

Pencemaran Oleh Raksa dan Senyawanya

Oleh : Ir. Anton L. Wartawan.
Ir. Djainuddin Semar

INTISARI

Penilaian pencemaran itu sebenarnya relatif, tergantung dari mana kita meneropongnya, apakah dari kepentingan industrinya ataukah dari kepentingan lain, dan juga sejauh mana toleransi yang kita berikan terhadap lingkungan yang kita tinjau.

Pencemaran didefinisikan sebagai masuknya zat dan atau energi ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia dalam konsentrasi sedemikian rupa, hingga lingkungan tersebut tidak berfungsi sebagai semula, dalam arti bagi kesejahteraan, keselamatan sumber daya hayati. Kini banyak industri yang mengolah minyak bumi, batu bara, biji sulfida, plastik dan kegiatan manusia ini kadang-kadang menyebarkan zat-zat berbahaya bagi lingkungan seperti raksa dan atau senyawanya, ke udara atau air yang pada konsentrasi tertentu menimbulkan dampak negatif terhadap manusia. Harapan kita agar tulisan ini dapat memberikan masukan terhadap upaya pencegahan dan penanggulangan oleh pencemar (air) raksa dan senyawanya.

I. PENDAHULUAN

Masalah lingkungan hidup telah lama dibicarakan orang yakni sejak dasa warsa tahun 1950-an. Di industri perminyakan, masalah ini telah mulai dibahas dan ditangani semenjak adanya kegiatan di lepas pantai pada tahun 1970 dan makin mencuat lagi pada tahun 1972 ketika diadakan Konperensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang lingkungan hidup. Konperensi yang diadakan di Stockholm itu menghasilkan keputusan yaitu mendirikan badan khusus PBB untuk lingkungan hidup yang diberi nama United Nations Environmental Programme (UNEP), yang bermarkas besar di Nairobi, Kenya.

Sekarang lebih dari sepuluh tahun Konperensi Stockholm itu telah berlalu. Meskipun terdapat kemajuan dalam hal kesadaran dan penanganan lingkungan hidup, namun belum menggembirakan hasil-

nya. Masih banyak masalah-masalah lingkungan yang harus diatasi, terutama perlu adanya keseimbangan antara aplikasi teknologi dengan masalah-masalah lingkungan hidup.

Di negara kita, Indonesia, dewasa ini perkembangan industri semakin pesat dari Repelita ke Repelita. Perkembangan tersebut ditandai dengan bermunculannya pabrik-pabrik seperti pabrik pupuk, kilang minyak, pabrik plastik dan lain sebagainya. Pengolahan dan pemakaian produk-produk kimia tersebut akan menyangkut pula masalah pembuangan limbah industri yang akan menyebar ke udara, air dan/atau tanah. Logam-logam berat seperti timah hitam, kadmium, raksa dan senyawanya menyebar dalam konsentrasi kecil, akan tetapi pada proses selanjutnya akan mengalami pemekatan, sehingga pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Menurut Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO), untuk air yang secara kimiawi masih dianggap baik, artinya masih dapat mempertahankan kehidupan tumbuh-tumbuhan dan hewan, apabila kandungan zat padat terlarut di dalamnya, tidak lebih dari 500 miligram/liter atau 500 ppm. Dan untuk raksa dan senyawanya dalam mata rantai makanan harus di bawah batas maksimum yang ditetapkan FAO/WHO yaitu 0,50 ppm. Sedangkan untuk air buangan diusulkan oleh KLH di Indonesia adalah 0,10 ppb, berdasarkan standar mutu air buangan ke laut Indonesia dan untuk beberapa negara lain. Di atas batas ini akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia.

Di Indonesia mungkin telah ada sungai yang telah mencapai tarap yang mendekati nilai ambang batas yang ditetapkan oleh FAO/WHO itu, terutama sungai yang melalui perkotaan atau wilayah perindustrian. Misalnya sungai Ciliwung yang bermuara di teluk Jakarta.

Tabel 1. Keberadaan logam berat dalam air buangan industri

Jenis Industri	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
Pulp, papermills, paperboard, building paper, board mills	—	x	x	—	x	—	x	x	—	x
Organic chemical, petrochemical	x	x	—	x	x	—	x	—	x	x
Alkalis, chlorine, inorganic chemical	x	x	—	x	x	—	x	—	x	x
Fertilizers	x	x	x	x	x	x	x	—	x	x
Petroleum refining	x	x	x	x	x	—	x	x	—	x
Basic steel works foundries	x	x	x	x	x	—	x	x	x	x
Basic nonferrous metalworks foundries	x	x	x	—	x	—	x	—	—	x
Motor vehicles, aircraft plating, finishing	x	x	x	—	x	—	—	x	—	—
Steam Generation power plants	—	x	—	—	—	—	—	—	—	x
Flatglass, cement, asbestos product, etc	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—
Textile mills product	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—
Leather tanning, finishing	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—

Sumber: Forstner et al. (1979)

II. KEADAAN DAN MASALAH

A. Raksa dalam Industri

Air raksa dan senyawanya sudah lama dikenal yakni sejak 400 tahun sebelum Masehi. Senyawa raksa yang terpenting adalah *metil merkuri klorida*, *cinnabar* (merkuri sulfida) yang banyak diolah di Italia, Spanyol, Swedia dan Austria.

Raksa dan senyawanya terdapat dalam minyak bumi, batu bara dan lignit, biji sulfida dan lain-lain. Pemakaian raksa dan senyawanya dalam industri terutama digunakan sebagai katalis, elektroda, cat (*vermillion*), fungisida, bahan peledak dan lain sebagainya.

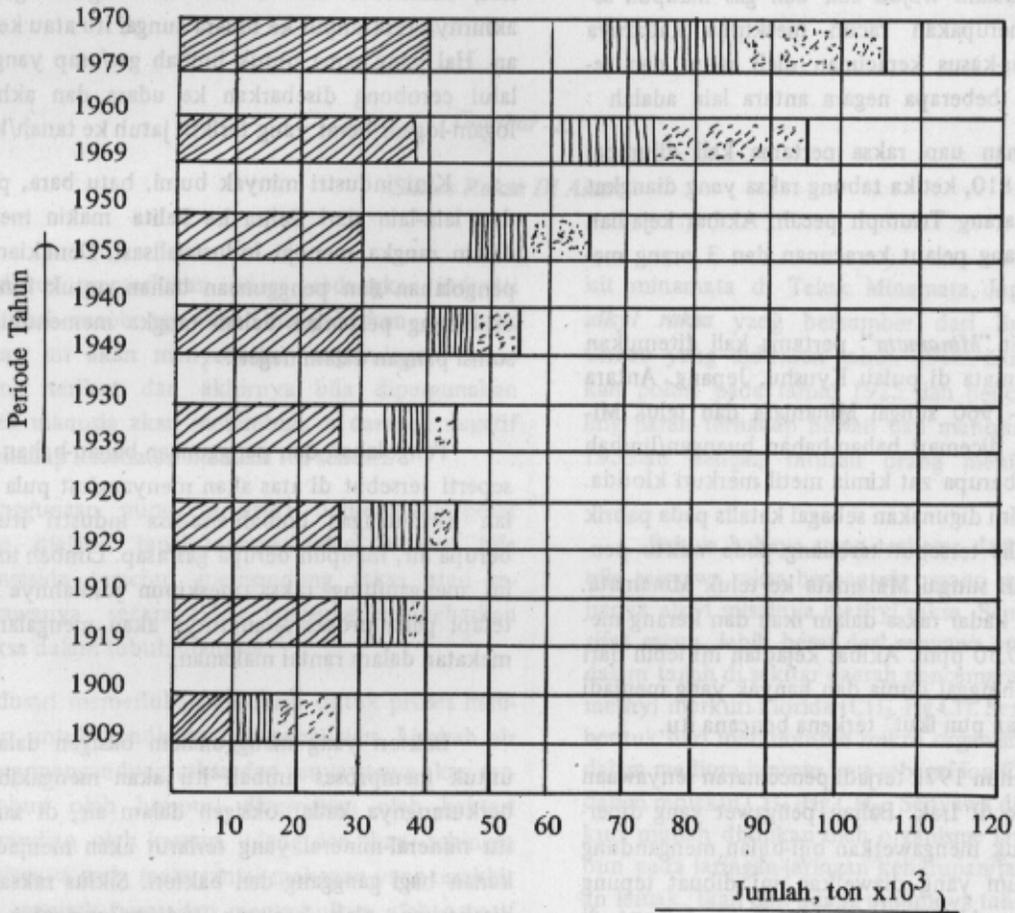
Pemakaian senyawa raksa dalam industri seperti pada pabrik plastik yang digunakan sebagai katalis, pengolahan minyak bumi, batubara, biji sulfida, semuanya ini akan menyebarkan raksa dan senyawanya melalui limbah industri misalnya melalui asap dan air buangan seperti terlihat pada tabel 1 yang disusun Forstner (1979).

B. Penyebaran Raksa

Menurut seminar segi-segi hukum dan pengelolaan lingkungan hidup, Bandung 25-27 Maret 1976, yang disebut dengan pencemaran adalah suatu keadaan di mana zat dan/atau energi dan unsur-unsur lainnya diintroduksi oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam itu sendiri dalam kadar hingga menyebabkan perubahan dalam keadaan termasuk yang mengakibatkan lingkungan tidak dapat berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan (*comfort*) dan keselamatan hayati.

Berdasarkan definisi di atas, maka raksa dan senyawanya disebarkan ke lingkungan oleh aktivitas manusia dan oleh aktivitas alam itu sendiri. Beberapa hasil Penelitian menunjukkan bahwa raksa terdapat dalam batu-batuan, bahan-bahan galian, bahan bakar fosil, gunung berapi dan lain sebagainya. Semua sumber raksa ini dapat melepaskan raksa dan atau senyawanya ke udara dan air melalui jalan penguapan dan pelapukan.

Pada gambar 1 berikut ini terlihat penyebaran raksa ke lingkungan hidup sejak tahun 1900.



Gambar 1.
Raksa yang disebar oleh Manusia ke Lingkungan (Sumber : CIM Agustus '76)

Keterangan Gambar 1: Raksa yang dilepas dari :

- Penggunaan industri lain
- Batu bara
- Minyak bumi
- Biji sulfida

Dari gambar 1 tampak bahwa jumlah raksa yang dilepaskan ke lingkungan oleh berbagai kegiatan industri batu bara, minyak bumi, biji sulfida dan industri lain sejak tahun 1900. Semua industri pada periode 1900-1909 melepas sekitar 25.000 ton merkuri dan akhir 1979 ditaksir mencapai 105.000 ton merkuri. Kalau kita ekstrapolasi dari data tersebut di atas maka penyebaran raksa ke lingkungan akan mencapai sekitar ± 115.000 ton merkuri untuk tahun 1985 ini.

C. Kasus keracunan oleh raksa dan senyawanya

Raksa dalam wujud cair dan gas maupun senyawanya merupakan racun meskipun kadarnya rendah. Kasus-kasus keracunan oleh raksa dan senyawanya di beberapa negara antara lain adalah :

1. Keracunan uap raksa pertama kali dijumpai pada tahun 1810, ketika tabung raksa yang diangkat oleh kapal barang Triumph pecah. Akibat kejadian ini ± 200 orang pelaut keracunan dan 3 orang meninggal dunia.
2. Penyakit "*Minamata*" pertama kali ditemukan di kota Minamata di pulau Kyushu, Jepang. Antara tahun 1953-1960 sungai Minamata dan teluk Minamata telah dicemari bahan-bahan buangan/limbah pabrik yang berupa zat kimia metil merkuri klorida. Bahan kimia ini digunakan sebagai katalis pada pabrik plastik. Katalis tersebut terbuang pada waktu pencucian melalui sungai Minamata ke teluk Minamata. Pada saat itu kadar raksa dalam ikan dan kerang melebihi dosis 0.50 ppm. Akibat kejadian ini lebih dari 46 orang meninggal dunia dan banyak yang menjadi lumpuh. Hewan pun ikut terkena bencana itu.
3. Pada tahun 1972 terjadi pencemaran senyawaan raksa organik di Irak. Bahan pengawet yang dipergunakan untuk mengawetkan biji-bijian mengandung raksa. Gandum yang diawetkan ini dibuat tepung dan dimakan. Akibatnya ribuan orang dirawat di rumah sakit dan sekitar 500 orang diantaranya meninggal dunia.

Gambaran di atas merupakan akibat-akibat sampingan yang buruk dari teknologi, manfaat yang dikejar, dengan mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan.

III. PEMBAHASAN

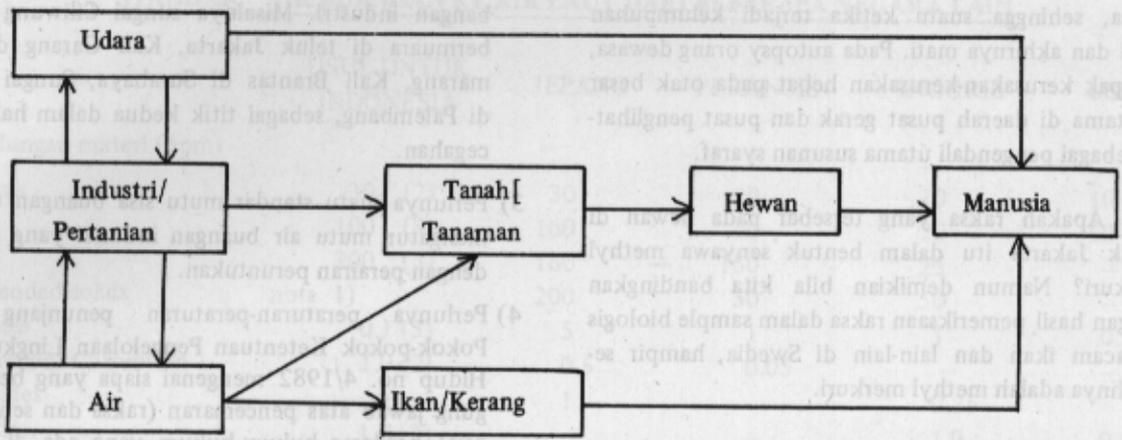
A. Siklus Penyebaran.

Seerti telah dikemukakan bahwa kecenderungan orang untuk membuang limbah industri air ke riol-riol, kemudian dibawa arus ke sungai-sungai dan akhirnya terkumpul ke muara sungai itu atau ke lautan. Hal yang sama untuk limbah gas/asap yang melalui cerobong disebarkan ke udara dan akhirnya logam-logam berat yang terikut jatuh ke tanah/ke air.

Kini industri minyak bumi, batu bara, plastik dan lain-lain dari Pelita ke Pelita makin mencuat dalam rangka menuju Industrialisasi. Demikian juga pengolahan dan penggunaan bahan untuk fungisida di bidang pertanian dalam rangka memenuhi konsumsi pangan dalam negeri.

Pengolahan dan penggunaan bahan-bahan kimia seperti tersebut di atas akan menyangkut pula masalah pembuangan limbah/sisa-sisa industri itu baik berupa air, maupun berupa gas/asap. Limbah industri ini mengandung raksa meskipun jumlahnya kecil, tetapi pada proses selanjutnya akan mengalami pemekatan dalam rantai makanan.

Bakteri yang menggunakan oksigen dalam air untuk memproses limbah itu akan mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen dalam air, di samping itu mineral-mineral yang terlarut akan menjadi makanan bagi ganggang dan bakteri. Siklus raksa yang disebarkan oleh kegiatan industri/pertanian yang menyebar melalui udara, air dan tanah terlihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2.

Siklus Raksa Di Alam

- 1) Industri memerlukan udara, sedangkan industri melalui cerobong akan menyebarkan asap/gas. Asap ini akan menyebarkan logam-logam berat yang terikut dan akhirnya bila dipergunakan oleh manusia akan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia itu sendiri.
- 2) Penggunaan pupuk/fungisida berkembang pesat dan melalui tanah/tanaman dan hewan, bila fungisida tersebut mengandung raksa atau senyawanya, secara tidak langsung menyebarkan raksa dalam tubuh manusia.
- 3) Industri memerlukan air, baik untuk proses maupun untuk pendingin dan pencucian. Limbah air yang mengandung raksa dan senyawanya akan tertimbun oleh lumpur, dicernakan oleh bakteri kemudian oleh kerang, udang dan ikan, sehingga kadarnya pada mata rantai makanan yang terakhir ini menjadi besar dan menimbulkan efek negatif terhadap manusia yang memakannya.

B. Mekanisme Bio Akumulasi.

Dengan adanya siklus raksa di alam (gambar 2), maka raksa yang tertimbun pada jaringan-jaringan kehidupan hewan seperti ikan, udang dan kerang serta menyebar ke tubuh manusia melalui mata rantai makanan (*bio accumulation*) pada mulanya dalam konsentrasi kecil, tapi dalam waktu tertentu akan mengalami pemekatan. Sebagai contoh kasus peny-

akit minamata di Teluk Minamata, Jepang di mana *alkyl raksa* yang bersumber dari limbah pabrik Chisso yang didirikan tahun 1918, baru menimbulkan polusi pada tahun 1925 dan bencana yang paling parah terhadap hewan dan manusia pada tahun 1953-an dengan ratusan orang meninggal dunia.

Bahwa bahaya yang terbesar dari raksa adalah bila senyawa raksa berbentuk organo raksa ion tidak hanya alkyl misalnya methyl raksa. Senyawa ini bersifat racun, lebih berat dari senyawa anorganik. Dan dalam tanah di sekitar daerah pencemaran didapatkan methyl merkuri klorida ($\text{CH}_3\text{-Hg-Cl}$). Senyawa ini terbentuk dari metabolisme mikro organisme an-aerobic dalam medium lumpur laut sebagai ion $\text{CH}_3\text{-HG}^+$ atau dalam molekul $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$. Senyawa di-methyl merkuri mudah diionkan oleh organisme laut dan ditimbun pada jaringan-jaringan kehidupan/jaringan-jaringan lemak. Ikan dan udang umumnya tahan pada dosis 0,50 ppm (dosis maksimum yang ditetapkan WHO dalam mata rantai makanan) dan kejadian di Teluk Minamata di dalam jaringan-jaringan kehidupan ikan dan udang dosisnya antara 5,61 – 24,1 ppm.

Bila seseorang telah terkontaminasi disebabkan oleh senyawa organo raksa merkuri maka penderita langsung merasakan terganggunya sistim syaraf hingga susah dalam menggerakkan tangan dan kesulitan dalam memegang benda-benda, karena tidak adanya koordinasi, lemah dan gemetar, juga gangguan

pendengaran, malahan menjadi hilang ingatan dan gila. Semua gejala itu makin lama makin bertambah nyata, sehingga suatu ketika terjadi kelumpuhan total dan akhirnya mati. Pada autopsy orang dewasa, nampak kerusakan-kerusakan hebat pada otak besar terutama di daerah pusat gerak dan pusat penglihatan sebagai pengendali utama susunan syaraf.

Apakah raksa yang tersebar pada hewan di Teluk Jakarta itu dalam bentuk senyawa methyl merkuri? Namun demikian bila kita bandingkan dengan hasil pemeriksaan raksa dalam sample biologis semacam ikan dan lain-lain di Swedia, hampir seluruhnya adalah methyl merkuri.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

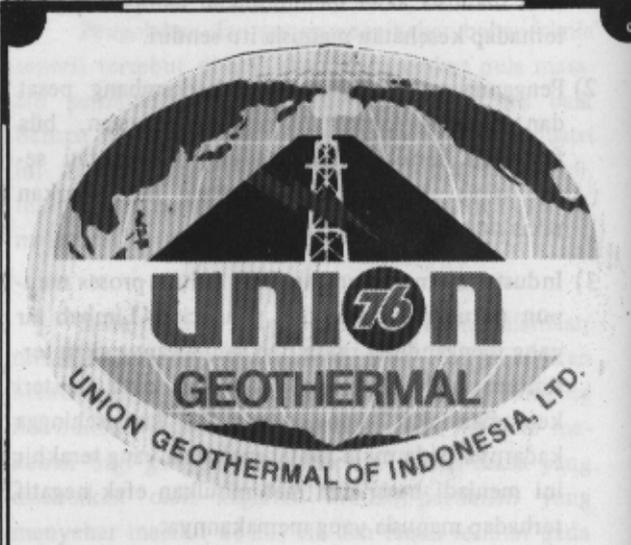
A. Kesimpulan

- 1) Dari uraian/pembahasan siklus raksa di atas, maka dengan mengetahui sebab-sebab dan akibat-akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran raksa dan senyawanya, disertai dengan data-data jumlah industri pada suatu lokasi dan banyaknya jumlah zat pencemar tersebut, maka kita dapat bergerak selangkah untuk mengatasi cara penanggulangan terhadap kemungkinan terjadinya pencemaran oleh raksa dan senyawanya.
- 2) Senyawa raksa meskipun konsentrasinya rendah yakni di bawah 0,50 ppm yang merupakan batas maksimum yang ditetapkan oleh FAO/WHO, dalam mata rantai makanan adalah bersifat racun dan merugikan kesehatan umat manusia. Dan bahaya terbesar dari raksa adalah bila senyawa raksa dalam bentuk alkyl misalnya methyl raksa (CH_3Hg^+) yang dalam konsentrasi tertentu dapat melumpuhkan syaraf sehingga orang menjadi lumpuh, gila atau meninggal dunia.
- 3) Tujuan tulisan ini adalah untuk mengangkat masalah sudah sejauh mana akibat pencemaran raksa di Teluk Jakarta yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga diharapkan bermanfaat bagi semua pihak. Kita semuanya sepakat untuk tidak membiarkan malapetaka Teluk Minamata di Jepang terjadi di Teluk Jakarta.

B. Saran

- 1) Karena proses pemekatan konsentrasi raksa adalah melalui jalur rantai makanan terutama hewan air, perlu adanya penelitian untuk menelusuri sampai berapa jauh terjadinya pencemaran yang diakibatkan oleh raksa dan senyawanya. Karena ini merupakan titik awal dalam hal penanggulangannya.

- 2) Pemantauan (*monitoring*) kadar raksa hendaknya dilakukan di daerah aliran sungai tempat perkembangan industri. Misalnya sungai Ciliwung yang bermuara di teluk Jakarta, Kali Garang di Semarang, Kali Brantas di Surabaya, Sungai Musi di Palembang, sebagai titik kedua dalam hal pencegahan.
- 3) Perlunya suatu standar mutu sisa buangan untuk mengatur mutu air buangan industri yang sesuai dengan perairan peruntukan.
- 4) Perlunya peraturan-peraturan penunjang UU Pokok-pokok Ketentuan Pengelolaan Lingkungan Hidup no. 4/1982 mengenai siapa yang bertanggung jawab atas pencemaran (raksa dan senyawanya) berdasar hukum-hukum yang ada di Indonesia.
- 5) Perlu adanya pendidikan mengenai pencemaran kepada para pelaksana yang bekerja secara langsung pada alat yang mempunyai hubungan langsung dengan zat pencemar. Pendidikan yang demikian bukan saja pada industri yang menggunakan raksa sebagai katalis, tetapi juga pada industri lain yang relevan/menghasilkan limbah raksa, karena industri umumnya sedikit atau banyak memberikan efek pencemaran.



UNION 76
GEOTHERMAL
UNION GEOTHERMAL OF INDONESIA, LTD.

RATU PLAZA OFFICE TOWER - 5th FLOOR

JL. JEN. SUDIRMAN JAKARTA

TELEPHONE : 712509

STANDAR AIR BUANGAN KE AIR LAUT DARI BEBERAPA NEGARA LAIN

	USUL UNTUK INDONESIA	JEPANG	PERANCIS	INGGRIS	USA
Kandungan materi (ppm)					
Minyak	30 (2)	30	20	10	10
BOD	100 (3)	160	40	20	50
COD	200 (3)	160	150	25	—
Suspended solids	note 1)	200	30	50	—
Phenols	0.1 (3)	5	1	1	0.2
Hexavalent Chromium	1.0 (2)	0.5	0.05	—	—
Cyanides	—	1	—	0.25	—
Sulfides	1.0 (3)	—	—	1.0	0.5
Lead	1.0 (2)	1	0.1	—	—
Iron	7.0 (2)	10	—	—	—
Copper	2.0 (2)	3	—	—	—
Zinc	7.0 (2)	5	—	—	—
Cadmium	0.3 (2)	0.1	—	—	—
Mercury	0.1 (2)	0.005	—	—	—
Arsenic	0.3 (2)	0.5	—	—	—
pH	6-9 (2)	5-9	5.5-8.5	5.0-8.5	5.5-9.5

Note : 1). Incremental suspended solid dari sumbernya maksimum sebesar 200 p

2) & 3). Data diambil atas dasar usulan standar RPP tanggal 12 Nopember 1980 dengan Klasifikasi II (berat) dan III (sedang) dengan tingkat yang dapat dicapai dalam suatu refinery.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aprilani Soegiarto. "Beberapa masalah yang perlu diperhatikan dalam usaha pengendalian pencemaran Sungai Musi". Hasil-hasil *simposium* polusi air di perairan Sungai Musi, 26-28 September 1977.
2. A. Irwandi Bahtiar dan Bambang Prasetyo. "Kualitas Perairan di Daerah Cilacap", PPLH *Makalah* dalam Simposium Pengkajian Atas Usaha Peningkatan Pengelolaan Lingkungan Hidup di Cilacap, 1984.
3. Barbara Ward & Rene Dubos. *Hanya Satu Bumi*, PT GRAMEDIA, diterbitkan oleh LEMBAGA EKOLOGI Univ. Padjadjaran.
4. Ehlers and Steil. *Municipal and Rural Sanitation*, fifth edition, Mc. Graw Hill Book Company Kogakusha Ltd., Tokyo.
5. *Hydrocarbon Processing*, Juli 1971.
6. Jasfar Bilal. "Study Group Pencemaran Lemi-gas", *Laporan* penelitian pencemaran logam berat di Teluk Jakarta, 1978.
7. Meizar B Syafei. "*Teluk Jakarta Calon Minamata Kedua*"?, diterbitkan oleh Sekretariat Bina Desa.
8. Muchtisar D.P. "Pencemaran Oleh Minyak Bumi", *Publikasi Lemigas* No. 1/1977.
9. Otto Soemarwoto. "Lingkungan Hidup: Kenyataan atau Hayalan", merupakan Kliping *Kompas* Maret 1985.
10. Penyakit Minamata, *Kompas* tgl. 5 Juni 1978.
11. *Science Teaching Centre*. Bandung, dipublikasi -, No. 24/III/1978.
12. Sallman. *A Manual of Pharmacology*, W.B. Saunders Company, 1957 London.