

Analisis Pencemaran Hidrokarbon Dari Bahan Bakar Minyak Bensin Terhadap Airtanah Di Sekitar Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum

Indra Surya Aditya Putra

Jurusan Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia

email: indra_suryaa@yahoo.com

Abstrak

Jumlah konsumsi dan penjualan produk bahan bakar minyak di Indonesia cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka pembangunan stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) di kota-kota besar seperti Yogyakarta marak dilakukan. Selain memperbesar dampak resiko terhadap kesehatan dan keselamatan, banyaknya pembangunan SPBU juga beresiko terhadap lingkungan. Kasus kebocoran tangki timbun bahan bakar minyak pernah terjadi pada beberapa SPBU di Wilayah Yogyakarta dan menyebabkan air sumur warga sekitarnya tercemar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pencemaran airtanah oleh senyawa hidrokarbon yang berasal dari bahan bakar minyak bensin (Premium, Pertalite, dan Pertamax) di sekitar SPBU, serta mengembangkan metode yang tepat untuk menganalisis keberadaan pencemar tersebut menggunakan gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Penelitian dilakukan di 4 (empat) SPBU di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Metode penelitian ini adalah dengan membandingkan senyawa hidrokarbon yang muncul pada contoh airtanah, dengan senyawa-senyawa yang terdapat pada larutan pembanding. Larutan pembanding dibuat dari masing-masing produk bahan bakar minyak bensin. Sehingga hasil dapat diketahui bahwa senyawa hidrokarbon yang ada berasal dari jenis bahan bakar apa. Hasil menunjukkan hanya 1 (satu) dari 4 (empat) SPBU yang airtanah nya terdapat senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon tersebut setelah dilakukan analisis tidak memiliki kemiripan dengan jenis bahan bakar bensin.

Kata Kunci : *Airtanah, Hidrokarbon, Bahan Bakar Minyak Bensin, GC/MS*

1. Pendahuluan

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sarana transportasi. Seiring berkembangnya teknologi, sarana transportasi terus mengalami kemajuan. Namun kemajuan sektor transportasi di Indonesia belum diimbangi dengan pengembangan energi terbarukan. Penggunaan bahan bakar fosil atau minyak bumi masih menjadi sumber energi utama yang digunakan hingga saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka pembangunan stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) di kota-kota besar seperti Yogyakarta marak dilakukan. Selain memperbesar dampak resiko terhadap kesehatan dan keselamatan, banyaknya pembangunan SPBU juga beresiko terhadap lingkungan.

Produk bahan bakar minyak yang berasal dari minyak bumi merupakan kontaminan hidrokarbon yang berpotensi menjadi zat pencemar bagi lingkungan. Karena merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang mudah menguap, mudah terbakar, mudah berpindah tempat di lingkungan, dan tergolong bahan berbahaya dan beracun (B3). Seiring dengan penggunaannya yang intensif, maka besar kemungkinan pencemaran tanah dan airtanah oleh bahan bakar minyak dapat terjadi. Salah satu penyebab terbesar terjadinya pencemaran airtanah oleh bahan bakar minyak adalah bocornya tangki timbun (*underground storage tank*) bahan bakar minyak yang terdapat pada SPBU.

Kasus kebocoran tangki timbun bahan bakar minyak pernah terjadi pada beberapa SPBU di Wilayah Yogyakarta. Salah satunya adalah pada tahun 1999 SPBU 44.552.10 yang pernah mengalami kasus kebocoran bahan bakar minyak dari *underground storage tank*, sehingga menyebabkan air sumur warga sekitar tercemar. Karena lokasi SPBU ini berbatasan langsung dengan permukiman padat penduduk yang sebagian besar mengandalkan airtanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Muryani, 2010).

Tidak menutup kemungkinan kasus kebocoran tangki timbun bahan bakar minyak pada SPBU khususnya di Wilayah Yogyakarta dapat terjadi kembali. Mengingat Wilayah Yogyakarta merupakan daerah rawan bencana gempa bumi, sehingga dapat mempengaruhi pergerakan tanah dimana tangki timbun bahan bakar minyak itu diletakan. Upaya perawatan maupun penggantian tangki timbun oleh manajemen SPBU terkait belum menjamin tidak terjadinya kebocoran. Selain itu kasus kebocoran bahan bakar minyak di SPBU yang pernah terjadi sebelumnya, masih memungkinkan adanya zat pencemar tersebut didalam tanah. Sehingga diperlukan kajian yang mendalam untuk mengetahui kualitas airtanah disekitar SPBU.

Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan airtanah di sekitar SPBU, guna mengetahui ada atau tidaknya bahan bakar minyak khususnya bensin (premium, pertalite, dan pertamax) yang mencemarinya.

Dengan dilaksanakannya penelitian ini, maka diharapkan dapat memberikan informasi bagaimana kualitas airtanah di sekitar SPBU, terkait kemungkinan pencemaran oleh senyawa hidrokarbon yang berasal dari produk bahan bakar minyak bensin. Sehingga hasil analisis dapat dipergunakan sebagai rekomendasi bagi pihak SPBU terkait, guna menghindari terjadinya pencemaran airtanah oleh bahan bakar minyak serta dampak yang ditimbulkan.

2. Dasar Teori

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (KEP-02/MENKLH/1988).

Kondisi hidrogeologi secara alami dapat menyebabkan terjadinya pencemaran airtanah. Evaluasi potensi pencemaran airtanah dari suatu sumber pencemar dapat didasarkan oleh 5 (lima) faktor lingkungan fisik. Faktor lingkungan fisik yang dianggap mempengaruhi pencemaran airtanah adalah: Kedalaman muka airtanah; Daya serap di atas muka tanah; Permeabilitas akifer; Kemiringan muka airtanah; Jarak horizontal dari sumber pencemar (Muryani 2010).

Kecepatan dan arah aliran airtanah sangat menentukan kemampuan air dalam melarutkan polutan. Kemampuan airtanah melalui batuan tergantung pada permeabilitas batuan. Berdasarkan hasil penelitian MacDonald and Partners (1984), daerah Yogyakarta memiliki permeabilitas sekitar 5 - 20 m/hari dengan gradient hidrolis sebesar 0,00678 - 0,00758, sehingga kecepatan airtanah berkisar 0,0339 m/hari hingga 0,1516 m/hari.

Secara umum aliran airtanah Daerah Istimewa Yogyakarta menuju ke selatan dan ke sungai yang terdekat. Secara alami, aliran airtanah akan memotong tegak lurus (90^0) kontur airtanah. Hal ini mempunyai arah aliran dari muka airtanah tinggi menuju muka airtanah yang lebih rendah. Daerah Istimewa Yogyakarta termasuk pada Formasi Sleman dan Yogyakarta, yang material tersebut merupakan batuan yang belum mengalami konsolidasi sehingga memiliki nilai permeabilitas yang cukup besar. Makin kearah selatan proporsi material yang berupa lempung makin bertambah besar, sedangkan material pasir makin bertambah kecil. Kemiringan lapisan batuan kurang lebih sama dengan kemiringan permukaan tanahnya, yaitu antara 1 hingga 2 derajat kearah selatan (MacDonald and Partners, 1984).

Wilayah ini terletak pada satuan (unit) bentuk lahan dataran kaki Gunung Api Merapi (*fluvio volcanic foot plain*), yang merupakan dataran yang terbentuk karena proses fluvial. Oleh karena itu, litologi daerah ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas gunungapi tersebut (Setyawan, 2007).

Produk minyak bumi dan minyak bumi adalah campuran yang sangat kompleks yang mengandung terutama hidrokarbon (senyawa yang mengandung molekul atom karbon dan hidrogen), senyawa hetero (senyawa yang mengandung molekul atom karbon dan hidrogen dengan heteroatom seperti

sulfur, nitrogen, atau oksigen), dan konsentrasi yang relatif kecil unsur dari logam. Kompleksitas produk minyak bumi dan minyak bumi meningkat dengan jumlah karbon. Berat material menunjukkan besar jumlah kemungkinan kombinasi atom. Bahan bakar bensin memiliki komponen lebih kecil daripada bahan bakar diesel. Sebagai contoh, hanya ada 75 kombinasi molekul yang mengandung 10 karbon, tetapi ada 366.319 kemungkinan kombinasi untuk molekul yang mengandung 20 karbon (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series, 1998).

Bahan bakar minyak (BBM) adalah bahan bakar yang diproses dari pengilangan minyak bumi maupun minyak yang berasal dari nabati. Pengilangan/penyulingan (*refining*) adalah proses perubahan minyak mentah menjadi produk yang dapat dijual (*marketable product*) melalui kombinasi proses fisika dan kimia (Zuhra, 2003).

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di 4 (empat) lokasi Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Kabupaten Sleman dan Kotamadya Yogyakarta, pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai *screening* potensi pencemaran hidrokarbon pada SPBU di Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY), yang meliputi Kotamadya Yogyakarta dan beberapa Kecamatan di Kabupaten Sleman dan Bantul. Untuk menjaga nama baik pihak SPBU terkait, maka dalam penelitian ini digunakan inisial untuk beberapa SPBU tersebut, diantaranya :

- a. SPBU I, dengan lokasi titik koordinat $110^{\circ}24'23.76''\text{T } 7^{\circ}47'00.87''\text{S}$
- b. SPBU II, dengan lokasi titik koordinat $110^{\circ}22'09.20''\text{T } 7^{\circ}45'36.52''\text{S}$
- c. SPBU III, dengan lokasi titik koordinat $110^{\circ}23'08.83''\text{T } 7^{\circ}48'06.51''\text{S}$
- d. SPBU IV, dengan lokasi titik koordinat $110^{\circ}25'52.29''\text{T } 7^{\circ}42'18.34''\text{S}$

Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi pada keempat lokasi SPBU tersebut guna mendapatkan data lapangan mengenai lingkungan sekitar SPBU. Kemudian menentukan titik pengambilan contoh air tanah. Titik pengambilan contoh air tanah dilakukan pada satu sumur air tanah dangkal milik lingkungan SPBU, dan dua sumur dangkal milik warga disekitar SPBU. Penentuan titik pengambilan berdasarkan arah aliran air tanah pada masing-masing lokasi penelitian.

Teknik pengambilan air mengadaptasi dari SNI 6968.58:2008 mengenai metoda pengambilan air tanah. Pengambilan air tanah dilakukan dengan menggunakan alat yang menyerupai *bailer* (alat

sampling air tanah). Kemudian untuk penyimpanan hingga membawanya untuk dianalisis di laboratorium, dilakukan pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ dengan tidak terpapar sinar matahari dan tidak terjadi aerasi pada air sampel. Hal ini untuk menghindari terlepasnya senyawa hidrokarbon yang ditargetkan karena memiliki sifat volatile.

Sebelum dilakukan analisis menggunakan GC/MS dilakukan persiapan uji yang meliputi ekstraksi, clean-up, dan pemekatan sampel. 600 mL Air sampel diekstrak dalam 60 mL pelarut n-Hexane dengan menggunakan metode *liquid-liquid extraction* (Fátima M. and partners, 2001). Kemudian sampel dilakukan clean-up dengan melewati pada media penyaring yang berupa Na_2SO_4 sebanyak 0,5 gram dan florisol sebanyak 1,5 gram (David F. and Partners, 2011). Selanjutnya dilakukan pemekatan ekstrak hingga memiliki volume 10 mL dengan menggunakan alat rotary evaporator dalam putaran 30 rpm dan temperature 69°C .

Pengembangan metode yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis senyawa hidrokarbon pada contoh air tanah dengan membandingkan pada suatu larutan pembanding. Larutan pembanding I yang dibuat memiliki perlakuan yang sama seperti air tanah yang terkontaminasi masing-masing produk bahan bakar minyak bensin dengan konsentrasi 5% BBM dalam air tanah. Selanjutnya larutan pembanding I dilakukan persiapan uji seperti contoh air tanah untuk selanjutnya dianalisis menggunakan GC/MS. Kemudian Larutan Pembanding II yang merupakan larutan produk bahan bakar minyak bensin (premium, pertalite, dan pertamax) murni 0,5% dalam pelarut n-Hexane.

Metode pengolahan data GC/MS adalah dengan membandingkan senyawa-senyawa yang sama dalam larutan pembanding I dan larutan Pembanding II. Kemudian senyawa-senyawa yang sama dalam kedua larutan pembanding ini dibandingkan kembali dengan senyawa-senyawa yang muncul pada hasil analisis GC/MS di contoh uji air tanah. Untuk melihat kesamaan senyawa tersebut adalah dengan melihat waktu retensi (R_t) yang sama. Kemudian apabila ditemukan senyawa yang sama antara hasil uji contoh air tanah dengan senyawa yang terdapat pada larutan pembanding. Dengan demikian, secara kualitatif dapat dilihat apakah terdapat senyawa hidrokarbon yang berasal dari produk bahan bakar minyak bensin pada contoh air tanah di lokasi penelitian.

GC/MS yang digunakan adalah Shimadzu GCMS-QP2010 SE dengan kolom yang digunakan adalah Rtx-5MS. Dengan Helium digunakan sebagai gas pembawa. Berikut adalah kondisi pengukuran alat GC/MS yang digunakan:

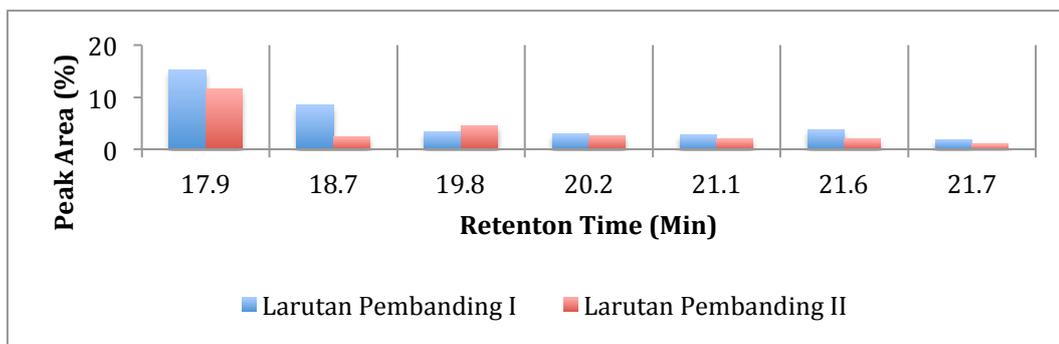
[GC-2010]			[GC Program]		
Column Oven Temp.	:35.0 °C		[GCMS-QP2010 SE]		
Injection Temp.	:200.00 °C		IonSourceTemp	:200.00 °C	
Injection Mode	:Direct		Interface Temp.	:230.00 °C	
Flow Control Mode	:Pressure		Solvent Cut Time	:0.00 min	
Pressure	:25.9 kPa		Detector Gain Mode	:Relative	
Column Flow	:0.73 mL/min		Detector Gain	:0.83 kV +0.00 kV	
Linear Velocity	:30.7 cm/sec		Threshold	:0	
Purge Flow	:3.0 mL/min				
Oven Temp. Program			[MS Table]		
Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)	--Group 1 - Event 1--		
-	35.0	10.00	Start Time	:0.00min	
5.00	60.0	1.00	End Time	:40.00min	
20.00	200.0	17.00	ACQ Mode	:Scan	
< Ready Check Heat Unit >			Event Time	:0.50sec	
Column Oven	: Yes		Scan Speed	: 500	
SPL1	: Yes		Start m/z	:35.00	
MS	: Yes		End m/z	:270.00	
< Ready Check Detector(FID) >			Sample Inlet Unit	:GC	
< Ready Check Baseline Drift >			[MS Program]		
< Ready Check Injection Flow >			Use MS Program	:OFF	
SPL1 Carrier	: Yes				
SPL1 Purge	: Yes				
< Ready Check APC Flow >					
< Ready Check Detector APC Flow >					
External Wait	:No				
Equilibrium Time	:1.0 min				

Gambar 1. Kondisi Pengukuran dan Optimasi Alat GC/MS

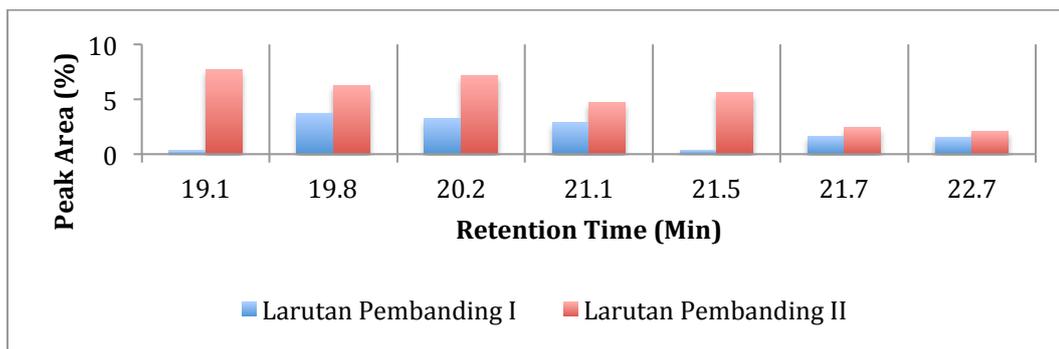
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Larutan Pembanding I dan Larutan Pembanding II

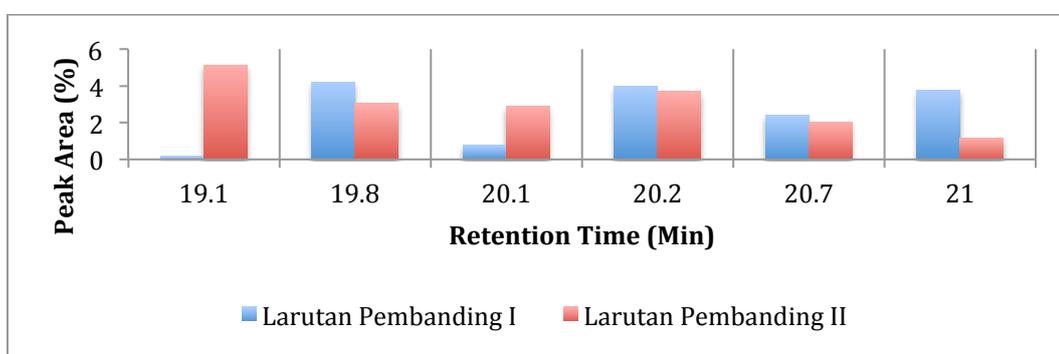
Untuk dapat mengetahui bahwa senyawa hidrokarbon yang muncul dalam hasil pengujian contoh air tanah berasal dari jenis bahan bakar premium, pertalite atau pertamax, diperlukan senyawa-senyawa pembanding terhadap hasil uji contoh air tanah. Senyawa-senyawa pembanding tersebut didapat dari membandingkan larutan pembanding I dengan larutan pembanding II. Dengan membandingkan senyawa-senyawa hidrokarbon yang muncul pada larutan pembanding I, kemudian dikonfirmasi kesamaan senyawa tersebut pada larutan pembanding II, maka didapat beberapa senyawa yang dapat digunakan sebagai pembanding dengan hasil uji contoh air tanah. Membandingkan dengan melihat waktu retensi (r_t) yang sama dari masing-masing *peak* pada larutan pembanding I dan II. Hasil perbandingan Larutan Pembanding I dan II untuk masing-masing produk BBM bensin digambarkan dalam Gambar 2, 3, dan 4 sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Larutan Pembanding I dan II (premium)



Gambar 3. Grafik Perbandingan Larutan Pembanding I dan II (pertalite)

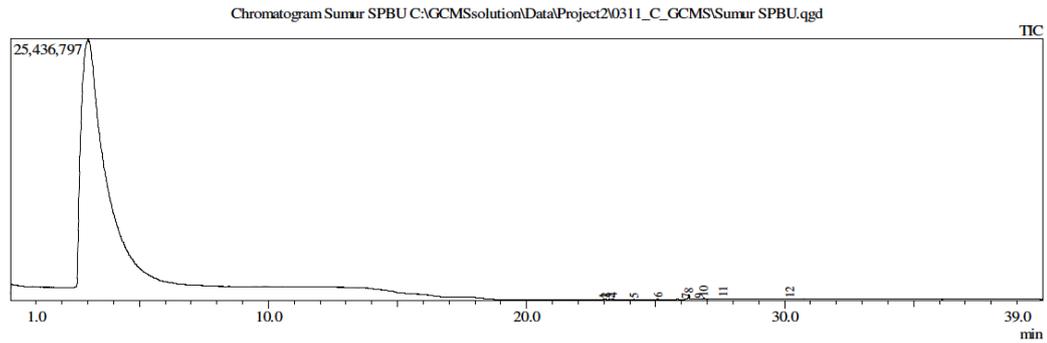


Gambar 4. Grafik Perbandingan Larutan Pembanding I dan II (pertamax)

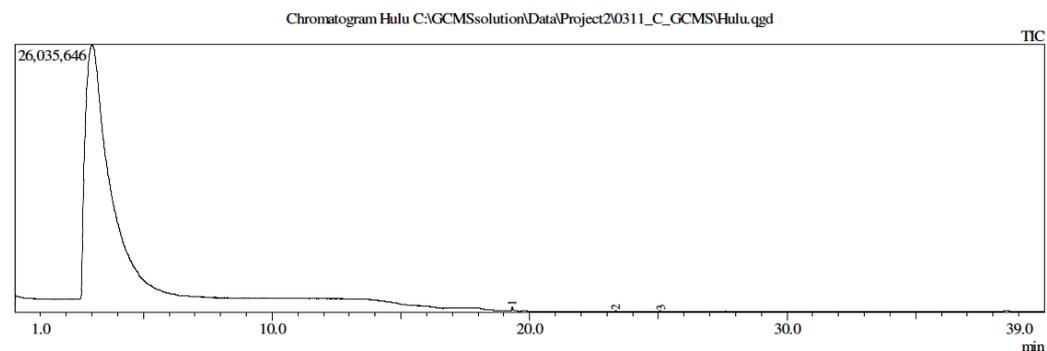
Hasil Analisis Contoh Uji Air Tanah Pada Lokasi Penelitian

Hasil analisis GC/MS pada masing-masing lokasi penelitian menunjukkan bahwa hanya pada lokasi penelitian SPBU I saja yang terdeteksi adanya senyawa hidrokarbon pada contoh air tanah. Pada SPBU II, III, dan IV hasil kromatogram menunjukkan hanya senyawa n-Hexane yang muncul karena merupakan pelarut yang digunakan.

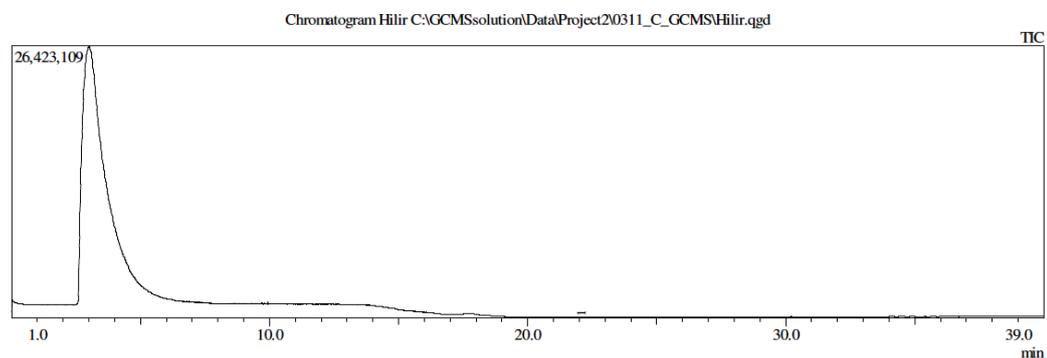
Dari hasil analisis GCMS pada contoh air tanah di lokasi SPBU I, terlihat adanya senyawa yang muncul pada masing-masing sumur. Pada sumur SPBU I dalam rentang waktu retensi 22,975 hingga 30,224 menit, teridentifikasi sejumlah 12 *peak* (diluar *peak* pelarut n-Hexane). Kemudian pada sumur hulu SPBU I dalam rentang waktu retensi 19,329 hingga 25,082 menit, teridentifikasi sejumlah 3 *peak*. Dan pada sumur hilir SPBU I teridentifikasi 1 *peak* pada waktu retensi 22,058 menit.



(a)



(b)

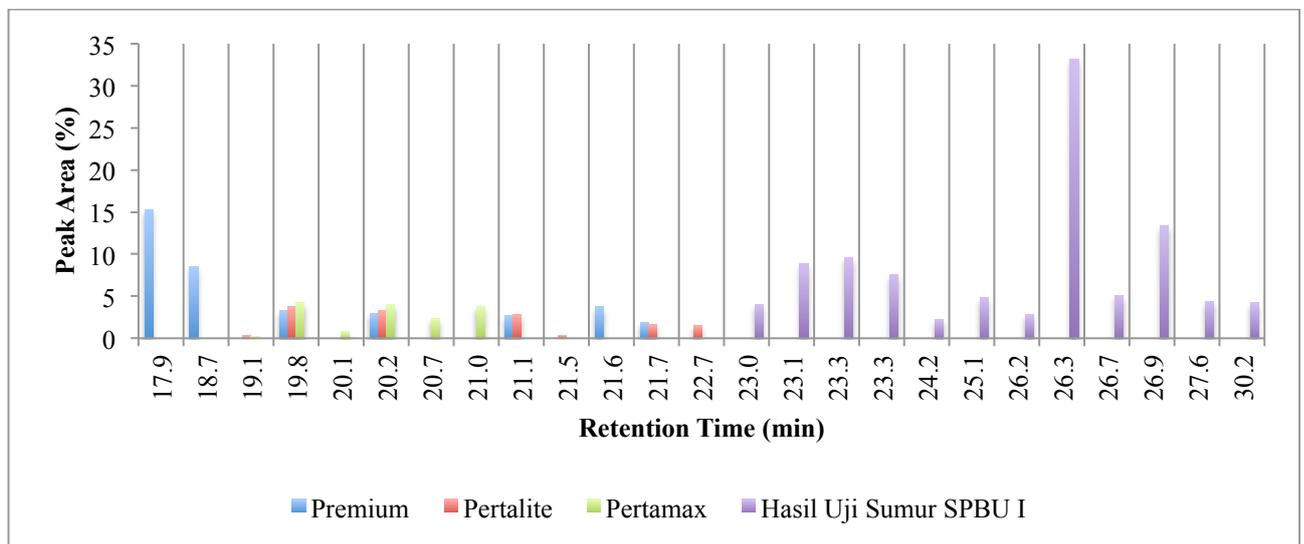


(c)

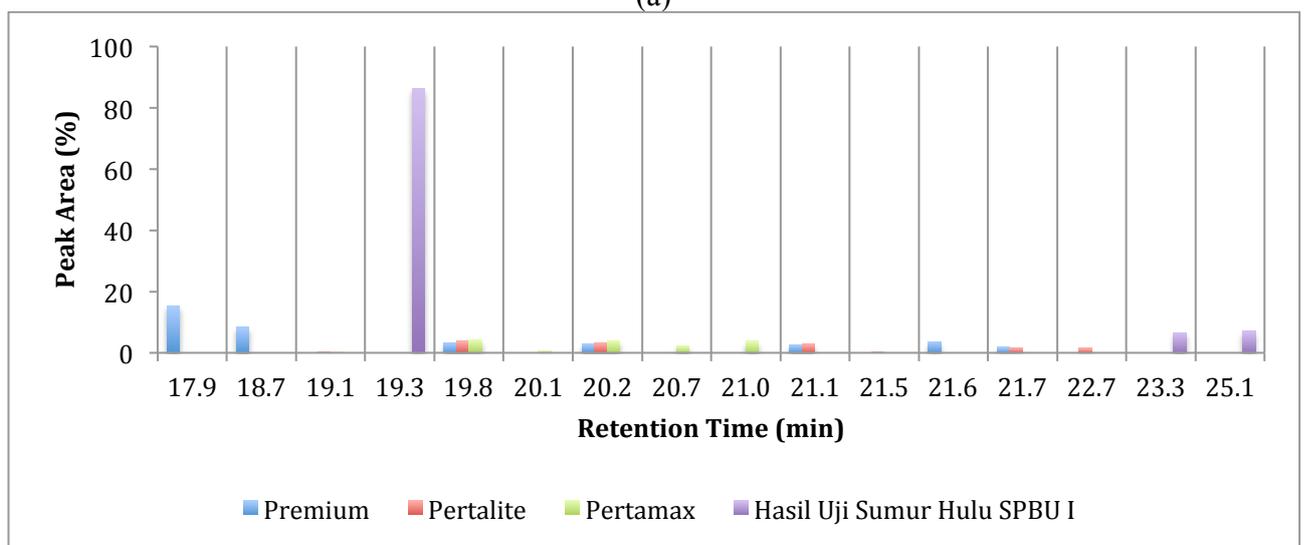
Gambar 4. Kromatogram Hasil Uji Contoh Air Tanah SPBU I (a) Sumur SPBU; (b) Sumur Hulu; (c) Sumur Hilir

Dari hasil pengujian contoh air tanah pada lokasi SPBU I, menunjukkan bahwa contoh air tanahnya mengandung senyawa hidrokarbon. Untuk mengetahui senyawa hidrokarbon ini bersumber dari kegiatan SPBU atau bukan diperlukan pembuktian. Hasil observasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tidak ada kegiatan lain selain operasional SPBU yang berpotensi mencemarkan senyawa hidrokarbon. Sehingga ketika terdapat senyawa hidrokarbon pada air tanah dangkal di lokasi ini, besar kemungkinan itu berasal dari pencemaran bahan bakar minyak dari SPBU.

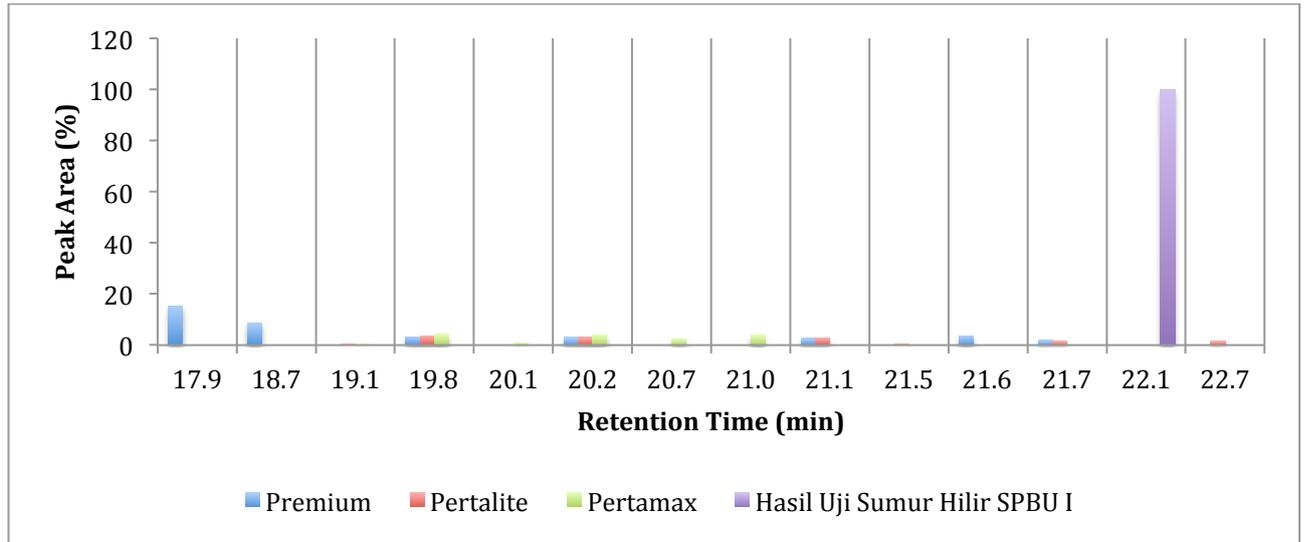
Hasil analisis menunjukkan bahwa senyawa hidrokarbon yang muncul pada contoh air tanah di lokasi SPBU I tidak memiliki kesamaan dengan senyawa hidrokarbon hasil perbandingan larutan pembanding I dan II. Dapat dilihat dengan tidak adanya waktu retensi yang sama pada keduanya. Melainkan senyawa hidrokarbon yang muncul pada hasil uji contoh air tanah memiliki rentang waktu retensi diluar rentang waktu retensi premium, pertalite, dan pertamax. Dapat dimungkinkan bahwa senyawa hidrokarbon yang muncul di contoh air tanah SPBU I berasal dari jenis bahan bakar diesel. Karena bahan bakar minyak diesel memiliki rentang waktu retensi lebih panjang dibandingkan bahan bakar minyak bensin. Perbandingan rentang waktu retensi larutan pembanding dengan hasil uji contoh air tanah dapat dilihat dalam Gambar 5. sebagai berikut:



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Grafik Perbandingan Antara Larutan Pembanding Dengan Hasil Uji Contoh Air Tanah (a) Sumur SPBU I; (b) Sumur Hulu SPBU I; (c) Sumur Hilir SPBU I

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam menganalisis senyawa hidrokarbon dalam contoh air tanah di lokasi penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Metode analisis yang telah dikembangkan mampu untuk menganalisis analisis senyawa hidrokarbon pada contoh air yang berasal dari produk bahan bakar minyak.
- b. Pada lokasi keempat lokasi penelitian, hanya pada lokasi SPBU I yang terdeteksi adanya senyawa hidrokarbon pada contoh air tanahnya. Senyawa hidrokarbon yang terdapat pada contoh air tanah bukan berasal dari bahan bakar minyak bensin.
- c. Pada lokasi SPBU I yang terdeteksi adanya senyawa hidrokarbon, terbukti bahwa senyawa hidrokarbon tersebut berasal dari kegiatan SPBU. Karena hasil analisis senyawa hidrokarbon yang muncul memiliki kesamaan karakteristik dengan bahan bakar minyak produk solar. Serta didukung oleh data observasi dan riwayat SPBU tersebut.

Daftar Pustaka

- Cut Fatimah Zuhra. 2003. *Penyulingan, Pemrosesan dan Penggunaan Minyak Bumi*. Universitas Sumatra Utara Digital Library.
- Debra H. Thomas and Joseph J. Delfino. 1991. A Gas Chromatographic/ Chemical Indicator Approach to Assessing Groundwater Contamination by Petroleum Products. *Groundwater Monitoring and Remediation*. Westerville, Ohio. Page 90-100.
- Eni Muryani. 2010. Faktor Lingkungan Fisik yang Paling Berpengaruh Terhadap Potensi Pencemaran Benzena pada Air Tanah di Sekitar SPBU 44.552.10 Yogyakarta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. **Volume 2**. Nomor 1 Januari 2010. Halaman 55-64.
- Frank David, Karine Jacq, and Bart Tienpont. 2011. Automated Clean-up for Mineral Oil (Hydrocarbon Oil Index) Analysis using the Agilent 7696A Sample Prep WorkBench. Agilent Technologies Publication 5990-9163EN USA.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 1988. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor KEP-02/MENKLH/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Jakarta.
- MacDonald dan Partners. 1984. Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study. **Volume 3: Groundwater**. Yogyakarta : Directorate General of Water Resources Development, Groundwater Development Project (P2AT).
- Maria de Fátima G. M., Irene T. G., Adely Cristiane H. K., Carlos E. F. da Silva. 2001. Hydrocarbon in Groundwater Samples of Araucaria Ecosystem Following a Crude Oil Spill. *First International Congress on Petroleum Contaminated Soils, Sediments and Water*. Held August 14-17, 2001. Page 181-192.
- Purnama Setyawan. 2007. Model Pencemaran Air Tanah Di Kota Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*. **Volume 21**. Nomor 2 September 2007. Halaman 123-145.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. *SNI 6989.58 Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah*. Badan Standarisasi Nasional.
- Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. 1998. *Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media*. Amherst Scientific Publishers.