



PROSIDING HASIL PENELITIAN 2014 UPN "Veteran" Jakarta



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA**
Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu Jakarta Selatan 12450
Telepon / Faks. 021 7656971 Ext. 235
e-mail: lpmp@upnvj.ac.id

PROSIDING HASIL PENELITIAN

UPN "Veteran" Jakarta



PERSONALIA PENGELOLA PROSIDING

Penanggung Jawab
Dra. Rini Riyantini, M.Si

Dewan Penyunting
Dr. Erna Hernawati, SE, MM.Ak
Zulfadli Barus, SH, MH, MM
Muhamad As'adi, ST, MT

Pemimpin Redaksi
Budhi Martana, ST, MM

Sekretaris Redaksi
Renny Husniati, SE, MM

Dewan Redaksi
Ery Mustikaningsih, SE, MM
Sunardi, S.Sos

Bagian Sirkulasi
Kayus Kayowuan L., SH, MH
Ilham Wibowo, ST

Tata Usaha
Sri Rahayu, S.Sos, MM
Siti Irawati
Tatik Suwarni

Diterbitkan Oleh:
LEMBAGA PENELITIAN DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAKARTA
Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu Jakarta Selatan 12450
Telepon / Faks. 021 7656971 Ext. 235
e-mail: lppm@upnvj.ac.id

ISBN 978-602-19087-0-9

UPN "VETERAN" JAKARTA	
No. Induk :	218
Tahun :	2014
Sumber :	S

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Pemurah dan Pengasih karena atas rahmatNya Prosiding Hasil Penelitian Tahun 2014, LPPM UPN "Veteran" Jakarta dapat terbit. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah dipresentasikan oleh para peneliti pada Seminar Hasil Penelitian di LPPM UPN "Veteran" Jakarta pada periode 2014.

Prosiding ini disusun sebagai bagian dari tanggungjawab LPPM UPN "Veteran" Jakarta untuk memberikan saran akademik dan sosialisasi hasil-hasil penelitian kepada masyarakat. Prosiding ini berisi 11 makalah hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti, yang meliputi bidang manajemen, akuntansi, manajemen transportasi, dan kesehatan.

Kami menyadari bahwa prosiding ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami mengharap saran dan masukan dalam rangka memperbaiki prosiding hasil penelitian LPPM UPN "Veteran" Jakarta di masa yang datang, sehingga bermanfaat bagi peneliti maupun bagi para pembaca.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta sehingga Prosiding Hasil Penelitian Tahun 2014 ini dapat diterbitkan.

Redaksi

IDENTIFIKASI KANDUNGAN *POLYAROMATIC HYDROCARBON* PADA AIR LAUT YANG TERKONTAMINASI BAHAN BAKAR MINYAK DAN SEDIMEN PADA *GRAVING DOCK* DI GALANGAN KAPAL TANJUNG PRIOK

Lilik Zulaihah*¹, Yulnelly*, dan Amir Marasabessy**

*) Program Studi Teknik Industri, FT UPN "Veteran" Jakarta

***) Program Studi Teknik Perkapalan, FT UPN "Veteran" Jakarta

Jl. R.S. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan – 12450

Telp. 021 7656971

Abstract

The ship repair activities in graving dock at the shipyard of Tanjung Priok, North Jakarta frequent oil spills mixed with sea water and artifacts graving dock floor sediments derived from the dirt on the hull. To neutralize the waste is formed, by the shipyard is done by providing a solution similar chemical dispersants. This study aims to gain an idea of ___the type and content of polyaromatic hydrocarbons in seawater and sediment floor area around the graving dock and shipyard waters. The results showed that the type of polyaromatic hydrocarbons test results on water samples and sediments contaminated sea floor around the graving dock and shipyard water area, as well as loading and unloading terminal consists of Naphthalene, Acenaphthylene, 2-Bromonaphthalene, Acenaphthalene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo (a) Anthracene, Chrysene, benzo (b) Fluoranthene, Benzo (a) Pyrene, Indeno (123-ed) Pyrene, Benzo (ghi) Pyrene. PAH content of which is derived from sea water and sediment from the floor and outside the graving dock ship all items above a specified threshold, ie> three for seawater and> four and a half or one point six eight four to sediment.

Key Words: *ship, graving dock, polyaromatic, hydrocarbon, sediment*

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan reparasi kapal tank cleaning bahan bakar minyak pada *graving dock* di Galangan kapal Tanjung Priok Jakarta Utara sering terjadi tumpahan minyak yang bercampur dengan air laut dilantai *graving dock*. Untuk menetralsir limbah yang terbentuk, oleh pihak galangan dilakukan dengan memberikan larutan kimia yang belum diketahui kandungan senyawa kimia apa saja yang dikenal dengan nama *chemical*. Dengan memberikan *chemical* tersebut apakah telah menetralsir kandungan limbah (PAH) pada air laut sebagaimana yang diharapkan.

Dengan dimasukkannya PAH sebagai salah satu parameter penentu kualitas air laut, maka perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh gambaran seberapa banyak jenis dan konsentrasi kandungan PAH yang terdapat pada air dan sedimen dalam selokan lantai *graving dock* guna untuk pencegahan pencemaran laut diarea galangan kapal dan disekitarnya, hal ini sesuai ketentuan peraturan IMO yang tertuang dalam *protocol Marpoll 1973/1978* tentang pencemaran laut oleh minyak.

Sampel yang akan diteliti adalah air laut dan sedimen yang diduga mengandung partikulat *poly aromatic hydrocarbon*. Lokasi pengambilan sampel, yaitu air laut yang diduga terkontaminasi tumpahan bahan bakar minyak pada saat melakukan kegiatan reparasi kapal dan sedimen berupa tanah yang berasal dari kotoran yang menempel pada kapal, yaitu yang terletak diarea lantai (selokan) *graving dock* di galangan kapal tanjung priok. Sampel juga diambil dari sekitar area galangan kapal, yaitu berupa air laut dan sedimen diluar area lantai *graving dock*. Untuk melihat

1 Kontak Person : Lilik Zulaihah
Prodi Teknik Industri FT UPNV Jakarta
Telp. 021 7656971

penyebaran *Poly Aromatic Hydrocarbon* pada air laut lepas, maka sampel juga diambil sekitar pelabuhan bongkar muat yakni air laut saja, sedangkan sampel berupa sedimen tidak dapat diambil mengingat kondisi laut yang sangat dalam.

Sampel air laut yang diambil posisi dibagian *graving dock* dengan menggunakan botol kaca yang tertutup rapat dan diluarnya ditutup dengan *aluminium oil*, sebanyak 2.500 ml yang langsung dilakukan pemeriksaan pada GC MS dan 2.500 ml yang diberikan senyawa kimia berupa dispersan sebanyak 10% dari total volume yang fungsinya untuk menguraikan bahan bakar minyak yang terkandung dalam air laut tersebut, sedangkan sedimen yang diambil pada tempat yang sama sebanyak 100 gr dengan menggunakan tempat tertutup berbahan dasar kaca dan dibungkus dengan *aluminium oil*, guna menghindari terjadinya reaksi oleh adanya panas dan udara luar. Sampel keempat berupa air laut dan kelima sedimen diambil di luar area *graving dock* dengan jumlah yang sama. Sampel keenam diambil di area pelabuhan bongkar muat kira-kira pada radius 500 meter dengan jumlah dan perlakuan yang sama.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah. Salah satu konstaminan lingkungan penting dan termasuk bahan kimia beracun adalah kandungan *Poly Aromatic Hydrocarbon* (PAH), yang merupakan senyawa organik yang mempunyai cincin aromatik lebih dari satu dalam satu molekul hydro carbon. PAH memiliki stabilitas yang tinggi di lingkungan, mempunyai sifat hidrophobik yang tinggi dan struktur kimia yang stabil, sifatnya tidak mudah larut dan dapat dengan cepat terserap melalui partikel tanah, terutama pada bahan organik.

Teluk Jakarta, terletak di sebelah Utara kota Jakarta, adalah perairan dangkal (kedalaman rata-rata 15 m), dengan luas sekitar 514 km². Di teluk ini bermuara 13 sungai yang melintasi Kawasan Metropolitan Jakarta (Jabotabek) yang berpenduduk sekitar 20 juta jiwa. Dengan perkembangan Kawasan Metropolitan Jakarta selama setengah abad terakhir, Teluk Jakarta menerima tekanan yang besar sebagai akibat dari aktivitas manusia, antara lain berupa pencemaran. Menurut data dari Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, dalam 10 tahun terakhir Teluk Jakarta telah mengalami pencemaran yang melebihi ambang batas. Setidaknya 83% dari 13 sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta telah masuk dalam kategori tercemar berat. Sungai-sungai tersebut membawa berbagai macam jenis limbah yang bersifat toksik ke perairan Teluk Jakarta, diantaranya adalah senyawa organik *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*.

Untuk mengetahui jumlah dan jenis *poly aromatic hydrocarbon* apa saja yang terdapat pada air laut dan sedimen, serta untuk mengukur kandungan *poly aromatic hydrocarbon* dengan menggunakan alat *kromatografi gas* (GC-FID) *Hewlett Packard* (HP) 5890 seriII. Sampel air laut yang berjumlah 4, ada 1 sampel air laut yang berasal dari dasar lantai *graving dock* ditambah senyawa kimia yaitu adespesa dan sampel sedimen yang berjumlah 2 akan dilakukan pengujian, untuk mengetahui kandungan *poly aromatic hydrocarbon*.

Adanya logam berat diperairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu: (1) Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), (2) Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, serta akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut, dan (3) Mudah terakumulasi disedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya kedalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

Penyebab tingginya kadar PAH ini adalah berasal dari limbah yang dari berbagai macam kegiatan yang terdapat di sekitar Jabodetabek. Limbah ini masuk ke Teluk Jakarta melalui 13 aliran

sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta, di samping limbah yang berasal dari aktivitas perkapalan yang banyak terdapat di Teluk Jakarta. (Fasmi Ahmad, tahun 2012) Limbah sampah yang masuk ke Teluk Jakarta juga menyebabkan tingginya kadar PAH. Disamping itu kandungan dan jenis PAH di suatu perairan sangat tergantung dari sumber asal PAH tersebut. Hasil diagnosis rasio konsentrasi individu PAH menunjukkan bahwa sumber PAH di Teluk Jakarta ini berasal dari berbagai sumber, antara lain dari minyak bumi, pembakaran minyak bumi, pembakaran bahan organik, campuran minyak dan pembakaran bahan organik. Rasio ini akan berbeda untuk setiap stasiun penelitian. Stasiun 4 memiliki jumlah jenis PAH terbanyak dibandingkan dengan stasiun lain. Diperkirakan stasiun 4 memiliki volume limbah minyak bumi, bahan organik, dan campuran (minyak bumi dan bahan organik) yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lain.

METODE PENELITIAN

Sampel air laut pada *Graving Dock*, di luar *Graving Dock*, dan di terminal bongkar muat kapal dilakukan dengan urutan sebagai berikut: (1) Sampel air laut diambil dengan menggunakan *water sampler* sebanyak 2,5 liter untuk masing-masing sampel, dimasukkan ke dalam botol bening berwarna, kemudian disimpan dalam *cebox*, (2) kemudian dilakukan preparasi sampel air laut di laboratorium pengujian Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, air laut disaring dengan kertas saring GFC (*Glass Fiber type C*) dan diekstrak dalam corong pisah dengan heksan sebanyak 120 ml, (3) Proses selanjutnya berupa *clean up* menggunakan kolom kromatografi alumina WB5 basic SIGMA sebanyak 4 gram dan dialirkan heksan sesuai set pointnya. Sampel *Clean Up* diuapkan sampai 1 ml dan difraksinasi dengan kolom kromatografi silika merek 7754 sebanyak 4 gram menjadi fraksi polar (F2) untuk analisa PAH, dan (4) Kadar PAH dengan *detector* FID Gas Chromatografi 5890 series 11. Hasil pengukuran dinyatakan dalam PCB dan $\mu\text{g/L}$ (ppb) untuk PAH. Sedangkan Sampel sedimen pada area *Graving Dock* dan di luar *Graving Dock* dilakukan dengan urutan sebagai berikut: (1) Sampel sedimen masing-masing sebanyak 100 gram diambil dengan menggunakan *grap* dan langsung disimpan dalam *bool* sampel. Sampel sedimen ditimbang sekitar 40 gram untuk analisa senyawa organik dan dioven sehari dalam suhu 60°C dan 10 gram untuk penentuan kadar airnya yang dioven dalam suhu 105°C , (2) Sampel sedimen yang sudah ditimbang dihaluskan dengan menambahkan Na_2SO_4 sampai halus dan diekstraksi dengan diklorometan (DCM) dalam Soxhlet selama 8 jam, dan (3) Setelah itu dipekatkan menggunakan alat Kuderma Danish Evaporator sampai 1 ml. Langkah selanjutnya yaitu proses *clean up* dan fraksinasi. Hasil pengukuran PCB dalam sampel sedimen dinyatakan dalam mg/kg (ppm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontaminasi PAH dalam suatu perairan dapat bersumber dari berbagai aktivitas baik aktivitas alami (perembesan minyak, asap kebakaran hutan, letusan gunung berapi) ataupun sumber antropogenik (kegiatan industri, transportasi dan aktivitas rumah tangga). (Fasmi Ahmad, tahun 2012).

Jenis dan Kandungan Polyaromatic Hydrocarbon

Data hasil penelitian dari keenam sampel yang terdiri dari 4 sampel berupa air laut dan 2 sampel dari sedimen. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis PAH dengan berat molekul rendah yang biasa disebut LMW dan 9 jenis PAH dengan berat molekul tinggi yang biasa disebut HMW. Kemudian dilakukan pengolahan data dan di analisis data tersebut dengan mengacu Nilai Ambang Batas kandungan PAH yang diijinkan sesuai dengan peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

Tabel 1.
Hasil Pengujian Kandungan PAH pada 4 sampel air laut dan 2 sedimen

JENIS PAH	(A) Air laut dilantai <i>graving dock</i>	(B) Air laut dilantai <i>graving dock</i> dispersan	(D) Air laut diluor <i>graving dock</i>	(E) Air laut dipelabuhan bongkar muat	(C) Sedimen dilantai <i>graving dock</i>	(F) Sedimen diluor <i>graving dock</i>
PAH	-	-	-	-	-	-
Naphthalene	0,039	0,031	0,368	0,269	0,279	0,000
Acenaphthylene	0,000	0,000	4,670	0,099	0,864	0,034
2-Bromo Naphthalene	0,000	0,000	0,076	1,390	10,080	0,049
Acenaphthalene	0,000	0,031	0,030	0,183	1,195	0,047
Fluorene	0,060	0,100	11,000	0,104	2,080	0,238
Anthracene	0,345	0,124	8,770	0,821	2,785	0,901
Phenanthrene	0,099	0,088	0,277	0,479	0,000	0,052
Total LMW	0,543	0,653	0,277	3,345	17,283	1,321

JENIS PAH	(A) Air laut dilantai <i>graving dock</i>	(B) Air laut dilantai <i>graving dock</i> dispersan	(D) Air laut diluor <i>graving dock</i>	(E) Air laut dipelabuhan bongkar muat	(C) Sedimen dilantai <i>graving dock</i>	(F) Sedimen diluor <i>graving dock</i>
Fluorene	0,203	0,170	0,303	0,143	2,894	0,052
Pyrene	0,174	0,088	5,455	8,066	1,586	0,084
Benzo(a)Anthracene	0,288	0,658	0,724	14,377	1,875	1,134
Chrysene	0,328	0,202	0,717	10,939	4,399	0,148
Benzo(b)Fluorene	0,525	1,506	4,059	92,842	2,525	1,485
Benzo(A)Pyrene	0,838	0,534	3,598	62,054	6,197	1,312
Indeno(123 el)Pyrene	0,681	1,251	11,255	18,458	22,800	0,484
Benzo(ghi)Pyrene	Ttd	Ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd
Fluorene	0,000	1,651	18,507	10,168	1,996	0,771
Total HMW	3,037	6,060	44,618	216,987	44,272	5,470

Sampel A adalah sampel air laut yang diambil dari area lantai *graving dock*, sampel B adalah sampel dari lantai *graving dock* yang ditambahkan dispersan, sampel C adalah sedimen yang berasal dari lantai *graving dock*, sampel D air laut diambil diluar *graving dock* dimana air lautnya sudah bercampur dengan air laut bebas, sampel E adalah air laut yang diambil diarea terminal bongkar muat kapal, dan F adalah sedimen yang diambil dari area diluar lantai *graving dock* kapal.

Untuk mengetahui sumber asal individu PAH digunakan metode diagnose rasio (Yunker et al, 2002). Ada beberapa rasio senyawa PAH yang digunakan yaitu rasio Phenanthrene/anthracene (phe/anth) >10, menunjukkan bahwa PAH berasal dari minyak bumi, sedangkan PAH < 10 menunjukkan bahwa PAH berasal dari pembakaran bahan organik dan sumber-sumber yang menghasilkan biomassa. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio (phe/anth) rata2 (0,584/2,515=0,2322) < 10 menunjukkan bahwa PAH tersebut berasal dari sumber antropogenik (kegiatan industri, transportasi dan aktivitas rumah tangga). Pada kadar 10 ppm kandungan senyawa poli aromatik hidrokarbon dapat menyebabkan perubahan pola perilaku pada biota laut dan PAH pada kadar > 1000 ppm dapat menyebabkan kematian. Keadaan ini berbahaya bagi organisme perairan yang hidup dan mencari makan di dalam sedimen perairan.

Pengaruh Pemberian Senyawa Kimia

Molekul PAH dengan bobot molekul besar (PAH > 3 cincin benzene) biasanya berasal dari pembakaran tidak sempurna (pirogenik) sedangkan PAH dengan bobot molekul kecil (PAH dengan 2-3 cincin benzene) sangat dominan dalam produk petroleum (petrogenik). Penelusuran sumber

asal senyawa PAH dalam sedimen dapat dilakukan dengan metode diagnosa rasio. Metode diagnosa rasio dilakukan karena adanya perbedaan stabilitas termodinamika setiap senyawa PAH.

Tabel 2.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Air Laut di lantai *Graving Dock* Kapal dan ditambah dispersan pada LMW

Jenis PAH	(Sampel A) Air laut lantai <i>graving dock</i> (ppm)	(Sampel B) Air laut <i>graving dock</i> + dispersan (ppm)
Naphthalene	0,039	0,031
Acenaphthylene	0,000	0,000
2-Bromo Naphthalene	0,000	0,000
Acenaphthalene	0,000	0,031
Fluorene	0,060	0,100
Anthracene	0,345	0,124
Phenanthrene	0,099	0,088



Gambar 1.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada air laut di lantai *graving dock* kapal Pada LMW

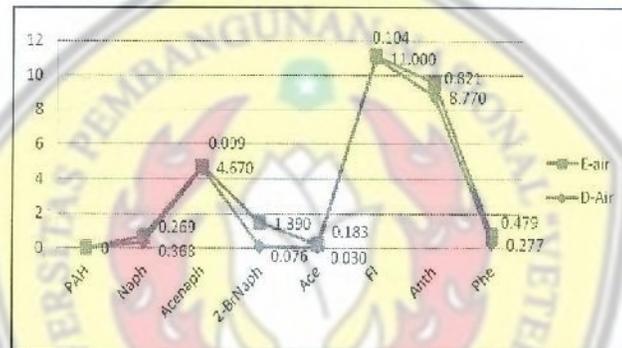
Kadar PAH yang mempunyai berat molekul rendah (LMW) yaitu PAH dengan 2-3 cincin benzene terdiri dari Naphthalene, Acenaphthylene, 2-Bromonaphthalene, Acenaphthalene, Fluorene, Phenanthrene dan Anthracene. Total kadar PAH LMW pada lantai *graving dock* sampel A sebesar 0,543 ppb dan sampel B 0,374 ppb, dimana sampel A dan sampel B merupakan sampel yang berasal dari lantai *graving dock* kapal, akan tetapi sampel B ditambahkan larutan dispersan, Ini menunjukkan bahwa penambahan larutan dispersan tidak mampu menyerap maksimal atau menghilangkan kandungan PAH pada air laut yang terkontaminasi.

Hasil monitoring pusat penelitian lembaga Oseanografi LIPI tahun 2011 adalah 1,1115 ppb dan tahun 2013 sebesar 1,5315 ppb. Sedangkan kadar PAH pada lantai *graving dock* kapal 0,543 ppb ternyata lebih kecil dari pada kandungan PAH hasil pengawasan Lembaga Oceanografi Lipi diteluk jakarta baik pada tahun 2011 maupun 2013, Ini menunjukkan bahwa tumpahan minyak pada *graving dock* tidak mengakibatkan terbentuknya PAH pada air laut di area *graving dock*. Mengingat air laut yang ada dilantai *graving dock* hanya sedikit, tetapi terdapat sedimen yang cukup banyak yang berasal dari kotoran yang menempel pada kapal yang sedang diperbaiki, maka hal ini menunjukkan bahwa kadar PAH lebih banyak diserap oleh sedimen dari pada air laut.

Penyebaran Kandungan PAH

Tabel 3.
Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Air Laut di luar *Graving Dock* dan di Pelabuhan Bongkar Muat Kapal LMW

Jenis PAH	(Sampel D) Air laut diluar <i>graving dock</i> (ppm)	(Sampel F) Air laut dipelabuhan bongkar muat (ppm)
Naphthalene	0,368	0,269
Acenaphthylene	4,670	0,099
2-Bromo Naphthalene	0,076	1,390
Acenaphthalene	0,030	0,183
Fluorene	11,000	0,104
Anthracene	8,770	0,821
Phenanthrene	0,277	0,479



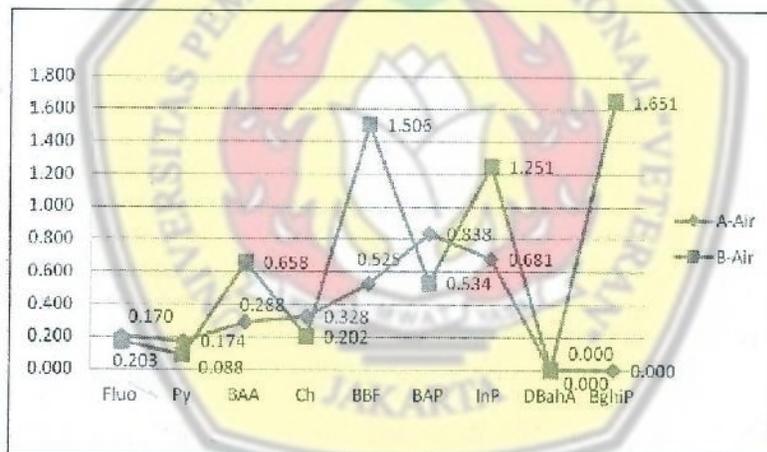
Gambar 2.
Hasil Pengujian Kandungan PAH pada air laut di luar *graving dock* di pelabuhan bongkar muat kapal LMW

Penyebaran kadar PAH (LMW) pada air laut diluar *graving dock* menunjukkan sebesar 25,191 ppb dan diarea bongkar muat kapal menunjukkan 3,345 ppb, Ini menunjukkan bahwa kadar PAH pada LMW telah melebihi ambang batas yang diijinkan yaitu PAH > 0,003. Penyebaran PAH (LMW) diarea luar *graving dock* sebesar 25,191 ppb > kandungan PAH pada area bongkar muat kapal, yaitu sebesar 3,345 ppb. Hal ini disebabkan adanya buangan air laut terkontaminasi dari lantai *graving dock* yang merupakan tempat reparasi kapal dan sering terjadinya tumpahan minyak selama proses perbaikan mesin kapal. Kemudian adanya ombak laut yang cukup besar sehingga mengakibatkan kadar PAH tersebut terkumpul di area *graving dock*.

Akan tetapi jika dibandingkan dengan hasil monitoring pusat penelitian lembaga oseanografi LIPI tahun 2011 sebesar 1,1115 ppb dan tahun 2013 sebesar 1,5315 ppb, menunjukkan bahwa kadar PAH air laut diarea diluar *graving dock* jauh lebih besar dibandingkan Kadar PAH pada pelabuhan bongkar muat kapal maupun kadar PAH pada teluk jakarta baik pada tahun 2011 maupun 2013. Kadar PAH pada air laut dipelabuhan bongkar muat kapal sebesar 3,345ppm telah melebihi nilai ambang batas yang ditentukan yaitu 0,003 ppm.

Tabel 4.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Air Laut di lantai
Graving Dock dan ditambah dispersan (HMW)

Jenis PAH	(Sampel A) Air laut lantai <i>graving dock</i> (HMW)	(Sampel B) Air laut dilantai <i>graving dock</i> + dispersan (HMW)
Fluorenc	0,203	0,170
Pyrene	0,174	0,088
Benzo(a) Anthrasene	0,288	0,658
Chrysene	0,328	0,202
Benzo(b) Fluorene	0,525	1,506
Benzo(A) Pyrcnc	0,838	0,534
Indeno(123 el) Pyrene	0,681	1,251
Benzo(ghi) Pyrene	0,000	1,651
Total HMW	3,037	6,060

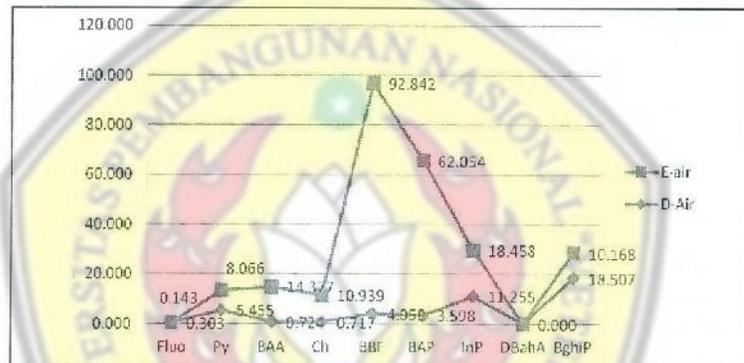


Gambar 3.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada air laut di lantai dan di luar
graving dock (HMW)

Kadar PAH yang mempunyai berat molekul tinggi (PAH > 3 cincin benzene) adalah Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a) Anthracene, Chrysene, Benzo(B) Fluoranthene, Benzo(a) Pyrene, Indeno(123-ed) Pyrene, Benzo(ghi) Pyrene. Kadar PAH dari hasil penelitian menunjukkan 3,037 untuk air laut dilantai *graving dock* dan 6,060 dilantai *graving dock* + dispersan, dimana nilai ambang batas Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2004 untuk biota laut hanya 0,003 ppm ini menunjukkan bahwa PAH pada lantai *graving dock* dan yang ditambah dispersan telah melebihi ambang batas. Begitu juga Jika dibandingkan dengan kadar PAH di luar *graving dock* dan di teluk jakarta, maka kadar PAH di lantai *graving dock* relatif kecil, dan dengan penambahan dispersan ternyata hanya berfungsi membersihkan lantai *graving dock* tetapi tidak mempengaruhi pembentukan partikulat PAH.

Tabel 5.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Air Laut di luar
Graving Dock dan di Pelabuhan Bongkar Muat Kapal (HMW)

Jenis PAH	(Sampel D) Air laut diluar <i>graving dock</i> (HMW)	(Sampel E) Air laut di pelabuhan Bongkar muat (HMW)
Fluorene	0,303	0,143
Pyrene	5,455	8,066
Benzo(a) Anthrasene	0,724	14,377
Chrysene	0,717	10,939
Benzo(b) Fluorene	4,059	92,842
Benzo(A) Pyrene	3,598	62,054
Indeno(123 el) Pyrene	11,255	18,458
Benzo(ghi) Pyrene	18,507	10,168



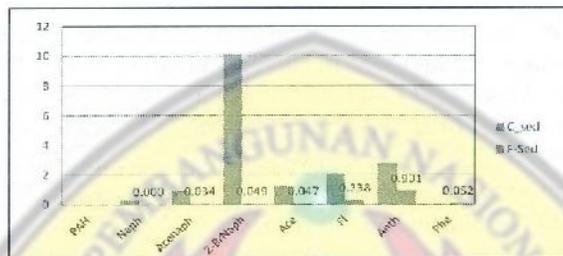
Gambar 4.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada air laut di lantai dan di luar
graving dock dan di Pelabuhan Bongkar Muat Kapal (HMW)

Penyebaran Kadar PAH (HMW) pada air laut diluar *graving dock* dan di area pelabuhan bongkar muat kapal sangat tinggi yaitu 44,681 ppb dan 217,047 ppb > 3 jika dibandingkan pada kadar PAH LMW pada perlakuan yang sama, yaitu 25,191 ppb dan 3.345 ppb ini menunjukkan bahwa penyebaran kadar PAH pada HMW, yaitu PAH dengan berat molekul lebih tinggi merupakan senyawa yang tidak mudah terurai dengan bercampurnya air laut bebas. Dibandingkan dengan hasil monitoring pusat penelitian lembaga oseanografi LIPI tahun 2011 adalah 29,054 ppb dan tahun 2013 sebesar 35,193 ppb. Hal ini menunjukkan bahwa kadar PAH yang mempunyai berat molekul lebih tinggi pada air laut di area diluar *graving dock* jauh lebih besar dibandingkan kadar PAH pada teluk Jakarta baik pada tahun 2011 maupun 2013. Kadar PAH pada terminal bongkar muat kapal 217,047 ppb, yaitu lima kali lipat Kadar PAH pada air laut diluar *graving dock*, hasil monitoring pusat penelitian lembaga oseanografi LIPI tahun 2011 dan 2013.

Konsentrasi PAH dalam tingkat tertentu di air laut dan sedimen dapat bersifat toksin terhadap organisme laut bentik dan pelagic” (Ariasetal). Dikarenakan sifatnya yang beracun, tahan lama dan karsinogenik, disamping itu sifat PAH bervariasi baik yang mudah menguap maupun yang tidak mudah menguap. Senyawa ini pada perairan laut ditemukan dalam bentuk minyak mengapung, emulsi dan fraksi terendap di dasar perairan serta dapat berinteraksi dengan partikel lain, sehingga bersifat persiten terhadap lingkungan.

Tabel 6.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Sedimen di lantai dan di luar *Graving Dock* (LMW)

Jenis PAH	(Sampel C) Sedimen dilantai <i>graving dock</i> (ppm)	(Sampel F) Sedimen diluar <i>graving dock</i> (ppm)
Naphthalene	0,279	0,000
Acenaphthylene	0,864	0,034
2-Bromo Naphthalene	10,080	0,049
Acenaphthalene	1,195	0,047
Fluorene	2,080	0,238
Anthracene	2,785	0,901
Phenanthrene	0,000	0,052

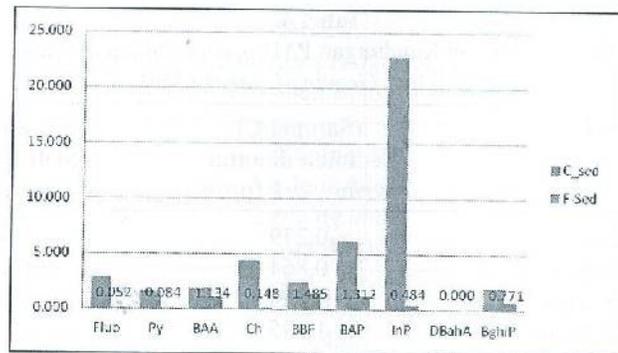


Gambar 5.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Sedimen di lantai dan di luar *graving dock* (LMW)

Kadar PAH (LMW) pada sedimen dilantai *graving dock* kapal untuk jenis 2-Bromo Naphthalene sebanyak 10,080 ppb > 4,5 atau 1,684 ini menunjukkan bahwa kadar PAH jenis senyawa tersebut telah melebihi ambang batas yang diijinkan yaitu > 4,5 ppm (Fasmi Ahmad, tahun 2012) dan > 1,684 (Fitriyanti Jumaetri Sami, Tahun 2009). Sedangkan untuk jenis yang lain dibawah 4,5 atau 1,684. Akan tetapi jika dijumlahkan maka total kandungan PAH pada sedimen yang dilantai *graving dock* sebesar 17,283. Dibandingkan dengan hasil sedimen yang diluar area *graving dock* 1,321 ppb, maka sedimen yang berada dilantai *graving dock* mampu menyerap kadar PAH cukup besar dibandingkan sedimen yang berada diluar *graving dock* Hal ini disebabkan karena PAH yang berada diluar *graving dock* lebih banyak diserap oleh air laut dari pada sedimen.

Tabel 7.
 Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Sedimen di lantai dan di luar *Graving Dock* (HMW)

Jenis PAH	(Sampel C) Sedimen dilantai <i>graving dock</i> (ppm)	(Sampel F) Sedimen diluar <i>graving dock</i> (ppm)
Fluorene	2,894	0,052
Pyrene	1,586	0,084
Benzo(a) Anthrasene	1,875	1,134
Chrysene	4,399	0,148
Benzo(b) Fluorene	2,525	1,485
Benzo(A) Pyrene	6,197	1,312
Indeno(123 el) Pyrene	22,800	0,484
Benzo(ghi) Pyrene	t t d	t t d
BghiP	1,996	0,771



Gambar 6.
Hasil Pengujian Kandungan PAH pada Sedimen di lantai dan di luar *graving dock* (HMW)

Kadar PAH (HMW) pada sedimen dilantai *graving dock* kapal sebesar 44,272 ppm, dan diluar *graving dock* kapal 5,470 ppm, ini menunjukkan bahwa kadar PAH yang terserap oleh sedimen dilantai *graving dock* sangat besar dibandingkan yang terserap air laut yang sama-sama dilantai *graving dock*, ini disebabkan sedimen yang berada di *graving dock* sangat banyak, akan tetapi air laut nya relatif sedikit. Hal ini menyebabkan jenis senyawa tersebut telah melebihi ambang batas yang diijinkan yaitu > 4,5 ppm (Fasmi Ahmad, tahun 2012) dan >1,684 (Fitriyanti Jumaetri Sami, Tahun 2009). Sedangkan untuk kadar PAH yang diluar *graving dock* 5,470 > 4,5 dan >1,684 yaitu melebihi nilai ambang batas. Akan tetapi jika dibandingkan dengan hasil monitoring pusat penelitian lembaga oseanografi LIPI kandungan PAH pada sedimen tahun 2011 adalah 78,83 ppb dan tahun 2013 sebesar 17,105 ppb.

SIMPULAN

Jenis PAH hasil pengujian sampel pada air laut terkontaminasi dan sedimen dilantai *graving dock* dan disekitar area perairan galangan kapal, serta di terminal bongkar muat kapal berjumlah 16 jenis yang terdiri dari Naphthalene, Accnaphthylene, 2-Bromonaphthalene, Acenaphthalene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a) Anthracene, Chrysene, Benzo(B) Fluoranthene, Benzo(a) Pyrene, Indeno(123-ed) Pyrene, Benzo(ghi) Pyrene.

Jumlah kandungan PAH yang mempunyai berat molekul ringan (LMW) pada dilantai *graving dock* sebesar 0,543 ppm, dilantai *graving dock* ditambah dispersan 0,653 ppm, diluar *graving dock* 25,191 ppm, diarea pelabuhan bongkar muat yang berjarak sekitar 1 km dari area *graving dock* 3,345 ppm, sedimen dilantai *graving dock* 17,283 ppb dan sedimen diluar *graving dock* 1,321 ppb. Kadar PAH paling besar 25,191 ppb yang berasal dari air laut diluar *graving dock*, ini disebabkan karena pada area tersebut jarak terdekat dengan lantai *graving dock*, yaitu tempat penampungan pada saat kegiatan pembuangan limbah dilantai *graving dock* disamping itu pergerakan tumpahan minyak yang berasal air laut lepas akan berhenti diarea ini.

Sedangkan kandungan PAH yang berasal dari sedimen dilantai *graving dock* menunjukkan 17,283 ppm, ini dikarenakan sedimen tersebut berasal dari kotoran yang menempel pada kapal, sehingga tumpahan minyak yang berasal dari kapal akan terserap oleh sedimen tersebut. Selain itu sedimen tersebut akan menyerap langsung tumpahan minyak pada saat kegiatan reparasi kapal, mengingat sedimen tersebut dapat bersifat sebagai adsorben. Akan tetapi sedimen diluar *graving dock* lebih kecil dari pada di lantai *graving dock* yaitu 1,321 ppm.

Kandungan PAH yang mempunyai berat molekul tinggi untuk ke 6 sampel berturut-turut menunjukkan 3,037ppm; 6,060 ppm; 44,618 ppm; 216,987 ppm; 44,272 ppb; dan 5,470 ppb. Ini menunjukkan bahwa kadar PAH yang berasal dari pelabuhan bongkar muat paling tinggi yaitu 216,987 ppm. Dimana area pelabuhan bongkar muat kapal merupakan terminal yang terdapat banyak kapal bersandar, sehingga berpeluang banyak terjadi tumpahan minyak. Disamping itu

pergerakan limbah air laut yang berasal dari tumpahan minyak ditengah laut dengan adanya ombak maka terjadi penunpukan limbah diarea tersebut. Akan tetapi untuk kandungan PAH yang berasal dari air laut maupun sedimen dari lantai dan diluar *graving dock* kapal semuanya diatas ambang batas yang ditentukan, yaitu > 0.003 untuk air laut dan $> 4,5$ atau 1,684 untuk sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

Dina Augustine, 2008, Akumulasi Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (PAH) Dalam Kearang Hijau (Pernaviridis) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta.

Fasmi Ahmad, 2012, Kandungan Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) di Teluk Jakarta.

Fitriyanti Jumaetri Sami, 2009, Kandungan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) di Wilayah Perairan Teluk Doreri Monokwari.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

Khozanah Munawir, Kadar Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH), Dalam Air, Sedimen dan Sampel Biota DiPerairan Teluk Kerabat-Bangka, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI Received 24 September 2007, Accepted 6 December 2007.

Tinalaniati's Blog, Macam-macam limbah, Postedon June 11, 2010

International Marine Organization, Marine pollution konvensi marpoll 1973/1978.

Robby Sudarman; Muhammad Edihar, Subardin, 2011, Pengolahan Limbah Minyak Bumi.

