, 1995).

2.4 Lumpur Vulkanik (Mud Vulcano)

1.4.1 Pengertian Lumpur Vulkanik

Banyak para ahli geologi yang menganalogikan semburan lumpur panas Lapindo dengan gejala alam yang disebut gunung lumpur / *mud volcano* yang banyak tersebar di Indonesia (khususnya di Indonesia Timur dikenal dengan istilah poton), bahkan di Jawa Timur Utara pun banyak diketemukan, seperti Bleduk Kuwu dekat Purwodai, Gunung Anyar dekat Surabaya bahkan di selatan Kali Porong, yang di masa lalu menyemburkan lumpur tetapi sekarang sudah mati (Koesoemadinata, R, September 2006)

Definisi dari *Mud Volcano* adalah suatu gunung api lumpur yang berbentuk suatu kerucut tanah liat dan lumpur berukuran kecil, yang pada umumnya kurang dari 1-2 m tingginya. Gunung api lumpur kecil ini terbentuk dari campuran air panas dan sedimen halus (tanah liat dan lumpur) dimana terdapat (1) aliran perlahan dari suatu lubang seperti suatu arus lahar cair; atau (2) menyembur ke udara seperti suatu air mancur lahar yang melepaskan air mendidih dan gas vulkanis. Tanah liat dan lumpur yang secara khas berasal dari gas batuan vulkanik padat dan panas yang terlepas dari magma yang dalam di bawah memutar air bawah tanah menjadi suatu campuran panas dan asam

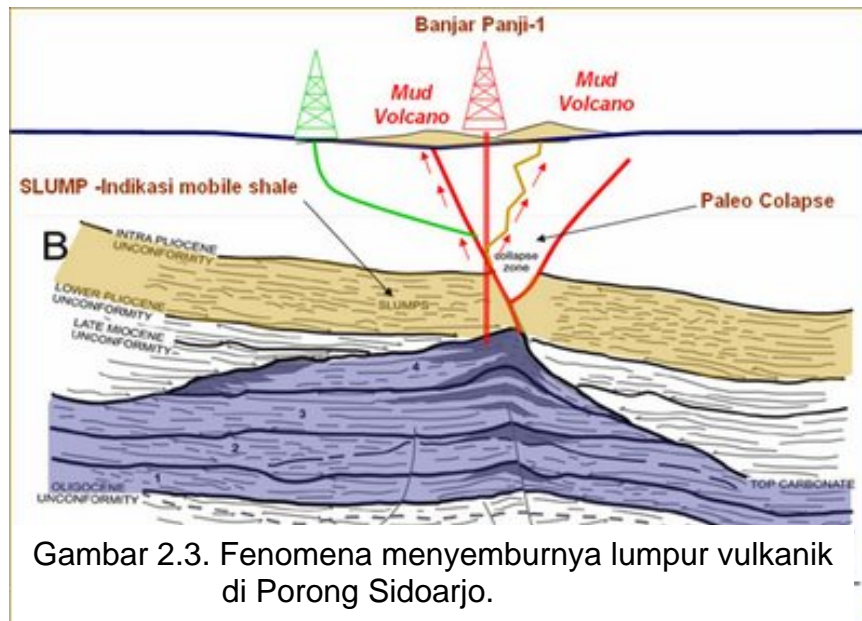
yang secara kimiawi merubah batuan vulkanik menjadi fraksi lumpur dan tanah liat. (Sumber <http://volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/MudVolcano.html>)



Gambar 2.2. Fenomena lumpur vulkanik di wilayah Norris Geyser, Taman Nasional Yellowstone, Wyoming. Gunung Lumpur ini setinggi 40 cm.

Fenomena lumpur vulkanik yang terjadi di lokasi kegiatan PT. Lapindo Brantas, Inc Porong Sidoarjo diperkirakan para ahli geologi karena patahan / crack yang memotong puncak dari batugamping Formasi Kujung, indikasi *slump* (kemungkinan menunjukkan *mobile shale*) dan *Collapse zone* (indikasi pernah terjadinya *collapse* di daerah ini pada masa lampau. Semburan lumpur vulkanik dapat terjadi karena adanya *liquifaction* (pencairan) atau seperti agar-agar yg dihentakkan secara mendadak sehingga menyembur keluar. Pada kondisi stabil *mobile shale (mobile clay)* adalah seperti tanah lempung yang sering dilihat dipermukaan bumi dengan wujud sangat liat. Namun ketika kondisi dinamis karena mengalir maka percampuran dengan air bawah tanah menjadikan lempung ini seperti bubur. Lumpur vulkanik ini bisa melalui *crack* (patahan) yang sudah ada dapat juga melalui pinggiran sumur dengan membentuk *crack/fracture* yang baru. Keduanya akan

menyebabkan kejadian yang sama yaitu keluarnya lumpur. (<http://rovicky.wordpress.com>)



1.4.2 Kandungan Lumpur Vulkanik dan Dampaknya

Hasil analisa mikropaleontologi menunjukkan bahwa lumpur Lapindo mengandung fosil foraminifera (cangkang zat renik bersel satu) yang dahulu hidup di lingkungan laut (Koesoemadinata, R, September 2006). Lumpur vulkanik tersebut merupakan material yang berasal dari formasi berumur Pliosen. Analisis nannofosil di lumpur menunjukkan umur sekitar Pliosen, sama dengan kandungan fosil di kedalaman 2000-6000 ft di sumur tersebut, ppm chloride sekitar 10.000, lumpur mengandung material vulkanik dan di awal-awal semburan lumpur mengeluarkan gas H_2S dengan temperatur lumpur sekitar 40-50 $^{\circ}C$.

Material semburan lumpur vulkanik yang berasal dari dalam perut bumi dapat memberikan dampak terhadap makhluk hidup yang berada di atas permukaan bumi sebagaimana fenomena letusan gunung berapi atau keluarnya gas beracun dari gunung berapi yang memusnahkan kehidupan di sekitarnya dan memerlukan waktu bertahun-tahun untuk pulih kembali.

2.5 Analisis Risiko Lingkungan

2.1.1 Pengertian Analisis Risiko Lingkungan

Ada beberapa definisi dari analisis risiko, menurut EPA analisis risiko adalah karakterisasi dari bahaya-bahaya potensial yang berefek pada kesehatan manusia dan bahaya terhadap lingkungan (www.epa.gov/iris/: *Integrated Risk Information System*). Menurut M.L Richardson (1989) analisis resiko adalah proses pengambilan keputusan untuk mengatasi masalah dengan keragaman kemungkinan yang ada dan ketidakmungkinan yang akan terjadi. Dalam analisa risiko pertama kali masalah harus didefinisikan dan risiko diperkirakan, kemudian resiko dievaluasi dan dipertimbangkan juga faktor-faktor yang mungkin bisa mempengaruhi sehingga bisa diputuskan tindakan mana yang bisa diambil. Proses perkiraan risiko, evaluasi risiko, pengambilan keputusan, dan penerapannya disebut analisis risiko.

Dalam analisis resiko ada beberapa tahap yang harus dilalui yaitu :

1. Identifikasi bahaya
2. Perkiraan risiko
3. Evaluasi risiko
4. Penentuan risiko yang bisa diterima
5. Manajemen risiko

Secara harfiah arti dari risiko adalah probabilitas terjadinya suatu hal yang menyebabkan kehilangan ataupun kerugian. Bahaya (*hazard*) dan risiko (*risk*) adalah kata kata yang digunakan dalam bahasa sehari-hari dengan arti yang hampir sama, secara teknis keduanya mempunyai perbedaan yaitu :

- Bahaya (*hazard*) : adalah karakteristik atau sifat benda, kondisi atau aktifitas yang berpotensi menimbulkan kerusakan, kerugian kepada manusia, harta benda, dan lingkungan.
- Risiko (*risk*) : adalah penggabungan dari akibat-akibat yang mungkin diterima dari bahaya yang telah ada terhadap manusia.

Sedangkan pengertian bahaya (*hazard*) dan risiko (*risk*) menurut M.L. Richardson (1989) adalah :

- Bahaya (*hazard*) : keberadaan dari materi yang berefek pada sistem kehidupan seperti manusia, hewan, atau lingkungan yang terpapar.
- Risiko (*risk*) : adalah akibat yang terjadi atau diperkirakan akan terjadi karena adanya bahaya yang terpapar pada populasi dalam dosis atau konsentrasi tertentu. Risiko ini menggambarkan frekuensi dan intensitas dari bahaya kepada populasi yang terpapar.

Risiko adalah konsep yang didasarkan pada probabilitas. Probabilitas diukur dalam skala 0 sampai 1. Nilai mendekati 0 berarti kemungkinan kejadian sangat kecil, dan nilai mendekati 1 berarti kemungkinan terjadinya besar (Richardson, 1989). Menurut Richard J Watts (1997), definisi dari resiko yang berkaitan dengan keberadaan limbah berbahaya adalah kemungkinan masuknya bahaya yang berasal dari limbah bahan berbahaya yang berefek pada kesehatan manusia, ekologi dan lingkungan.

Dalam analisis risiko ada 2 (dua) jenis risiko yang harus diperhitungkan yaitu risiko awal (*background risk*) dan risiko tambahan (*incremental risk*). Risiko awal adalah risiko yang diterima oleh populasi tanpa adanya senyawa kimia berbahaya di lokasi yang akan dianalisa, sedangkan risiko tambahan adalah besarnya risiko yang diterima karena adanya zat kimia berbahaya di dalam lingkungan. Total risiko adalah penjumlahan antara risiko awal dan risiko tambahan (Watts, 1997).

Risiko dapat dirumuskan apabila terdapat :

1. Bahaya (*hazard*).

2. Jalan perpindahan (*pathway*), yaitu dengan apa efek bahaya dapat berpindah.
3. Target / receptor, yaitu penerima yang terkena efek bahaya.

Rantai sebab akibat dapat digambarkan sebagai berikut :

Hazard▶ *Pathway*▶ *Target / Receptor*

Dalam analisa risiko ada empat langkah yang yang harus dilakukan untuk mengetahui besarnya risiko, yaitu :

1. *Hazard Identification*, meliputi identifikasi keberadaan zat kimia berbahaya di sumber dan karakteristiknya (analisis sumber pencemar).
2. *Exposure Assesment*, meliputi bagaimana zat berbahaya tersebut berpindah ke reseptor dan jumlah intake yang diambil (analisis jalur perpindahan).
3. *Toxicity Assesment*, meliputi indikasi numerik dari tingkat toksisitas untuk menghitung besarnya risiko (analisis reseptor).
4. *Risk Characterization*, meliputi penentuan jumlah risiko secara numerik dan ketidakpastian dari perkiraan tersebut. (Watts, 1997)

2.1.2 Tujuan Analisis Resiko Lingkungan

Analisis risiko digunakan untuk mengetahui besarnya risiko yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan dalam manajemen risiko. Dalam pengelolaan limbah B3, analisis risiko menyediakan informasi guna dapat memilih dan memutuskan pengolahan dan pembuangan limbah secara tepat, remediasi lahan terkontaminasi, minimalisasi produksi limbah, penentuan lokasi dan pengembangan prodik-produk baru. Dalam analisis risiko perlu ditekankan dan diperhatikan bahwa perkiraan risiko adalah salah satu sumber informasi dan banyak faktor lain yang mempengaruhi pengambilan keputusan seperti adanya campur tangan politik, ekonomi, sosial dan faktor-faktor lainnya (LaGrega, 2001)

Informasi dari hasil analisis risiko digunakan dalam proses manajemen risiko dalam mempersiapkan pengambilan keputusan

dalam rangka perlindungan ekosistem lingkungan (www.epa.gov/iris/: *Integrated Risk Information System*). Contoh dari penerapan manajemen risiko adalah dalam pengambilan keputusan berapa banyak parameter kontaminan yang diperbolehkan dibuang ke badan air.

Beberapa tujuan dalam analisis risiko yaitu :

1. Untuk memperkirakan batasan atau akibat dari kejadian terburuk yang mungkin terjadi dengan atau tanpa perkiraan.
2. Untuk membantu dalam penentuan peraturan dan kebijakan.
3. Untuk memperkirakan besarnya risiko yang masih bisa diterima.

2.6 Tahapan Analisis Risiko Lingkungan

2.2.1 Identifikasi Zat Berbahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya atau *hazard identification* adalah langkah pertama yang dilakukan dalam analisis risiko. Identifikasi bahaya perlu dilakukan karena tidak mungkin untuk menganalisa semua zat kimia yang ada di dalam suatu daerah yang tercemar. Dengan dilakukannya identifikasi bahaya dapat diketahui bahaya paling potensial yang harus dipertimbangkan atau mewakili risiko yang mendesak. Dalam analisis risiko diperlukan data-data yang jelas dan zat kontaminan apa yang terdapat dalam lokasi yang tercemar, konsentrasi, luasan distribusi, dan bagaimana kontaminan berpindah ke reseptor potensial di sekitar lokasi. Data-data yang diperlukan dalam identifikasi bahaya adalah sebagai berikut :

1. Sejarah lokasi
2. Tataguna lahan
3. Tingkat pencemaran dalam media (air tanah, air permukaan, udara)
4. Karakteristik lingkungan yang dapat mempengaruhi keberadaan dan transportasi zat kimia kontaminan tersebut, antara lain data hidrogeologi, topografi dan geologi.
5. Pengaruh yang potensial terhadap populasi.

Di lahan yang tercemar mungkin terdapat banyak zat kontaminan, apabila semua zat tersebut diamati maka data yang perlu diolah akan menjadi terlalu banyak dan tidak realistis. Untuk itu diperlukan suatu *screening* (penyaringan) terhadap zat kimia tersebut untuk mengetahui bahan kimia yang spesifik, yang paling dikawatirkan dan diharapkan dapat mewakili semua zat kimia yang terdeteksi pada lokasi. Tujuannya adalah untuk memperkecil jumlah dari bahan kimia yang harus dijadikan model pada analisis dan menjadi fokus usaha pengendalian.

Secara toksikologi, dalam memilih zat kimia yang akan dianalisis didasari pertimbangan sebagai berikut :

1. Paling bersifat toksik, menetap, dan dapat berpindah-pindah tempat.
2. Paling umum dan merata keberadaannya baik secara konsentrasi dan distribusi. (LaGrega,2001).

Salah satu pendekatan yang dilakukan untuk memilih zat kimia yang terdeteksi di lokasi dimulai dengan pemilihan awal yang dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Memilih media kontaminasi yang akan diteliti (mis : air permukaan)
2. Mentabulasikan semua zat kontaminan yang terdeteksi di dalam lokasi baik rata-rata maupun batasan konsentrasi yang ditemukan di lokasi.
3. Mengidentifikasi bahaya parameter kontaminan.

Perangkingan nilai bahaya berdasarkan skor / ranking menunjukkan parameter kontaminan mana yang memiliki nilai bahaya tertinggi berdasarkan konsentrasi maksimal dan nilai ambang batasnya (baku mutu). Dalam penentuan parameter kontaminan yang kemudian akan mewakili untuk dianalisis memerlukan evaluasi lanjutan untuk mengetahui konsentrasi, mobilitas di lingkungan badan air, dan masalah – masalah lainnya, untuk itu perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Konsentrasi rata-rata
- b. Frekuensi pemaparan
- c. Mobilitas
- d. Keberadaannya dalam lingkungan
- e. Zat kimia lain yang berhubungan

2.2.2 **Perkiraan Penyebaran (*Exposure Assessment*)**

Tahapan kedua dalam analisis risiko adalah perkiraan penyebaran (*exposure assesment*) terhadap suatu populasi yang mungkin terkena dampak. Perkiraan penyebaran (*exposure assesment*) adalah salah satu segi dalam analisis resiko yang menghitung besarnya level pemaparan aktual dari populasi atau individu yang terpapar. Untuk memberikan pengertian akan sumber kontaminasi, hal yang harus dilakukan adalah menggambarkan sumber dan distribusi kontaminan pada lokasi dilanjutkan bagaimana zat ini bisa terlepas ke lingkungan, bagaimana kontaminan berpindah tempat dan reseptor potensial yang mungkin terkena (LaGrega,2001)

Menurut Ricard J Watts (1997), pemaparan (*exposure*) adalah kontak dari organisme seperti manusia dan spesies lain dengan kontaminan. Tujuan dari perkiraan penyebaran (*exposure assesment*) adalah memperkirakan jumlah konsentrasi kontaminan dan dosisnya ke populasi yang terkena risiko. Hal awal yang dilakukan dalam *exposure assesment* adalah :

1. Identifikasi ekosistem potensial yang terpapar.
2. Identifikasi jalur penyebaran potensial.
3. Perkiraan konsentrasi.
4. Perkiraan dosis intake.

Tingkat pemaparan diukur berdasarkan pada frekuensi dan durasi pemaparan pada media seperti tanah, air, udara atau makanan. Tingkat pemaparan suatu kontaminan tergantung pada konsentrasi awal dari suatu kontaminan, penyebaran dan pengencerannya pada media udara, air, tanah maupun makanan. Reaksi kimia yang terjadi dalam media dimungkinkan dapat menyebabkan cemaran menjadi lebih

berbahaya atau tingkat bahayanya dapat berkurang dari senyawa aslinya. Konsentrasi dari zat kimia yang menyebar dapat diperkirakan dengan data hasil sampling dan dengan model transport. Dalam perkiraan persebaran terdapat rantai peristiwa yang saling berhubungan. Rantai persebaran ini dinyatakan sebagai rute atau *pathway*.

Dalam rantai persebaran terdapat elemen-elemen yang menjadi bagian dari analisis perpindahan (La Grega,2001), yaitu :

1. Sumber
2. Mekanisme pelepasan zat kimia, misalnya dengan perlindian.
3. Mekanisme transport, misalnya melalui aliran permukaan.
4. Mekanisme transfer, misalnya dengan absorpsi.
5. Mekanisme transformasi, misalnya dengan biodegradasi.
6. Titik persebaran, misalnya pada semburan Lumpur panas Lapindo.
7. Reseptor, misalnya biota air permukaan.
8. Rute persebaran.

Pelepasan zat kimia kontaminan dari lokasi semburan Lumpur panas Lapindo merupakan proses alamiah, yang menyebar ke lingkungan sekitarnya sesuai dengan kondisi topografi setempat. Mekanisme transfer dan transformasi dari senyawa kimia yang mempengaruhi lingkungan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2

Mekanisme Transfer Dan Transformasi Senyawa Kimia

Media	Mekanisme perubahan	
	Transfer	Transformasi
Air	Penguapan	Biodegradasi
	Adsorpsi	Degradasi fotokimia
Tanah	Diserap oleh tumbuhan	Biodegradasi
	Terlarut air hujan	
Atmosfir	Terbilas hujan	Oksidasi oleh ozon
	Pengendapan secara gravitasi	

Sumber : LaGrega,2001

2.2.3 Perkiraan Daya Racun (*Toxicity Assessment*)

Perkiraan daya racun atau *toxicity assesment* adalah tahap ke tiga dari analisis risiko. Pada tahap ini dijelaskan tentang tingkat toksisitas dari suatu zat kimia. Hasilnya berupa konstanta matematis yang akan dimasukkan ke dalam persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya risiko.

Dalam membuat perhitungan konstanta matematis untuk menghitung risiko harus dipertimbangkan dan dianalisis adanya ketidakpastian akan angka-angka yang dihasilkan dan menjelaskan bagaimana ketidakpastian ini dapat mempengaruhi perhitungan risiko.

2.2.4 Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko atau *risk characterization* adalah tahapan terakhir dari analisis risiko. Risiko dapat diterima jika tingkat bahaya atau *hazard indeksnya* lebih kecil dari satu. Apabila sebuah pemaparan terdapat lebih dari satu macam zat kimia, dan indeksinya harus dijumlah untuk tiap-tiap senyawa kimia tersebut. Setelah diperhitungkan dan diketahui besarnya risiko pembuangan pencemar diharapkan dapat diambil keputusan yang terbaik (manajemen risiko) dalam rangka perlindungan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Karakterisasi risiko lingkungan dihitung dengan menggunakan metode hasil bagi (*quotent*) atau metode rasio (Cockerham, 1994). Metode ini dilakukan dengan membandingkan konsentrasi bahan berbahaya yang ditemukan di lingkungan dengan konsentrasi bahan berbahaya bagi target paparan (*endpoint*) untuk bahan berbahaya yang sama.

$$H = \frac{\text{Konsentrasi bahan berbahaya di lingkungan}}{\text{Konsentrasi bahan berbahaya bagi target sasaran}}$$

Dimana :

H = indeks / rasio kebahayaan (*hazard index*)

Dimana kriteria bahaya (risiko) dari nilai H sebagaimana disebutkan dalam tabel berikut :

Tabel 2.3. Kriteria Risiko.

H	Risiko
> 1	Sangat berisiko
= 1	Risiko potensial / menengah
<1	Risiko rendah

Sumber : Landis, 1999

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

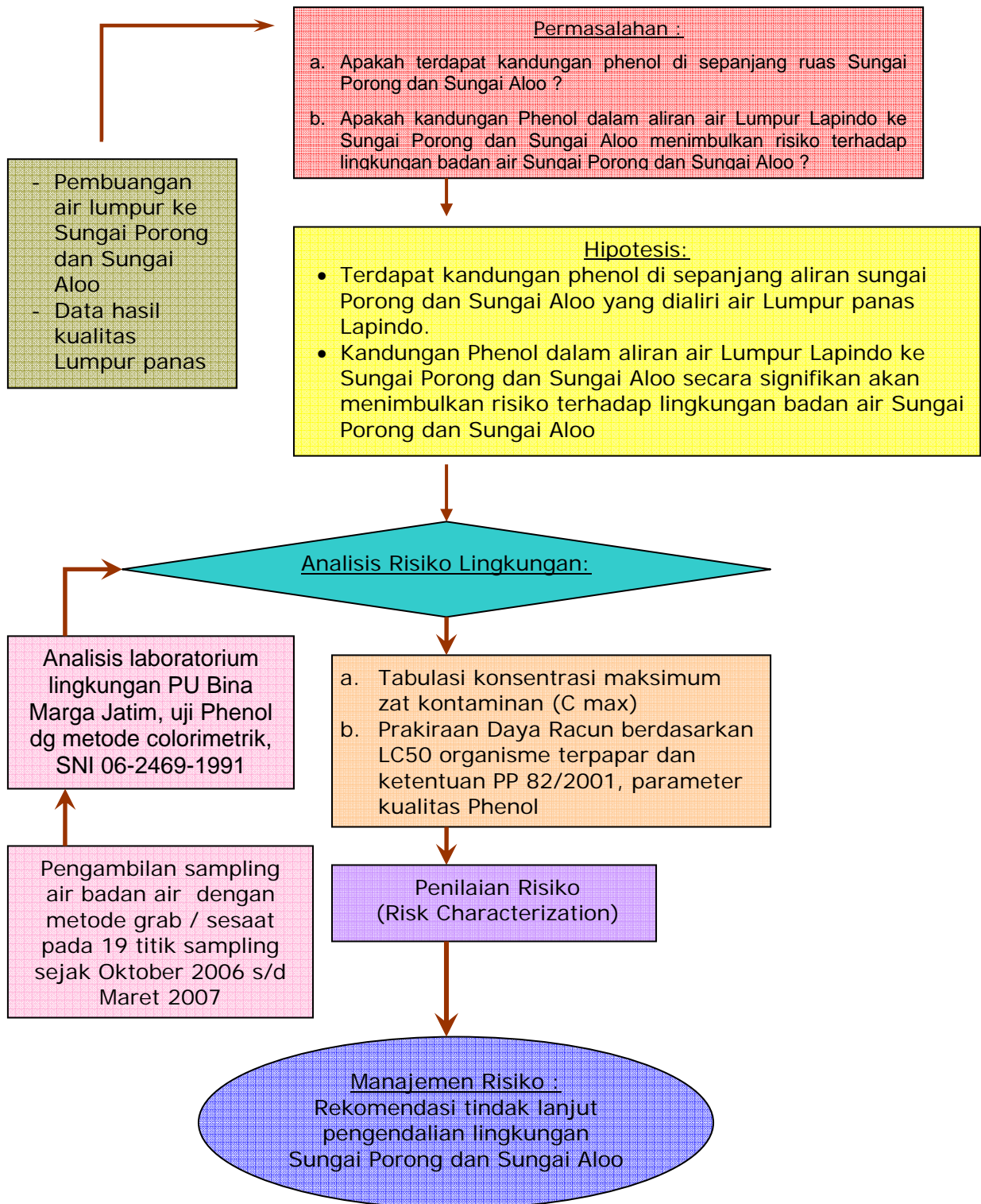
Kejadian semburan Lumpur panas Lapindo ini telah menimbulkan dampak di hampir semua sektor kehidupan, sehingga mengancam keberlanjutan dari kehidupan masyarakat di daerah sekitar semburan. Dalam aspek lingkungan, dampak yang ditimbulkan oleh aliran Lumpur tersebut telah menimbulkan kerugian yang sangat besar secara nyata. Namun secara keilmuan, perlu diperhitungkan risiko yang akan terjadi di masa mendatang, khususnya terhadap ekosistem biota perairan karena aliran air Lumpur ke dalam Sungai Porong dan Sungai Aloo.

Pada dasarnya penelitian ini merupakan penelitian studi kasus (*action research*) yang masih sedang berlangsung yang melakukan pengamatan dan analisis mendalam terhadap konsentrasi dan kandungan air

Lumpur yang mengalir ke badan air melalui perhitungan teoritis mengenai risiko lingkungan (*ecological risk assessment*) sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan manajemen risiko selanjutnya.

Kerangka berpikir penelitian diawali dari fenomena lingkungan yang terjadi akibat semburan Lumpur panas PT. Lapindo Brantas Inc Sidoarjo dan hasil analisis kualitas Lumpur panas serta karakteristik parameter dominan yang dikandung sebagai obyek penelitian. Kemudian dikaitkan dengan hasil analisis kualitas air badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis risiko lingkungan khususnya dampak air badan air terhadap ekosistem biota perairan berdasarkan teori analisis risiko lingkungan (*ecological risk assessment*) yang didapatkan dari hasil studi literatur yang ada

Untuk dapat mempermudah dan memahami kerangka berpikir tersebut, maka peneliti menyusun sistematika penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2 Ruang Lingkup

Mengingat keterbatasan waktu, tenaga dan dana serta luasan areal yang terkena dampak maka penelitian ini dibatasi pada perhitungan analisis risiko lingkungan akibat aliran Lumpur panas ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo khususnya terhadap parameter kualitas air yang dapat membahayakan ekosistem di sekitar semburan Lumpur panas, yaitu parameter kimia organik Phenol.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini dipergunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- a. Pengaliran air lumpur ke badan air adalah kontinu mengingat penelitian ini bersifat studi kasus yang sedang berlangsung, sehingga apabila pada kenyataan di lapangan terdapat fluktuasi debit air Lumpur yang dibuang ke badan air, dampak atau resikonya akan tetap sama karena kualitas air Lumpur adalah tetap dan hanya berbeda debit alirannya.
- b. Penggunaan data sekunder mengenai kondisi rona lingkungan awal baik yang berasal dari Dokumen UKL/UPL Kegiatan PT Lapindo Brantas, Inc dan data hasil pemantauan kualitas air Sungai Porong oleh BAPEDAL Propinsi Jawa Timur sebelum kejadian semburan Lumpur adalah akurat dan dapat dijadikan acuan serta sebagai tambahan data primer untuk kepentingan penelitian ini.

Ruang lingkup penelitian ini meliputi :

- a. Ruang Lingkup Keilmuan :

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus (*action research*) di bidang Manajemen Ilmu Lingkungan yang menitikberatkan pada Analisis Risiko Lingkungan.

- b. Ruang Lingkup Waktu :

Penelitian dilaksanakan selama kurun waktu 6 (enam) bulan sejak Oktober 2006 s/d Maret 2007.

- c. Ruang Lingkup Lokasi :

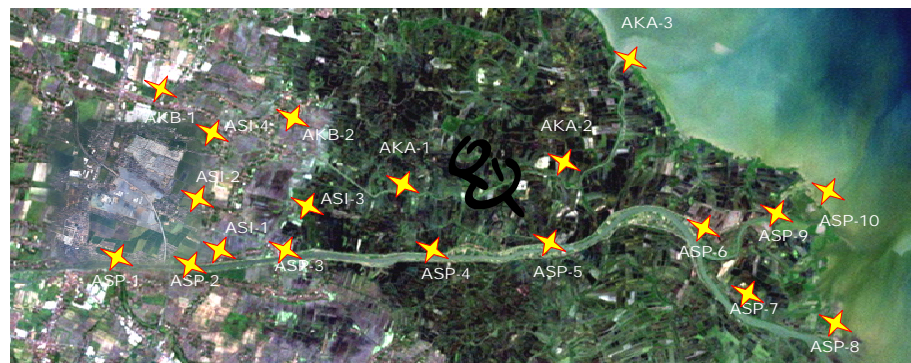
Penelitian dilaksanakan pada Sungai Porong dan Sungai Aloo, Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo Propinsi Jawa Timur di dekat

lokasi semburan Lumpur panas akibat aktifitas kegiatan PT. Lapindo Brantas, Inc. yang terdiri dari 19 lokasi pemantauan yang telah ditetapkan oleh Tim Nasional Pengendalian Lumpur, Bidang Pengendalian Lingkungan berdasarkan pertimbangan arah sebaran air Lumpur yang terjadi secara topografi yaitu :

No	Lokasi	Koordinat
1	Kali Penatar Sewu Jemb Ketapang (AKB1)	S 07°30'39.8" E 112°42'28.1"
2	Kali Penatar Sewu Jemb Gempol Sari (AKB2)	S 07°31'01.8", E 112°43'56.2"
3	Kali Penatar Sewu Jemb Penatar Sewu (AKA1)	S 07°31'03.0", E 112°44'45.9"
4	Sal Penatar Sewu Pertambakan Penatar Sewu (AKA2)	S 07°31'17.5", E 112°45'3.7"
5	Muara Kali Aloo (AKA3)	S 07°29'31.1", E 112°49'22.6"
6	Kali Porong Dam Pejarakan (ASP 1)	S 07°32'40.4", E 112°42'25.6"
7	Kali Porong Jemb Tol (ASP2)	S 07°32'44.0", E 112°43'17.9"
8	Kali Porong Tambangan Permisan (ASP3)	S 07°32'36.1", E 112°44'43.7"

No	Lokasi	Koordinat
9	Kali Porong Desa Bangunsari I (ASP4)	S 07°32'32" , E 112°46'21.8"
10	Kali Porong Desa Bangunsari II (ASP5)	S 07°32'32.6", E 112°47'40.7"
11	Kali Porong Desa Tanjung Sari (ASP6)	S 07°31'56.1", E 112°50'08.0"
12	Anak Kali Porong I (ASP7)	S 07°32'23.3", E 112°51'01.1"
13	Muara Kali Porong I (ASP8)	S 07°32'19.9", E 112°52'34.8"

14	Anak Kali Porong II (ASP9)	S 07°33'15.7", E 112°50'51.7"
15	Muara Kali Porong II (ASP10)	S 07°33'42.3", E 112°52'34.5"
16	Kanal Porong Jemb Kereta Api (ASI1)	S 07°32'38.7", E 112°41'58.4"
17	Kanal Porong Desa Keboguyang (ASI2)	S 07°32'38.8", E 112°43'47"
18	Sal Irigasi Porong Depan SLTPN 2 Jabon ASI3)	S 07°32'22.2", E 112°44'31.1"
19	Sal Irigasi Kedung Bendo Jemb Utara Perum Tas Kedung Bendo (ASI4)	S 07°30'59.1", E 112°43'21.4"



Gambar 3.2. Peta titik sampling kualitas air badan air

d. Ruang Lingkup Parameter :

Materi penelitian adalah analisis kualitas air Sungai Porong dan Sungai Aloo di dekat lokasi semburan Lumpur panas Lapindo di Kabupaten Sidoarjo yang dialiri oleh air Lumpur sesuai ketentuan baku mutu dalam Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Sungai Kelas III, dengan parameter yang dipilih yaitu parameter kimia organik yaitu Phenol Total dengan pertimbangan bahwa phenol merupakan senyawa kimia berbahaya yang ditemukan di dalam kandungan air Lumpur tersebut sebelum dialirkan ke sungai.

e. Ruang Lingkup Metodologi :

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan secara kuantitatif dimana dilakukan analisis mendalam terhadap kualitas air badan air yang dialiri oleh fluida Lumpur panas Lapindo, dimana dengan menggunakan instrument analisis risiko dapat diketahui karakteristik bahaya dari kandungan phenol dalam air Lumpur yang mengalir ke Sungai Porong dan Sungai Aloo dalam kaitannya mempengaruhi peruntukan sungai tersebut.

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder sebagai berikut:

3.4.1 Data Primer

Data primer yang digunakan adalah hasil analisis kualitas air Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur lapindo di dekat lokasi semburan dan hasil pengamatan langsung di lapangan, yang dianggap sebagai obyek penelitian sebagaimana tersebut dalam lingkup penelitian.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengambilan sample air badan air yang mengandung air Lumpur pada lokasi penelitian sesuai dengan tupoksi Tim Nasional Pengendalian Lumpur selama kurun waktu 6 (enam) bulan dalam Keputusan Presiden Nomor 13 Tahun 2006, sejak September 2006 s/d Maret 2007.

Sampel air tersebut diujikan pada Laboratorium Lingkungan Rujukan Gubernur Jawa Timur berdasarkan SK Gub Nomor 183 Tahun Tahun 2005 tentang Penunjukan Laboratorium Uji Kualitas Air, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur. Kualitas Phenol diuji dengan metode kolorimetrik sesuai SNI 06-2469-1991.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah berupa data rona awal lokasi sebelum terjadi bencana semburan Lumpur panas Lapindo, peta lokasi bencana, foto-foto udara, pemberitaan dan kajian pengamat lingkungan terhadap fenomena semburan Lumpur panas di media serta hasil analisa kualitas Lumpur tersebut.

Pengumpulan data sekunder berasal dari Dokumen UKL/UPL PT. Lapinso Brantas Inc, Buku Hasil Studi Rona Lingkungan Awal Semburan Lumpur Porong tahun 2006, Buku Putih Lusi KLH 2006, makalah dan penelusuran data melalui media internet terkait dengan berita semburan Lumpur Porong.

3.4 Metode Analisis dan Evaluasi Data

Data hasil analisa kualitas badan air yang dialiri air Lumpur pada 19 titik sampling disusun dengan menggunakan metode analisis kualitatif dalam rangkaian tahapan analisis risiko.

a. Identifikasi risiko (*hazard identification*)

Tabulasi konsentrasi zat kontaminan Phenol (C max) dari hasil analisa laboratorium kualitas air pada 19 titik sampling badan air yang dialiri air lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo selama kurun waktu 6 (enam) bulan sejak Bulan September 2006 sampai Maret 2007.

b. Prakiraan penyebaran (*Exposure Assessment*)

Memperkirakan penyebaran kontaminan pada media pencemar (sungai) dan potensi risiko mencemari lingkungan perairan berdasarkan nilai ambang batas parameter kualitas air sesuai PP 82/2001, Sungai Kelas III. Dalam tahap ini dilakukan identifikasi sumber pencemar dan distribusi cemaran, kemudian dilakukan analisis bagaimana cemaran tersebut dapat berpindah tempat ke arah reseptor yang potensial.

c. Prakiraan daya racun (*Toxicity assessment*)

Memperkirakan tingkat toksisitas dari zat kontaminan dengan mengacu pada besaran/konsentrasi toksik kontaminan terhadap lingkungan yang terpapar maupun terhadap besaran baku mutu konsentrasi yang dibolehkan.

d. Prakiraan Resiko melalui Penilaian Karakterisasi Resiko

Memperkirakan besaran risiko yang diterima oleh lingkungan. Risiko dapat diterima jika tingkat bahaya atau *hazard indeksnya* lebih kecil dari satu.

e. Manajemen Risiko

Setelah diperhitungkan dan diketahui besarnya risiko pembuangan kontaminan yang bisa menurunkan kualitas lingkungan, dengan metode analisis kualitatif disusun alternatif manajemen risiko dalam rangka perlindungan lingkungan dan keselamatan masyarakat.

BAB 4

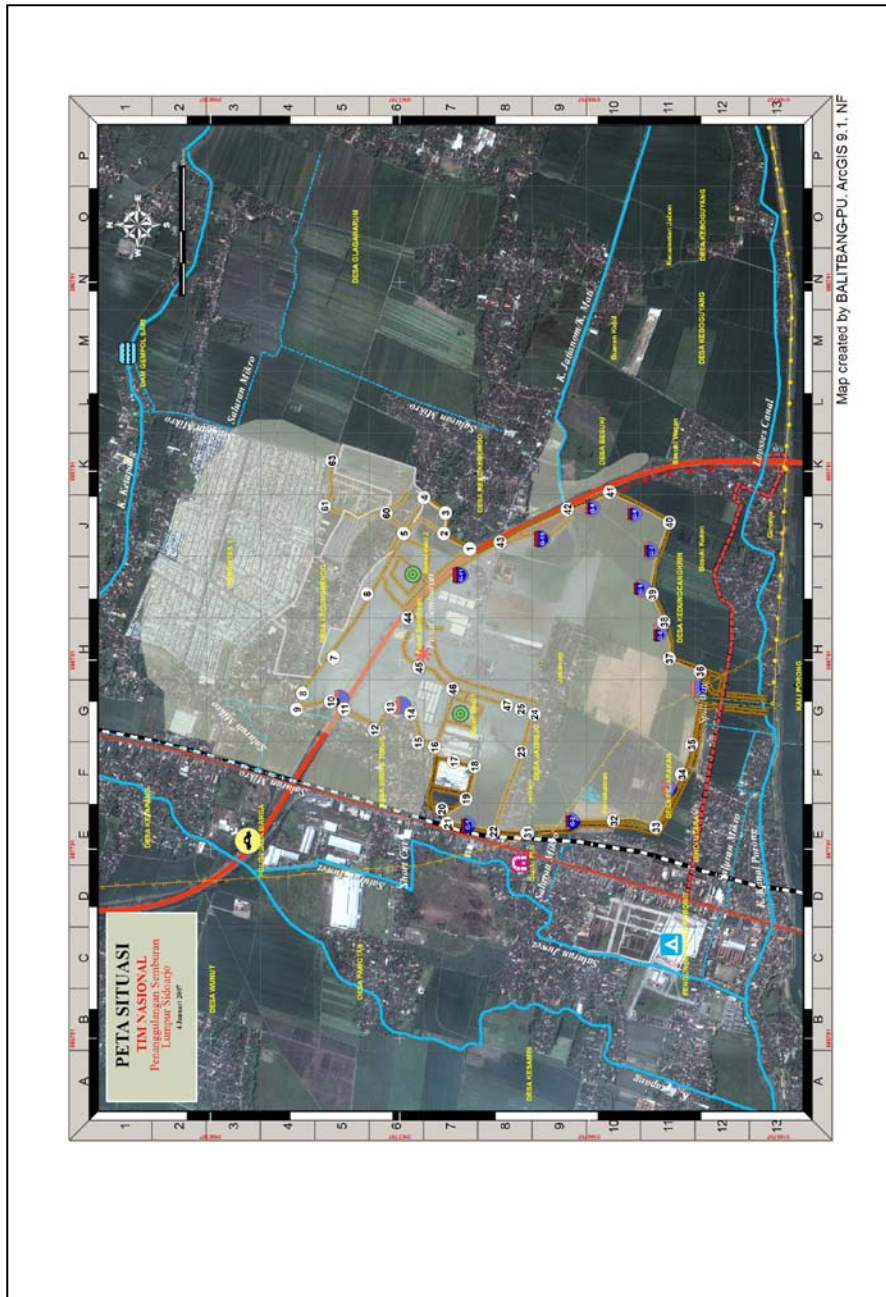
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Risiko (*Hazard Identification*)

Tahap pertama di dalam analisis risiko adalah identifikasi sumber-sumber bahaya yang ada di dalam lokasi studi. Sumber bahaya yang akan diidentifikasi adalah semburan Lumpur panas Lapindo di Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo. Identifikasi bahaya yang dilakukan meliputi identifikasi lokasi studi dan identifikasi zat berbahaya yang terdapat dalam air Lumpur panas.

4.1.1 Identifikasi Lokasi Studi

Penelitian ini berlokasi pada badan sungai Porong di Kecamatan Porong dan Sungai Aloo di Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo yang dialiri oleh air Lumpur panas Lapindo. Adapun desa-desa yang dilewati oleh aliran air Lumpur Sungai Aloo adalah Desa Gempolsari, Desa Kalidawir dan Desa Penatarsewu. Sedangkan desa-desa yang dialiri Sungai Porong yang mengandung air Lumpur adalah Desa Pejarakan, Keboguyang dan Permisan.



Gambar 4.1. Lokasi Studi

4.1.2 Identifikasi Zat Berbahaya

Dalam penelitian ini sumber dari zat berbahaya yang mengalir ke Sungai Porong dan Sungai Aloo berasal dari semburan Lumpur panas Lapindo di Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo yang berada pada lokasi sumur pengeboran Banjar Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT Lapindo Brantas, Inc. yang hingga saat ini masih belum dapat dihentikan.

Sejak kasus semburan Lumpur panas ini muncul, telah dilakukan uji kandungan air Lumpur oleh berbagai pihak, antara lain juga oleh Pemerintah Propinsi Jawa Timur melalui tugas pokok dan fungsi dari BAPEDAL Propinsi Jawa Timur dimana berdasarkan uji kualitas air Lumpur pada bulan Juni dan Juli 2007 oleh BAPEDAL Propinsi Jawa Timur pada Laboratorium lingkungan PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur sebagai gambaran rona lingkungan awal semburan Lumpur panas tersebut menunjukkan hasil **melebihi** ketentuan baku mutu sesuai dengan ketentuan KepMenLH 42/96 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi untuk parameter fisika, kandungan endapan dalam lumpur atau *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Total Suspended Solid* dan (TSS) sangat tinggi. Untuk parameter kimia, kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical oxygen demand* (COD) yang tinggi, dimana parameter tersebut merupakan parameter organik atau indikator umum terjadinya pencemaran air. Kandungan senyawa **Phenol** diketahui juga sangat tinggi (hampir 3 kali lebih besar dari nilai baku mutu) yang merupakan zat kontaminan kimia organik, berwarna merah muda. Sedangkan kandungan logam berat seperti seng (Zn), nikel (Ni) dan Timbal (Pb) yang terdeteksi namun masih memenuhi baku mutu.

Tabel 4.1. Hasil uji awal kualitas air Lumpur pada luberan dari pusat semburan.

Parameter	Baku Mutu	Hasil uji
TDS	4.000 mg/l	91.350 mg/l
TSS	200 mg/l	226.100 mg/l

BOD	150 mg/l	259 mg/l
COD	300 mg/l	600 mg/l
Phenol	2 mg/l	5,9 mg/l
Zn	15 mg/l	0,45 mg/l
Ni	0,5 mg/l	0,22 mg/l
Pb	1 mg/l	0,23 mg/l

Sumber : Data Bapedal Prop Jatim, 2006

Sedangkan hasil penelitian ITS Surabaya dan Pusarpedal Jakarta, karakteristik Lumpur panas Lapindo (formasi fluida) diketahui bahwa hasil uji kualitas air Lumpur pada kolam utama memenuhi ketentuan baku mutu air limbah industri dalam SK Gub 45/2002 gol III kecuali BOD, COD, **Phenol**, Nitrit dan Salinitas. (Sumber : Pudjiastuti, L, ITS Surabaya, dalam Simposium Nasional "Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut", September 2006).

Besarnya kandungan phenol menunjukkan bahaya atau risiko tinggi yang dapat ditimbulkan apabila terinfiltrasi ke dalam air tanah yang merupakan sumber air sumur bagi penduduk sekitarnya.

Berdasarkan identifikasi zat berbahaya tersebut diketahui bahwa kandungan bahan kimia berbahaya yang teridentifikasi adalah senyawa **Phenol**, dimana karakteristik dari senyawa Phenol merupakan senyawa berwarna merah muda yang mudah masuk dalam kulit sehat dan menimbulkan rasa terbakar. Keracunan akut menyebabkan gejala gastro-intestinal, sakit perut, kelainan koordinasi bibir, mulut dan tenggorokan. Dapat pula terjadi perforasi usus. Keracunan khronis menimbulkan gejala gastro-intestinal, sulit menelan dan hipersalivasi, kerusakan ginjal dan hati dan dapat pula diikuti kematian. Rasa air berubah dan phenol menjadi lebih berasa bila air tercampur khlor. Berdasarkan material safety data sheet (MSDS) dari Phenol, diketahui bahwa dalam lingkungan perairan, keberadaannya cukup lama dengan kemampuan biodegradasi antara 1 s/d 9 hari. Phenol dalam air dapat dioksidasi melalui proses fotokimia dengan paruh waktu 19 jam. Perjalanan dan pergerakan

phenol di lingkungan dipengaruhi oleh pH. Phenol dapat terbiodegradasi oleh mikroorganisma dalam air permukaan selama konsentrasinya tidak begitu tinggi dengan waktu kurang dari 1 hari. Degradasi phenol lebih lambat dalam air laut daripada air tawar.

Secara alami phenol merupakan bahan kimia yang dapat terbentuk dari proses dekomposisi alami bahan organik dan merupakan bahan yang terdapat dalam batu bara yang terbentuk dari proses alami dari pembusukan fosil pada jaman dahulu. Dengan ditemukannya kadar phenol yang tinggi menunjukkan bahwa dalam air lumpur sedang berlangsung proses dekomposisi bahan organik dan sesuai dengan fenomena lumpur vulkanik / *mud volcano* yang terjadi.



Gambar 4.2. Genangan air lumpur yang berwarna merah muda menunjukkan kandungan phenol yang cukup tinggi.

Berdasarkan data awal hasil uji kualitas Phenol pada formasi air Lumpur sebelum dibuang ke badan air adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data awal hasil uji Phenol dalam air Lumpur

NO	Lokasi Sampling	Waktu Sampling	Hasil Uji Phenol
----	-----------------	----------------	------------------

			[mg/lt]
1	Lokasi semburan (blow out) – Desa Siring	29/05/2006	5,61
2	Saluran depan Titis Sampurna	01/06/2006	3,09

NO	Lokasi Sampling	Waktu Sampling	Hasil Uji Phenol [mg/lt]
3	Belakang rumah H.Sholeh RT 19/RW05	04/06/006	4,25
4	40m Utara Tol Gempol-Porong	04/06/2006	3,37
5	Parit +100m dari Sumur BJP#1	08/06/2006	3,32
6	Luberan lumpur ke Saluran Siring	09/06/2006	4,10
7	Luberan lumpur ke Saluran Jatirejo	09/06/2006	4,93
8	Luberan lumpur ke Saluran Renokenongo	09/06/2006	4,48
9	Luberan lumpur ke Sawah (Kantong Lumpur)	09/06/2006	5,90

Sumber : Data Bapedal Propinsi Jawa Timur, 2006

Dari data tersebut di atas menunjukkan bahwa kandungan Phenol yang terdeteksi diketahui melebihi ketentuan baku mutu Phenol untuk kegiatan kegiatan minyak dan gas serta panas bumi berdasarkan KepMenLH No.42/1996 Lamp II sebesar 2 mg/lt. Hal ini menunjukkan bahwa adanya resiko yang dapat ditimbulkan oleh keberadaan senyawa Phenol terhadap lingkungan sekitarnya.

Dengan adanya pengaliran air Lumpur ke dalam badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo perlu diprakirakan resiko dari kandungan phenol tersebut terhadap lingkungan badan air terkait dengan baku mutu sungai yang berlaku di dalam PP 82/2001.

4.2 Prakiraan Penyebaran (*Exposure Assessment*)

Tahap kedua dalam analisis risiko adalah memperkirakan persebaran kontaminan air Lumpur pada media pencemar badan air dan potensi risiko mencemari lingkungan perairan. Pada tahap ini dilakukan analisis bagaimana zat kontaminan Phenol yang dikandung oleh aliran air Lumpur tersebut dapat berpindah tempat.

4.2.1 Identifikasi Lingkungan Potensial Yang Terpapar

Lingkungan potensial yang terpapar zat kontaminan Phenol yang dikandung oleh air Lumpur adalah lingkungan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur dengan tujuan diarahkan menuju ke laut (Selat Madura) untuk menjamin keselamatan manusia dan infrastruktur di sekitar semburan Lumpur panas.

Pada Sungai Porong input air Lumpur berada setelah Dam pejarakan (SP1) dan sebelum jembatan Tol (SP2). Sedangkan pada Sungai Aloo, input air lumpur terletak setelah jembatan Ketapang (KB1) dan sebelum jembatan Gempol Sari (KB2).

4.2.2 Identifikasi Jalur Penyebaran Potensial

Jalur penyebaran potensial zat kontaminan Phenol merupakan jalur aliran air Sungai Porong dan Sungai Aloo setelah mendapat input air lumpur yang berasal dari kolam penahan / tanggul lumpur.

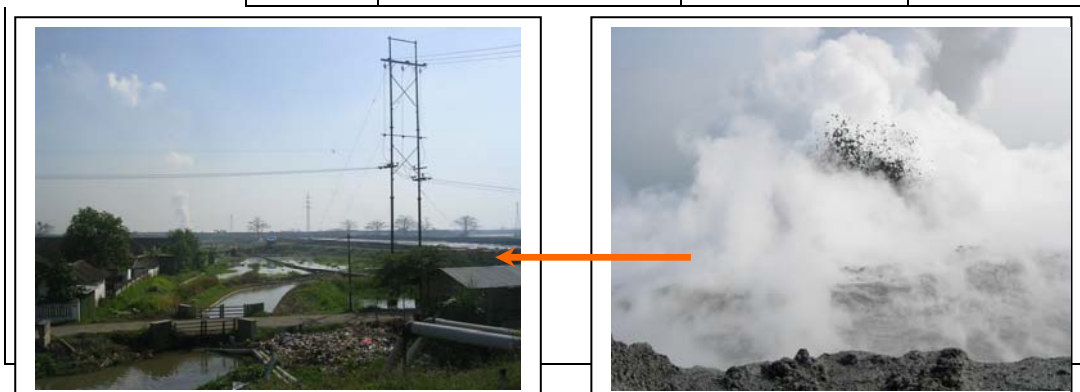
Penelitian kualitas air badan air tersebut dilakukan pada 19 lokasi titik sampling dimana 10 titik pada Sungai Porong, 4 titik pada saluran irigasi dan 5 titik pada Sungai Aloo dengan pertimbangan

bahwa aliran terbanyak adalah ke Sungai Porong dan aliran yang menuju ke Sungai Aloo lebih dikarenakan topografi yang mengarah ke utara sehingga debit air Lumpur yang besar menyebabkan luberan ke arah Sungai Aloo. Rincian dari lokasi penelitian air badan air tersebut adalah sebagai berikut :

- **Sungai Porong :**

Tabel 4.3 Jalur penyebaran air Lumpur di Sungai Porong

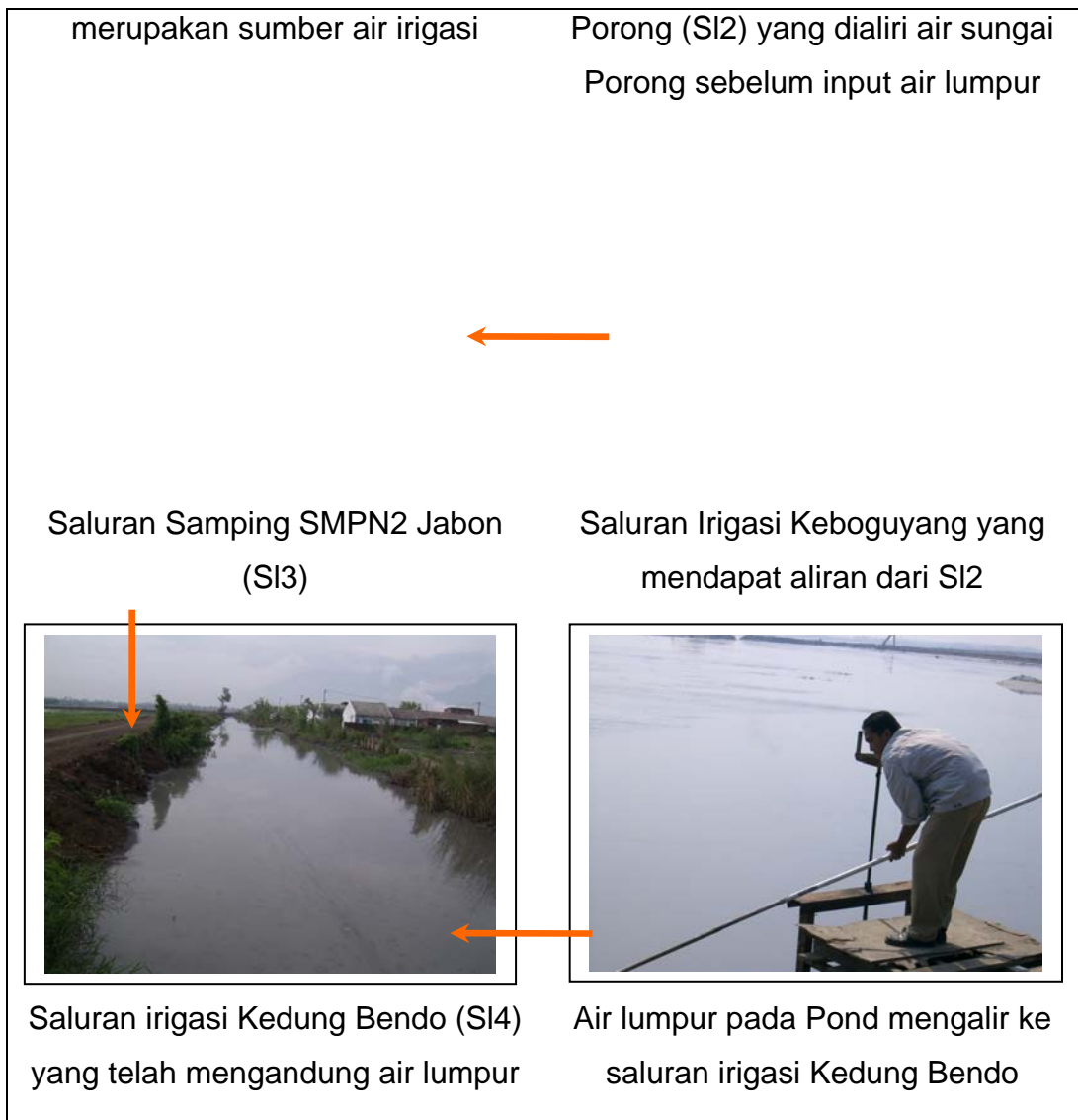
KODE	DESKRIPSI LOKASI	KOORDINAT	
		LS	BT
SP1	Dam Pejarakan	S 07 ⁰ 32'40.4"	E 112 ⁰ 42'25.6"
Input air lumpur			
SP2	Jembatan Tol	S 07 ⁰ 32'44.0"	E 112 ⁰ 43'17.9"
SP3	Tambangan Permisan	S 07 ⁰ 32'36.1"	E 112 ⁰ 44'43.7"
SP4	Desa Bangunsari 1	S 07 ⁰ 32'32"	E 112 ⁰ 46'21.8"
SP5	Desa Bangunsari 2	S 07 ⁰ 32'32.6"	E 112 ⁰ 47'40.7"
SP6	Depan Delta Sungai Porong	S 07 ⁰ 31'56.1"	E 112 ⁰ 50'08.0"
SP7	Anak Sungai Porong 1	S 07 ⁰ 32'23.3"	E 112 ⁰ 51'01.1"
SP8	Muara Anak Sungai Porong 1	S 07 ⁰ 32'19.9"	E 112 ⁰ 52'34.8"
SP9	Anak Sungai Porong 2	S 07 ⁰ 33'42.3"	E 112 ⁰ 52'34.5"
SP10	Muara Anak Sungai Porong 2	S 07 ⁰ 33'15.7"	E 112 ⁰ 50'51.7"





Gambar 4.3. Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Sungai Porong





Gambar 4.4. Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Saluran Irigasi

▪ **Saluran Irigasi :**

Tabel 4.3. Jalur penyebaran air Lumpur di Saluran Irigasi

KODE	DESKRIPSI LOKASI	KOORDINAT	
		LS	BT
SI1	Dekat Jembatan Kereta Api Porong	S 07 ⁰ 32'38.7"	E 112 ⁰ 41'58.4"
Input air lumpur			
SI2	Sal Keboguyang	S 07 ⁰ 32'38.8"	E 112 ⁰ 43'47"
SI3	Samping SMPN 2 Jabon	S 07 ⁰ 32'22.2"	E 112 ⁰ 44'31.1"
SI4	Saluran Kedung	S 07 ⁰ 30'59.1"	E 112 ⁰ 43'21.4"

	Bendo		
--	-------	--	--

▪ **Sungai Aloo :**

Tabel 4.4. Jalur penyebaran air Lumpur di Sungai Aloo

KODE	DESKRIPSI LOKASI	KOORDINAT	
		LS	BT
KB1	Kali Penatar Sewu Jemb Ketapang	S 07 ⁰ 30'39.8"	E 112 ⁰ 42'28.1"
Input air lumpur			
KB2	Kali Penatar Sewu Jemb Gempol Sari	S 07 ⁰ 31'01.8"	E 112 ⁰ 43'56.2"
KA1	Jembatan Penatar Sewu	S 07 ⁰ 31'03.0"	E 112 ⁰ 44'45.9"
KA2	Pertambakan Penatar Sewu	S 07 ⁰ 31'17.5"	E 112 ⁰ 45'3.7"
KA3	Muara Kali Aloo	S 07 ⁰ 29'31.1"	E 112 ⁰ 49'22.6"



Kali Penatar Sewu sebelum
mendapat input air lumpur



Saluran irigasi Kedung bendo
sesudah dialiri air lumpur



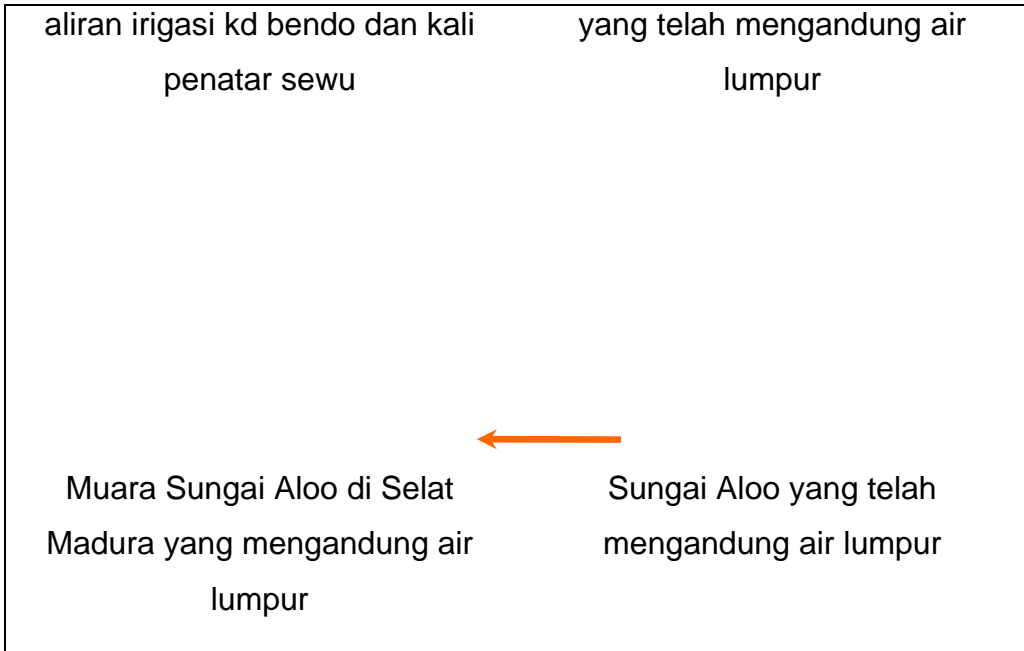


Kali Balonggati setelah mendapat

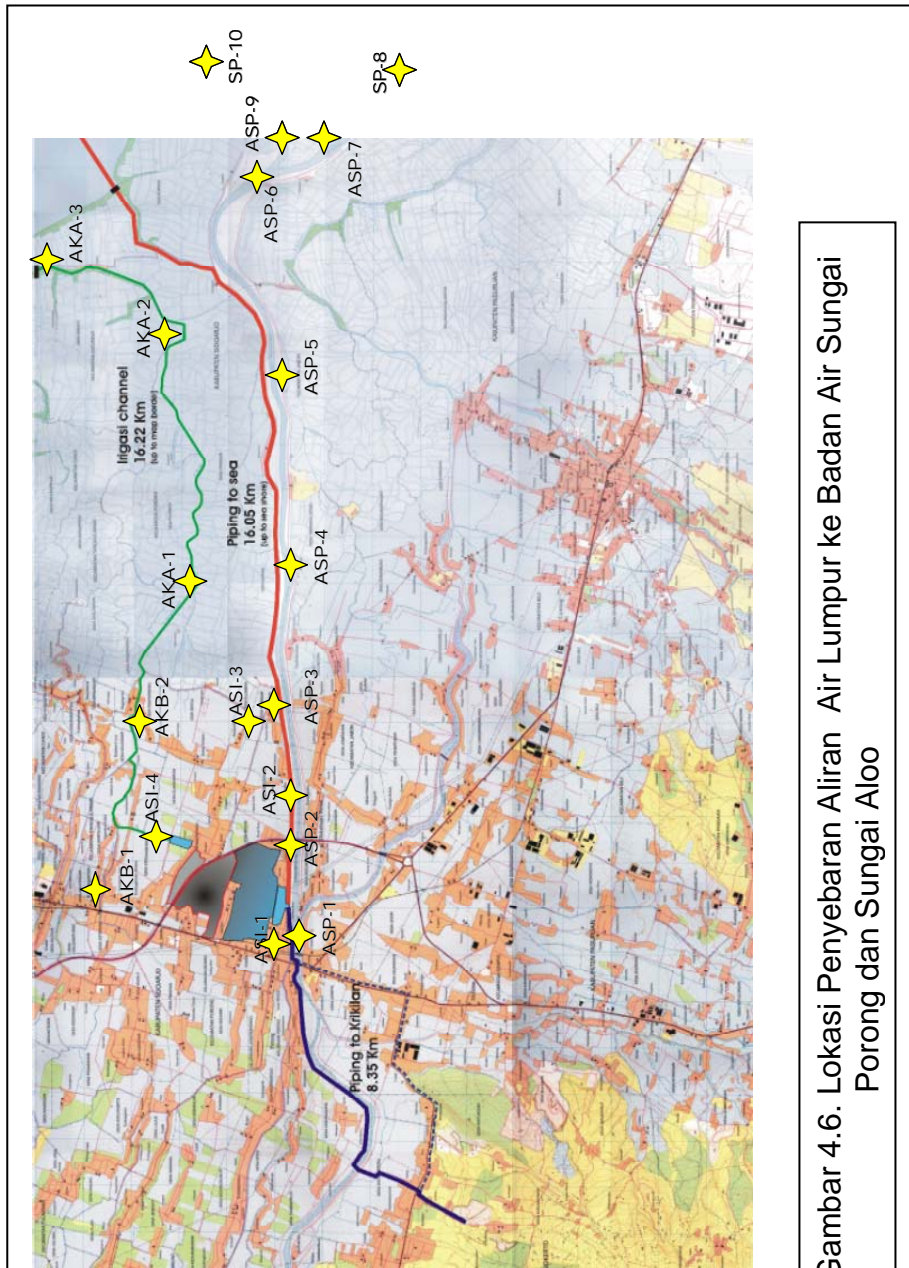


S. Aloo – Jemb Penatar Sewu





Gambar 4.5. Jalur Pemaparan Air Lumpur ke Sungai Aloo



Gambar 4.6. Lokasi Penyebaran Aliran Air Lumpur ke Badan Air Sungai Porong dan Sungai Aloo



4.2.3 Identifikasi Konsentrasi

Pada tahap ini dilakukan identifikasi konsentrasi Phenol pada air badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur Lapindo.

Dari hasil pengumpulan data primer didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.6. Data Hasil Uji Kualitas Phenol (mg/l)

NO	KODE TITIK	WAKTU SAMPLING					
		05/10/06	13/10/06	19/10/06	02/11/06	09/11/06	16/11/06
1	SP1	0,16	0,015	tt	tt	0,016	tt
2*	SP2	0,29	0,296	0,106	0,4672	0,612	0,580
3	SP3	0,48	0,025	0,118	0,1616	0,392	0,270
4	SP4	0,26	tt	0,024	0,0088	0,223	0,190
5	SP5	0,23	tt	tt	tt	0,257	0,090
6	SP6	0,31	tt	0,002	tt	0,173	0,030
7	SP7	0,24	tt	tt	tt	tt	tt
8	SP8	0,16	tt	tt	0,0147	tt	tt
9	SP9	0,18	tt	tt	tt	0,038	tt
10	SP10	0,1	0,005	tt	tt	0,005	tt

11	SI1	0,19	tt	tt	tt	tt	tt
12	SI2	0,26	tt	2,031	tt	0,010	0,009
13	SI3	0,28	0,018	1,861	0,0088	tt	tt
14	SI4	0,34	0,005	0,018	tt	tt	0,003
15	KB1	0,31	tt	tt	tt	0,005	tt
16**	KB2	0,18	0,005	tt	0,029	tt	tt
17	KA1	0,19	0,107	0,001	0,0147	tt	0,003
18	KA2	0,15	0,005	0,010	tt	0,016	0,030
19	KA3	0,2	tt	tt	tt	tt	0,030

Tabel 4.6. Data Hasil Uji Kualitas Phenol (mg/l) (Lanjutan)

NO	KODE TITIK	WAKTU SAMPLING					
		23/11/06	30/11/06	07/12/06	10/01/07	07/02/07	07/03/07
1	SP1	tt	tt	0,001	0,07	0,075	tt
2*	SP2	tt	tt	0,013	0,07	0,003	0,031
3	SP3	0,411	tt	0,001	0,092	0,027	0,056
4	SP4	0,090	0,020	0,025	0,086	0,113	0,029
5	SP5	tt	0,040	0,019	0,058	tt	0,022
6	SP6	tt		0,061	0,126	tt	0,027
7	SP7	tt	0,030	0,013	0,005	tt	0,018
8	SP8	tt	0,040	tt	0,015	0,011	0,032
9	SP9	tt	0,020	0,031	tt	0,056	tt
10	SP10	tt	0,010	tt	tt	0,04	0,032
11	SI1	tt	tt	0,025	0,047	0,024	0,023
12	SI2	tt	tt	tt	0,081	0,029	tt
13	SI3	tt	tt	0,001	0,075	tt	0,053
14	SI4	tt	tt	0,981	0,041	1,461	0,058
15	KB1	tt	tt	0,073	0,064	tt	0,019
16**	KB2	tt	1,060	1,197	1,843	0,126	0,074
17	KA1	tt	0,130	0,605	0,893	tt	0,032
18	KA2	tt	0,080	0,396	0,668	0,059	0,079

19	KA3	tt	0,080	0,019	0,03	tt	0,071
----	-----	----	-------	-------	------	----	-------

Sumber : Hasil Penelitian, 2007

Keterangan :

: Melebihi ketentuan baku mutu PP82/2001 (0,001 mg/l)

tt : Tidak Terdeteksi

* : Kualitas Phenol dari Pond 5 = 2,72 mg/l (Oktober 2006)

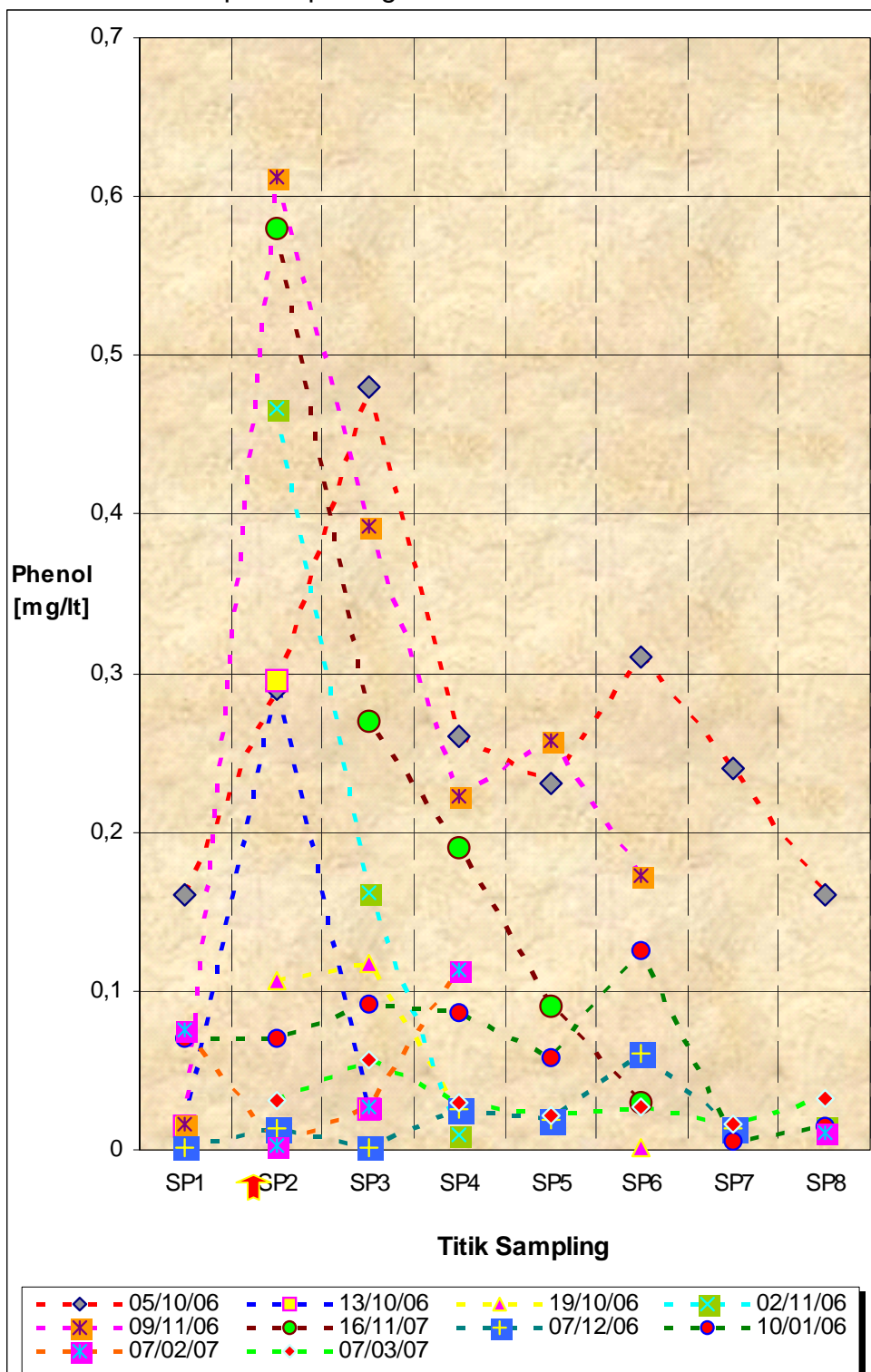
** : Kualitas Phenol dari Pond 2c = 1,85 mg/l (Desember 2006)



Gambar 4.7. Pengambilan Sampel air badan air

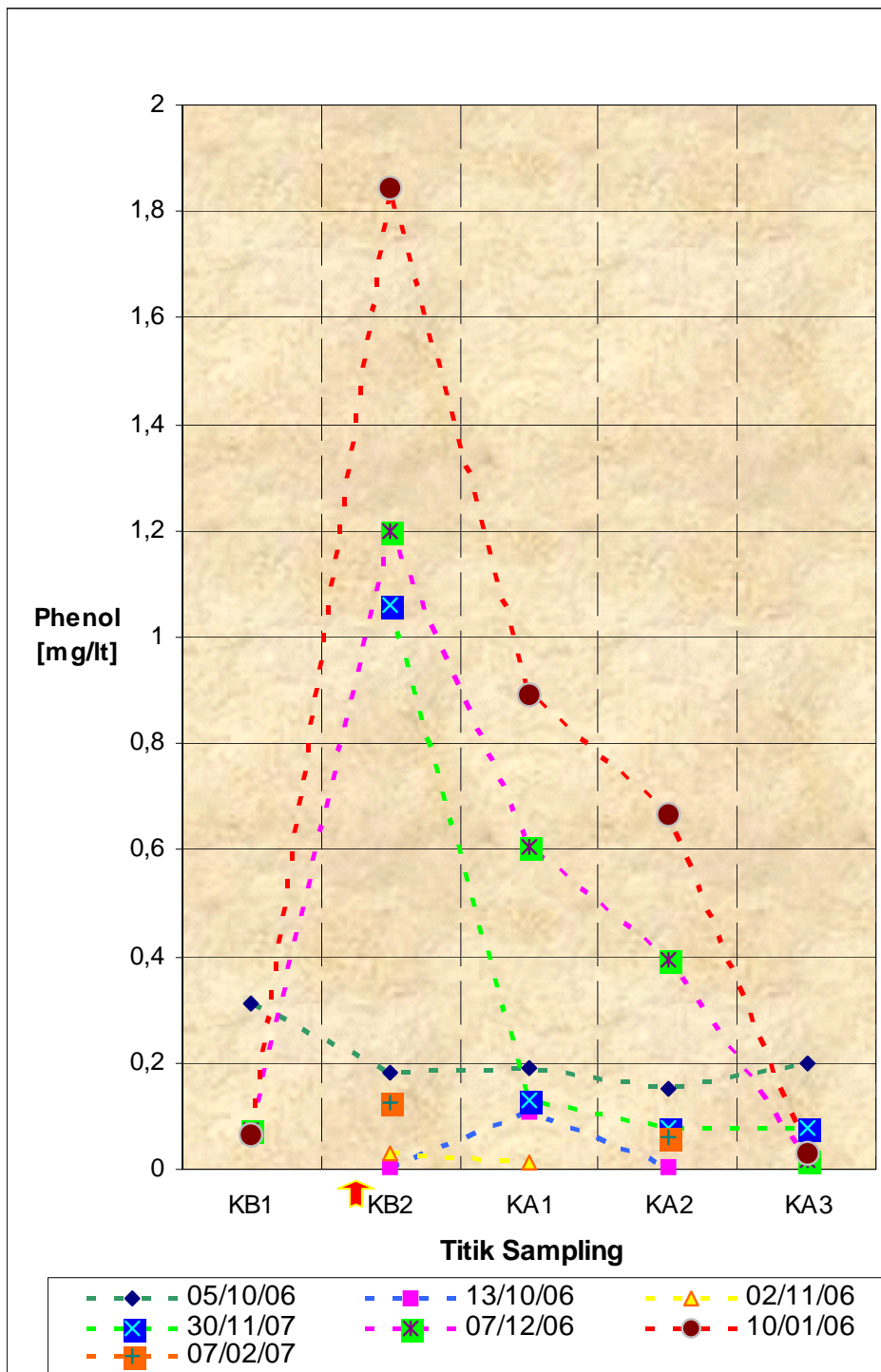
Pengambilan sampel air badan air dilakukan dan diuji dengan bantuan petugas serta sarana dari Laboratorium Lingkungan PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur setiap bulan sejak Oktober 2006 sampai Maret 2007.

Dari hasil uji diketahui bahwa selama 6 (enam) bulan pemantauan tersebut terdapat kandungan fenol di hampir semua titik dan besarnya melebihi ketentuan baku mutu air sungai kelas III sesuai PP 82/2001 pada Sungai Porong dan Sungai Aloo sebagaimana ditampilkan pada grafik berikut.



Gambar 4.8. Hasil identifikasi Phenol pada Sungai Porong

↑: Input air Lumpur Lapindo



Gambar 4.9. Hasil identifikasi Phenol pada Sungai Aloo

 : Input air Lumpur Lapindo ke Sungai Aloo

4.3 Prakiraan Daya Racun (*Toxicity Assessment*)

Pada tahap ini diperkirakan tingkat bahaya dari kandungan Phenol yang terdapat dalam ruas badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo, setelah mendapat input air lumpur panas Lapindo dibandingkan dengan ketentuan baku mutu sesuai ketentuan PP 82/2001, Sungai Kelas III, dimana besarnya konsentrasi phenol maksimum adalah sebesar 0,001 mg/lit. Ketentuan ini menunjukkan besaran konsentrasi phenol yang dibolehkan ada di dalam lingkungan badan air agar air dapat digunakan untuk berbagai macam peruntukan termasuk untuk air minum yang berguna bagi kehidupan serta keberlanjutan kehidupan biota perairan sebagai unsur penting dalam mata rantai makanan. Daya racun phenol terhadap biota air dinyatakan dalam LC₅₀ yaitu daya toksisitas phenol terhadap 50% biota air yang besarnya bervariasi dari 3,1mg/lit sampai 600 mg/lit (Bisson et.al, 2005).

4.3.1. Prakiraan Daya Racun Phenol di Ruas Sungai Porong

Dari Tabel 4.5. diketahui bahwa selama 6 bulan sejak Oktober 2006 hingga Maret 2007, kandungan Phenol pada aliran air sungai Porong setelah mendapat input air lumpur panas Lapindo terdeteksi **melebihi** ketentuan baku mutu sesuai ketentuan PP 82/2001, Sungai Kelas III, dimana besarnya konsentrasi phenol maksimum yang diperbolehkan adalah sebesar 0,001 mg/lit. Konsentrasi tertinggi phenol yang ditemukan pada Sungai Porong adalah sebesar **0,612** mg/lit atau 612 kali melebihi ketentuan baku mutu. Daya racun tertinggi tersebut terletak pada titik SP2 yaitu lokasi pada Sungai Porong yang terletak di bawah jembatan Tol, tepat setelah mendapat input air lumpur dari Pond 5. Dari titik ini kemudian air mengalir menuju ke SP3, SP4 dan seterusnya hingga ke muara Sungai Porong.

Di dalam Grafik 4.1 diketahui pula bahwa sesuai dengan fungsi jarak kandungan phenol yang terdeteksi tersebut mengalami degradasi pada sepanjang ruas sungai menuju ke muara. Hal ini sesuai dengan karakteristik phenol secara alami dapat terdegradasi melalui proses

fotokimia. Suhu dan penyinaran matahari yang tinggi di Sidoarjo dapat mempercepat proses degradasi phenol. Selain itu phenol juga dapat pula terbiodegradasi oleh bakteri aerobik dan anaerobik menjadi H₂O dan CO₂ (rumus kimia phenol adalah C₆H₆O). Proses degradasi tersebut menyebabkan konsentrasi phenol mengalami penurunan di sepanjang ruas sungai. Dengan jarak rata-rata antar titik pemantauan sebesar 2,5 km didapatkan prakiraan penurunan konsentrasi sesuai dengan fungsi jarak pengaliran air sungai, sebagai berikut :

- Maksimum degradasi sesuai kurva hasil pemantauan pada bulan Nopember 2006 didapatkan hasil besaran penurunan konsentrasi phenol yang tinggi sebesar **0,05 mg/km** (dalam 1 liter air) yaitu dari 0,612 mg/lit menjadi 0,392 mg/lit, kemudian menjadi 0,223 mg/lit dan selanjutnya menjadi 0,173 mg/lit.
- Minimum degradasi sesuai kurva hasil pemantauan pada bulan Januari 2007 didapatkan hasil besaran penurunan konsentrasi phenol yang rendah sebesar **0,008 mg/km** (dalam 1 liter air) yaitu dari 0,092 mg/lit menjadi 0,086 mg/lit, kemudian menjadi 0,058 mg/lit dan selanjutnya menjadi 0,005 mg/lit

4.3.2. Prakiraan Daya Racun Phenol di Ruas Sungai Aloo

Dari Tabel 4.6. diketahui bahwa selama 6 bulan sejak Oktober 2006 hingga Maret 2007, kandungan Phenol pada aliran air sungai Aloo setelah mendapat input air lumpur panas Lapindo terdeteksi **melebihi** ketentuan baku mutu sesuai ketentuan PP 82/2001, Sungai Kelas III, dimana besarnya konsentrasi phenol maksimum yang diperbolehkan adalah sebesar 0,001 mg/lit. Konsentrasi tertinggi phenol yang ditemukan pada Sungai Aloo adalah sebesar **1,197 mg/lit** atau 1.197 kali melebihi nilai baku mutu.

Daya racun tertinggi tersebut terletak pada titik KB2 yaitu lokasi Sungai Aloo pada Jembatan Gempol Sari yang merupakan titik setelah mendapat input air lumpur dari Pond 2c atau Pond Perum TAS 2. Dari

titik ini kemudian air mengalir menuju ke titik KA1, KA2 dan seterusnya hingga ke muara Sungai Aloo.

Di dalam Grafik 4.2 diketahui pula bahwa sesuai dengan fungsi jarak kandungan phenol yang terdeteksi tersebut mengalami degradasi pada sepanjang ruas sungai menuju ke muara. Hal ini sesuai dengan karakteristik phenol secara alami dapat terdegradasi melalui proses fotokimia. Suhu dan penyinaran matahari yang tinggi di Sidoarjo dapat mempercepat proses degradasi phenol. Selain itu phenol juga dapat pula terbiodegradasi oleh bakteri aerobik dan anaerobik menjadi H₂O dan CO₂ (rumus kimia phenol adalah C₆H₆O). Dengan jarak rata-rata antar titik pemantauan sebesar 2,5 km didapatkan prakiraan penurunan konsentrasi sesuai dengan fungsi jarak, sebagai berikut :

- Maksimum degradasi sesuai kurva hasil pemantauan pada bulan Januari 2007 didapatkan hasil besaran penurunan konsentrasi phenol yang tinggi sebesar **0,25 mg/km** (dalam 1 liter air) yaitu dari 1,843 mg/lit menjadi 0,893 mg/lit, kemudian menjadi 0,668 mg/lit dan selanjutnya menjadi 0,030 mg/lit
- Minimum degradasi sesuai kurva hasil pemantauan pada bulan Oktober 2006 didapatkan hasil besaran penurunan konsentrasi phenol yang rendah sebesar **0,03 mg/km** (dalam 1 liter air) yaitu dari 0,31 mg/lit menjadi 0,18 mg/lit, kemudian menjadi 0,15 mg/lit

4.4 Prakiraan Risiko (*Risk Characterization*)

Prakiraan risiko merupakan tahapan terakhir dari analisis risiko. Senyawa phenol diketahui berbahaya bagi kesehatan lingkungan dengan tingkatan yang bervariasi sesuai dengan media dan target reseptornya. Senyawa phenol dapat menyebabkan gangguan kesehatan terhadap manusia dan hewan bila terpapar secara langsung dan dalam waktu yang lama (ATSDR-ToxFAQs for Phenol, 2006). Di dalam penelitian ini media yang diteliti adalah lingkungan badan air yaitu Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri

oleh air lumpur Lapindo, dimana target reseptor yang pertama dapat terkena risiko adalah biota perairan tersebut.

Risiko phenol terhadap lingkungan diperkirakan dari hasil konsentrasi Phenol maksimum pada titik tertinggi dibandingkan dengan nilai toksisitas phenol (LC_{50}) terhadap biota air yang yang paling peka yaitu 3,1 mg/lit yang merupakan daya toksisitas phenol terhadap 50% biota air jenis Crustacea (*Ceriodaphnia dubia* / kutu air) (Bisson et.al, 2005).

Dari data penelitian kelimpahan biota air di sekitar Sungai Porong oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya pada September 2006 yang disampaikan ke Bapedal Propinsi Jawa Timur, bahwa komunitas plankton yang berada di sekitar Sungai Porong adalah jenis Crustacea, protozoa dan takson untuk kelompok zooplankton. Untuk kelompok fitoplankton terdapat ganggang kersik (*Diatomeae*), *Dinoflagellata* dan alga hijau biru (*Myxophyceae*). Untuk komunitas hewan bentos didapatkan jenis kerang (*Bivalvia*), siput (*Gastropoda*), Crustacea, cacing dan serangga. Untuk komunitas nekton ditemukan 10 jenis ikan dan 4 jenis krustasea

Berdasarkan data identifikasi phenol pada Sungai Porong tersebut dimana konsentrasi phenol ditemukan tertinggi sebesar 0,612 mg/lit, maka daya racun phenol di titik SP2 Sungai Porong adalah :

$$\text{Risiko} = C_{\text{max pada air}} / 48\text{h-}LC_{50} \text{ phenol untuk } Crustacea$$

$$\text{Risiko} = 0,612 \text{ mg/lit} / 3,1 \text{ mg/lit}$$

$$\text{Risiko} = 0,2$$

Berdasarkan data identifikasi phenol pada Sungai Aloo tersebut dimana konsentrasi phenol ditemukan tertinggi sebesar 1,197 mg/lit, maka daya racun phenol di titik KB2 Sungai Aloo adalah :

$$\text{Risiko} = C_{\text{max pada air}} / 48\text{h-}LC_{50} \text{ phenol untuk } Crustacea$$

$$\text{Risiko} = 1,197 \text{ mg/lit} / 3,1 \text{ mg/lit}$$

$$\text{Risiko} = 0,4$$

Menurut Watts, 1997, jika risiko yang terjadi lebih kecil dari 1, berarti reseptor terpapar pada tingkat konsentrasi tertentu yang menimbulkan bahaya rendah. Namun risiko tetap ada meski dalam besaran yang termasuk kategori rendah. Dalam arti biota air yang paling peka terhadap phenol yaitu jenis *crustacea* pada lingkungan perairan Sungai Porong dan Sungai Aloo terpapar oleh konsentrasi phenol pada tingkat bahaya rendah.

Selain itu berdasarkan ketentuan kualitas air sungai dalam PP no. 82/2001, konsentrasi phenol pada sepanjang ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo menuju ke muara melebihi ketentuan baku mutu Sungai kelas III. Risiko tertinggi terletak pada titik SP2 (bawah Jembatan Tol) yaitu pada lokasi ruas sungai tepat setelah mendapat input air lumpur dan pada titik KB2 (Jembatan Gempol Sari) yaitu ruas sungai Aloo setelah mendapat input air lumpur. Hal ini menyebabkan risiko Sungai Porong dan Sungai Aloo tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya yaitu untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (PP 82 Tahun 2001, mutu air sungai kelas III).

4.5 Manajemen Risiko

Besarnya risiko lingkungan karena paparan Phenol di sepanjang aliran Sungai Porong dan Sungai Aloo pada semua titik penelitian ternyata menunjukkan hasil berisiko (kategori rendah). Hal ini berarti pengaliran air Lumpur panas Lapindo ke Sungai Porong dan Sungai Aloo masih dapat ditolerir oleh lingkungan badan air tersebut.

Namun terdapat risiko yang besar terhadap fungsi atau peruntukan sungai Porong dan Sungai Aloo untuk jangka waktu lama tidak dapat lagi diberlakukan sesuai dengan ketentuan PP 82/2001 karena konsentrasi kandungan phenol yang tinggi di sepanjang ruas Sungai tersebut setelah mendapat input air lumpur.

Untuk itu diperlukan suatu manajemen risiko untuk dapat mempertahankan fungsi Sungai Porong dan Sungai Aloo sesuai dengan peruntukannya melalui tahapan berikut :

4.5.1. Perencanaan dan Organisasi (*Plan*)

- a. Membuat suatu rancangan teknis berupa sarana yang dapat dipergunakan untuk mendegradasi kandungan Phenol dalam air Lumpur sebelum dialirkan ke Sungai Porong dan Sungai Aloo seperti *water trap* sebagai pemecah gelombang aliran atau penambahan sekat /*cascade* untuk memperpanjang saluran agar terjadi proses degradasi alami dari kandungan Phenol tersebut sesuai dengan fungsi jarak.
- b. Mengatur debit aliran air lumpur panas sebelum dialirkan ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo agar kualitasnya sesuai dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan migas di darat.

4.5.2. Pelaksanaan / Implementasi Perencanaan (*Do*)

- a. Pembuatan sarana pengolahan air Lumpur panas dengan *water trap* sebagai pemecah gelombang aliran atau penambahan sekat/*cascade* untuk memperpanjang saluran sebelum dialirkan ke Sungai Porong dan Sungai Aloo untuk meminimalkan kandungan phenol di dalamnya.
- b. Sosialisasi kepada masyarakat mengenai upaya-upaya pencegahan kerusakan lingkungan di Sungai Porong dan Sungai Aloo yang telah dilakukan.

4.5.3. Pemantauan (*Check*)

- i. Mengumpulkan data sebelum dan selama aliran air lumpur panas tersebut berlangsung terhadap kelayakan peruntukan Sungai Porong dan Sungai Aloo.

- ii. Mendokumentasikan tindakan dan sasaran yang telah dicapai (pemantauan) untuk kemudian dikaji ulang (evaluasi) secara periodik hasil pemantauan tersebut.

4.5.4. Evaluasi / Perbaikan(Action)

- a. Pemeliharaan sarana pengolahan air lumpur panas atau saluran pengaliran air lumpur ke Sungai Porong dan Sungai Aloo agar dapat berfungsi meminimalkan kandungan phenol di dalamnya.
- b. Menyusun telaahan sebagai bahan kajian peraturan mengenai peruntukan Sungai Porong dan Sungai Aloo sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan agar tidak membahayakan bagi pemanfaat.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis resiko lingkungan aliran air lumpur Lapindo ke badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo Kabupaten Sidoarjo, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- i. Di sepanjang ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo yang dialiri oleh air Lumpur panas Lapindo selama bulan Oktober 2006 sampai Maret 2007 telah terdeteksi konsentrasi phenol melebihi ketentuan baku mutu sebagaimana terkandung di dalam formasi air Lumpur panas Lapindo. Kandungan phenol tertinggi yang terdeteksi di ruas Sungai Porong dan Sungai Aloo terletak pada lokasi setelah input air lumpur selanjutnya terdegradasi hingga ke muara Sungai dengan besaran degradasi pada Sungai Porong sebesar 0,01 sampai 0,05 mg/km ruas sungai dan pada Sungai Aloo sebesar 0,01 sampai 0,25 mg/km ruas sungai.
- ii. Berdasarkan perhitungan prakiraan risiko lingkungan aliran air lumpur Lapindo ke Sungai Porong yang terjadi termasuk kategori rendah yang berarti biota air pada lingkungan badan air tersebut terpapar phenol pada tingkat bahaya rendah dan terdapat risiko yang tinggi terhadap peruntukan Sungai Porong maupun Sungai Aloo untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

5.2 Saran

Dalam rangka mencegah dan meminimasi resiko kerusakan lingkungan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo Kabupaten Sidoarjo dari hasil penelitian ini, maka saran tindak yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kajian peruntukan badan air Sungai Porong dan Sungai Aloo dan zonasi kualitas air sungai sesuai dengan kemampuan degradasi konsentrasi phenol di sepanjang ruas sungai menuju muara mengingat pengaliran air Lumpur panas Lapindo ke dalam badan air tersebut hingga kini masih terus berlangsung.
2. Pemantauan rutin dan evaluasi atas sasaran yang telah dicapai serta kajian terhadap peraturan perundangan yang sesuai dengan kondisi yang sebenarnya terkait dengan fungsi Sungai Porong dan Sungai Aloo agar tidak menimbulkan kerugian bagi pemanfaat sumber daya perairan tersebut sebagaimana yang terjadi sebelum kasus pengaliran air lumpur panas Lapindo ke dalam badan air.

Lampiran 1

Dokumentasi DAFTAR PUSTAKA

- Awad, A., 2006. *Overview of Risk Factors Associated With Disposal of Sidoarjo Mud at Sea*. Symposium Presentation Report, Prepared for UNDP & Ministry of Environment Jakarta, Indonesia. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya 12 hal.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry, 2006, *Toxicological Profile for Phenol (Draft for Public Comment)*, Atlanta, GA, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Bisson et al, 2005, *Phenol Fiche De Donnes Toxicologiques et Envi Ronnementales Des Substances Chimiques*, INERIS No.2.
- BP Migas, Lapindo Brantas Inc, 2005, *Dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) – Pemboran Sumur Eksplorasi Darat Banjarpanji #1 dan Porong #2*.
- Calow, 1997, *Controlling Environmental Risk From Chemicals: Principles & Practice*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Cockerham, G & Shane, 1994, *Basic Environmental Toxicology*, CRC Press,
- Diposaptono, S., 2006. *Dampak Pembuangan Air Lumpur Lapindo ke Laut Terhadap Lingkungan Pesisir dan Laut*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 142 hal.
- Djajadiningrat, A. 2006. *Mengenal Lebih Dalam Semburan Lumpur Panas Kasus Porong Sidoarjo. Paper Pendukung*, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 6 hal.
- Fingas, 2001, *The Hand Book of Hazardous Material Spills Technology*, , Mc Grwa Hill
- Frank, C, Lu, 1995, *Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*, UI Press
- Hadi, M.S., 2006. *Telaah -- Sudahkah Alam Jadi Acuan Dalam Kasus Lumpur Sidoarjo*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 4 hal.
- Indonesia Petroleum Association (IPA) dan Environment and Safety Committee (ESC). 2006. *Pembuangan Lumpur Porong – Sidoarjo ke Laut? Paper Pendukung*, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 7 hal.

- Jorgensen, SE, Sorensen, B Halling, Mahleer H, 1998, *Handbook of Estimation Methods in Ecotoxicology and Environmental Chemistry*, Lewis Publisher
- Keputusan Presiden Nomor 13 Tahun 2006 tentang *Tim Nasional Penanggulangan Semburan Lumpur di Sidoarjo*, 13 September 2006.
- Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 183 Tahun 2005 tentang *Penunjukan Laboratorium Uji Kualitas Air Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur*.
- Koesoemadinata, R, 2006, *Masalah Pembuangan Lumpur Lapindo Brantas ke Laut*, Dongeng Geologi, , www.rovicky.wordpress.com , akses tanggal 3 Januari 2007.
- Kumar, Arvind, 2002, *Ecology of Polluted Waters*, Vol II, APH Publishing Corp
- LaGrega, Michael D, Buckingham, Phillip L, Evans, Jeffrey C, 2001, *Hazardous Waste Management : Environmental Resources Management*, Mc Graw Hill Int
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Slamet, Juli Soemirat, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Bandung, 227 hal.
- Soesilo, Indrojono, Kepala BRKP Departemen Kelautan dan Perikanan, "*Rawa Buatan Dari Lumpur Sidoarjo*", Persentasi pada Rapat Tim Nasional Penanggulangan Semburan Lumpur Sidoarjo, 29/9/2006.
- Suter II, Glenn W, dkk, 2000, *Ecological Risk Assessment for Contaminated Sites*, Lewis Publishers.
- Kementrian Lingkungan Hidup, 2006, *Buku Putih LUSI – Draft 2*, Jakarta.
- Landis, H Y Ming, 1999, *Environmental Toxicology : Impact of Chemicals upon Ecological Systems*, Lewis Publishers.
- Lubis, S., 2006. *Dimana Tempat Yang Pantas Bagi Lumpur Porong Diendapkan, Dasar Laut Selat Madura?: Tinjauan Aspek Geologi Kelautan. Paper Pendukung*, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 9 hal.
- Lapindo Brantas Inc, 2006, *Studi Rona Lingkungan Awal – Semburan Lumpur Porong*, Surabaya, 77 hal.
- McLachlan-Karr, J., 2006. *Sidoarjo Mud Emergency Response*, Consultant Report Ecological Engineering Approach. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 26 p.
- Nurchahyo, Henry, 2007, *Kandungan Logam Berat Dalam Lumpur Lapindo Meningkat*, www.mediacenter.or.id , akses tanggal 3 Januari 2007.
- Oktamandjaya, Rohman T, Aqida, 2006, *Lumpur Lapindo Mengandung Racun*, www.tempointeratif.com , akses tanggal 3 Januari 2007.

- Palar, Heryando, 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, 152 hal.
- Paustenbach, D J, 2002, *Human and Ecological Risk Assessment*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Prartono, T., 2006. *Fate Material Lumpur Panas Banjar Panji I, Kabupaten Sidoarjo ke Lingkungan Laut. Paper Pendukung, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut?* Surabaya. 11 hal.
- Prijatna, R., 2006. *Apakah Laut Menjadi Pilihan Terakhir?*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 31 hal.
- Pudjiastuti, L., 2006. *Karakteristik Semburan Lumpur Panas Porong Sidoarjo*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 18 hal.
- Putra, K. S., A. Awad, and J. McLachlan Karr, 2006. *Disposal of Sidoarjo Mud to the Aquatic Environment: An Overview of Risk Factors*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 22 hal.
- Purwati, Ani, 2007, *Logam berat dalam lumpur Lapindo Brantas di atas ambang batas*, www.beritabumi.com , akses tanggal 3 Januari 2007.
- Rumiati, A.T., 2006. *Dampak Sosial Semburan Lumpur Porong dan Usulan Penanganannya*. Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya. 11 hal.
- Tim Pusarpedal Deputi VII KLH, 2006. *Hasil Pemantauan Kualitas Lingkungan di Sekitar Semburan Lumpur Panas Wilayah PT Lapindo Brantas Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Paper Pendukung, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut?* Surabaya. 33 hal.
- Usman, E., M. Salahuddin, DAS. Ranawijaya dan J. P. Hutagaol, 2006. *Alternatif Tempat Penempatan Akhir Lumpur Sidoarjo Berdasarkan Aspek Geologi Kelautan. Paper Pendukung, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut?* Surabaya. 13 hal.
- Vallero, Daniel A, 2004, *Environmental Contaminant : Assessment and Controll*, Elsevier Academic Press.
- Watts, R J, 1997, *Hazardous Waste – Sources, Pathway, Receptors*, John Wiley & Sons Inc, New York, 729 hal.
- Wardhana, Wisnu Arya, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Edisi Revisi, Penerbit Andi Yogyakarta, 459 hal.

Foto-Foto Dokumentasi

RESIKO AIR LUMPUR TERHADAP LINGKUNGAN



Tanaman yang mati akibat tergenang air Lumpur Lapindo



Kerusakan infrastruktur karena luapan air Lumpur yang tidak pernah berhenti



Ikan mati karena terkena aliran air Lumpur Lapindo

Foto Dokumentasi Pengambilan Sampel Air Badan Air



Pengambilan sample yang menggunakan perahu



Mobil Laboratorium sebagai sarana mengangkut mengumpulkan sampel



Botol Sampling khusus untuk uji kualitas Phenol



Pengumpulan Sampel Air

