

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini, dikemukakan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis pencemaran BBM Diesel terhadap kualitas airtanah. Proses analisisnya meliputi 2 (dua) tahapan umum yaitu penelitian di lapangan dan laboratorium, yang juga terbagi lagi dari masing-masing tahapan tersebut menjadi tahapan khusus berupa observasi lingkungan, *sampling* airtanah serta preparasi sampel airtanah. Kemudian ketika sampel airtanah telah melewati seluruh tahapan preparasi di laboratorium, maka selanjutnya dapat dianalisis menggunakan GC-MS.

#### 4.1. Penelitian di Lapangan

Penelitian di lapangan yang telah dilaksanakan yaitu berupa observasi lingkungan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan di lapangan. Observasi lingkungan ini dilakukan melalui pengukuran titik *sampling* serta wawancara dengan warga atau tokoh masyarakat yang mengetahui beberapa hal di sekitarnya. Hal-hal yang ditanyakan diantaranya tahun pembuatan sumur, kegiatan di sekitar sumur, juga peruntukan penggunaan sumur. Kemudian, hal-hal tersebut dicatat ke dalam lembar observasi sebagai data pendukung dalam analisis pencemaran airtanah oleh BBM Diesel.

Berikut hasil observasi di 4 (empat) SPBU yang dikunjungi dengan waktu pengambilan sampel seperti tercantum pada Tabel 4.1. di bawah ini :

**Tabel 4.1.** Waktu pengambilan sampel di lapangan

No.	Lokasi	Tanggal	Pukul	Kondisi Cuaca
1	SPBU A	02 Juni 2016	13.30 WIB	Cerah
2	SPBU B	07 Juni 2016	15.00 WIB	Cerah
3	SPBU C	14 Juni 2016	10.55 WIB	Cerah
4	SPBU D	10 Juni 2016	11.27 WIB	Cerah

Sumber : observasi lapangan

#### 4.1.1. Hasil Observasi SPBU A

Hasil observasi lingkungan di ketiga sumur di SPBU A terdapat beberapa hal penting untuk diperhatikan seperti berikut :

1. Sumur 1A merupakan sumur gali tertutup.
2. Letak sumur 2A berdampingan dengan tangki penyimpanan bahan bakar SPBU berjarak  $\pm 1$  meter.
3. Sumur 2A dan 3A merupakan sumur gali terbuka. Untuk sumur 2A tidak memiliki penutup sumur dan masih menggunakan timbaan, sedangkan untuk sumur 3A memiliki penutup yang hanya terbuat dari seng.
4. Di sumur 3A terdapat sampah-sampah bekas peralatan mandi (botol *shampoo*, sabun, dan plastik-plastik).

Data hasil pengamatan dan pengukuran terhadap sumur 1A, 2A dan 3A disajikan dalam Tabel 4.2.sebagai berikut :

**Tabel 4.2.** Data Lapangan SPBU A

	Sumur 1A	Sumur 2A	Sumur 3A
<b>Koordinat</b>	110°24'23.76''T 7°47'00.87''S	110°24'23.9''T 7°47'01.8''S	110°24'23.4''T 7°47'02.9''S
<b>Elevasi Tanah</b>	128 mdpl	134 mdpl	143 mdpl
<b>Jenis Sumur</b>	Gali	Gali	Gali
<b>Konstruksi</b>	<i>Casing</i> Pipa	Buis Beton	Buis Beton
<b>Tahun Pembuatan</b>	2011	2013	1990
<b>Jarak dari SPBU</b>	0 meter	$\pm 2$ meter	$\pm 20$ meter
<b>Ukuran Sumur (meter)</b>			
<b>H</b>	n/a	7	6
<b>h</b>	0	0.6	0.6
<b>p</b>	n/a	5.5	5
<b>D</b>	0.2	0.8	0.8

Dari data-data tersebut, dapat dilihat bahwa sumur 1A merupakan sumur SPBU yang letaknya persis berdampingan dengan *UST* BBM. Jadi sumur 1A merupakan sumur paling rentan terhadap kebocoran atau resapan BBM Diesel dalam tanah. Begitu juga untuk letak sumur 2A memiliki jarak  $\pm 2$  meter yang hanya dibatasi oleh sekat berupa dinding dengan tangki penyimpanan BBM. Sehingga berdasarkan pengamatan, sumur 2A merupakan sumur dengan tingkat kemungkinan paling tinggi kedua setelah sumur 1A yang dapat menimbulkan pencemaran airtanah. Hasil wawancara diperoleh bahwa, SPBU A pernah memiliki riwayat kebocoran *UST*. Jadi, sangat memungkinkan sisa kebocoran tersebut sulit terurai di dalam tanah. Padahal menurut Marsono dalam penelitiannya tahun 2009 jarak sumber pencemar dengan sumur gali yang ideal harus mencapai  $\pm 11$  meter.



a.



b.



c.

**Gambar 4.1.** Sumur SPBU A (a. Sumur 1A; b. Sumur 2A; Sumur 3A).

#### 4.1.2. Hasil Observasi SPBU B

Pada sumur-sumur di SPBU B beberapa hal yang penting untuk diperhatikan sebagai berikut :

1. Di sumur 1B kondisi fisik air keruh berwarna kekuningan.
2. Sumur 1 B merupakan sumur gali tertutup.
3. Sumur 2B dan 3B merupakan sumur gali terbuka yang memiliki penutup terbuat dari semen. Kedua sumur tersebut tidak menggunakan timbaan, air hanya di pompa kan ke rumah-rumah warga untuk keperluan air bersih.

Untuk mengetahui hasil observasi lingkungan pada lokasi SPBU B, maka hasilnya disajikan dalam Tabel 4.3.sebagai berikut :

**Tabel 4.3.** Data Lapangan SPBU B

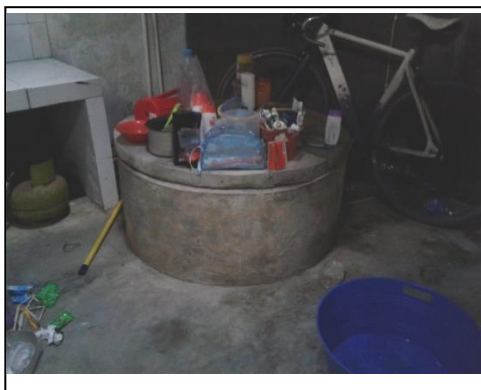
	<b>Sumur 1B</b>	<b>Sumur 2B</b>	<b>Sumur 3B</b>
<b>Koordinat</b>	110°22'09.20''T 7°45'36.52''S	110°22'07.4''T 7°45'37.2''S	110°22'07.7''T 7°45'38.1''S
<b>Elevasi Tanah</b>	146 mdpl	157 mdpl	162 mdpl
<b>Jenis Sumur</b>	Gali	Gali	Gali
<b>Konstruksi</b>	<i>Casing</i> Pipa	Buis Beton	Buis Beton
<b>Tahun Pembuatan</b>	2008	2014	2012
<b>Jarak dari SPBU</b>	0 meter	± 15 meter	± 25 meter
<b>Ukuran Sumur (meter)</b>			
<b>H</b>	17	8.55	8.41
<b>h</b>	0	0.67	0.87
<b>p</b>	n/a	6.56	6.8
<b>D</b>	0.2	0.8	0.8

Sumber : observasi lapangan

Pada lokasi SPBU B terdapat 3 (tiga) sumur dengan jenis dan konstruksi yang sama, yaitu jenis sumur gali dengan konstruksi buis beton. Kemudian, tingkat elevasi tanah dimulai dari sumur 1B hingga 3B memiliki kenaikan elevasi. Sehingga dapat diasumsikan, bahwa jika terdapat rembesan dari *UST* di dalam tanah, kemungkinan kecil air dapat mengalir mengikuti elevasi tanah. Sumur 1B merupakan sumur gali tertutup, sedangkan untuk sumur 2B dan 3B merupakan sumur gali terbuka. Pada lokasi SPBU B juga belum pernah memiliki riwayat kebocoran, tetapi berdasarkan informasi dari warga menyatakan bahwa tidak pernah mengalami keluhan terhadap air sumur yang mereka gunakan. Namun hanya saja, setiap pengisian tangki BBM akan menimbulkan bau itu sendiri.



a.



b.



c.

**Gambar 4.2.** Sumur SPBU B (a. Sumur 1B; b. Sumur 2B; Sumur3C)

Sumber gambar : Observasi lapangan.

### 4.1.3. Hasil Observasi SPBU C

Pada sumur-sumur SPBU C memiliki beberapa hal yang penting untuk diperhatikan seperti berikut :

1. Sumur 1C merupakan sumur gali tertutup.
2. Sumur 2C berdekatan dengan kegiatan dapur pada jarak  $\pm$  1 meter.
3. Sumur 2C dan 3C merupakan sumur gali terbuka. Untuk sumur 2C tidak memiliki penutup sumur dan masih menggunakan timbaan, sedangkan untuk sumur 3C memiliki penutup yang hanya terbuat dari seng dan juga menggunakan timbaan untuk keperluan air bersih.

Untuk mengetahui hasil observasi lingkungan pada lokasi SPBU B, maka hasilnya disajikan dalam Tabel 4.4.sebagai berikut :

**Tabel 4.4.** Data Lapangan SPBU C

	Sumur 1C	Sumur 2C	Sumur 3C
<b>Koordinat</b>	110°23'07.70''T 7°48'05.72''S	110°23'08.87''T 7°48'7.77''S	110°23'08.80''T 7°48'09.0''S
<b>Elevasi Tanah</b>	110 mdpl	108 mdpl	124mdpl
<b>Jenis Sumur</b>	Bor	Gali	Gali
<b>Konstruksi</b>	Buis Beton	Buis Beton	Buis Beton
<b>Tahun Pembuatan</b>	n/a	2006	1990
<b>Jarak dari SPBU</b>	<b>0 meter</b>	$\pm$ 30 meter	$\pm$ 40 meter
<b>Ukuran Sumur (meter)</b>			
<b>H</b>	n/a	6.68	4.69
<b>h</b>	n/a	0.62	0.73
<b>p</b>	n/a	3.57	3.57
<b>D</b>	0.80	0.80	0.80

Sumber : observasi lapangan

Setiap sumur di SPBU C memiliki konstruksi yang sama yaitu buis beton, tetapi untuk sumur 1C jenis sumurnya yaitu sumur bor. Sedangkan untuk sumur 2C dan 3C jenis sumurnya yaitu sumur gali yang secara berurutan tidak memiliki penutup dan memiliki penutup yang berasal hanya dari seng. Sehingga berdasarkan pengamatan langsung, kemungkinan besar akan terkontaminasi oleh partikel-partikel atau bahan pengotor yang berasal dari luar sumur, sehingga dapat masuk ke dalam sumur lalu mengurangi kualitas air tersebut.



a.



b.



c.

**Gambar 4.3.** Sumur SPBU C (a. Sumur 1C; b. Sumur 2C; Sumur 3C).  
Sumber gambar : Observasi lapangan

#### 4.1.4. Hasil Observasi SPBU D

Pada sumur SPBU D memiliki beberapa hal yang penting untuk diperhatikan seperti berikut :

1. Sumur 1D merupakan sumur gali tertutup dan berdekatan dengan toilet umum.

Untuk mengetahui hasil observasi lingkungan pada lokasi SPBU B, maka hasilnya disajikan dalam Tabel 4.3.sebagai berikut :

**Tabel 4.5.** Data Lapangan SPBU D

	<b>Sumur 1B</b>
<b>Koordinat</b>	110°25'52.29"T 7°42'18.34"S
<b>Elevasi Tanah</b>	281 mdpl
<b>Jenis Sumur</b>	Bor
<b>Konstruksi</b>	Beton
<b>Umur Sumur</b>	2006
<b>Jarak dari SPBU</b>	0 meter
<b>Ukuran Sumur (meter)</b>	
<b>H</b>	<b>n/a</b>
<b>H</b>	<b>0</b>
<b>P</b>	<b>n/a</b>
<b>D</b>	0.8

Sumber : observasi lapangan

Keterangan :

Sumur 1X = Sumur SPBU      H = kedalaman sumur      D = diameter sumur

Sumur 2X = Sumur Hulu      p = muka airtanah

Sumur 3X = Sumur Hilir      h = tinggi sumur



Pada lokasi SPBU D hanya ditentukan 1 (satu) titik *sampling*, dikarenakan kurangnya pemukiman warga dan jika kondisinya seperti itu, sulit menentukan sebaran pencemarnya. Oleh karena itu, 1 (satu) titik *sampling*nya dipilih pada sumur SPBU D sebagai patokan atau acuan yang terdekat dengan *UST* BBM. Jadi, selanjutnya sampel airtanah di sumur 1D akan di analisis dengan GC-MS, apakah terdapat bahan pencemar atau tidak.



**Gambar 4.4.**Sumur SPBU 1D

Sumber gambar : Observasi lapangan

#### **4.2. Penelitian di Laboratorium**

Setelah observasi lingkungan dilakukan, kegiatan lain berikutnya yaitu *sampling* airtanah dari masing-masing titik lokasi yang telah ditentukan dan kemudian dibawa ke laboratorium, untuk dilakukan persiapan sampel lalu dianalisis dengan GC-MS. Persiapan sampel dilakukan melalui tahapan-tahapan yang telah ditentukan berdasarkan pengembangan metode penelitian yang sebelumnya sudah dijelaskan pada BAB III. Setelah itu, sampel airtanah akan dianalisis oleh GC-MS, sehingga dapat diketahui airtanah pada setiap lokasi *sampling* terkena bahan pencemar atau tidak. Sedangkan kondisi pengukuran GC-MS telah dipilih dan ditentukan berdasarkan referensi dari beberapa jurnal internasional yang berkaitan dengan analisis hidrokarbon serta dilakukan *trial and error*. Sehingga didapatkan kondisi pengukuran GC-MS yang paling cocok untuk analisis senyawa hidrokarbon.

Analisis dengan GC-MS memiliki keunggulan, karena senyawa/komponen yang tidak diketahui jenisnya di dalam suatu sampel larutan, akan dapat diketahui. Hal ini karena GC-MS dilengkapi dengan ratusan bahkan ribuan senyawa sebagai *library*. Sehingga senyawa apapun akan dapat teridentifikasi oleh GC-MS. Oleh karena itu, analisis dengan GC-MS merupakan analisis secara kualitatif.

Data yang dihasilkan dari analisis dengan menggunakan GC-MS akan ditampilkan salah satunya dalam bentuk gambar yang berisi puncak-puncak yang dikenal dengan kromatogram. Puncak-puncak tersebut menunjukkan sebagai komponen/senyawa yang teridentifikasi pada waktu retensi (rt) tertentu. Waktu retensi yaitu waktu yang dibutuhkan oleh molekul komponen (senyawa) untuk melintasi suatu kolom. Cara yang paling sederhana untuk mengidentifikasi *peak* GC adalah membandingkan waktu retensi (rt) analit dengan waktu retensi (rt) standar atau larutan kerja. Untuk mendapatkan rt larutan kerja dapat dilakukan percobaan GC untuk senyawa yang diketahui (melewati tahapan preparasi yang sudah ditentukan). Kemudian rtnya dibandingkan dengan rt analit. Bila kedua rt (standard dan analit) tersebut sesuai, maka dapat diidentifikasi tiap puncak pada kromatogramnya (Hendayana, 2006).

Selain puncak dan retensi waktu, di dalam kromatogram juga akan terlihat persen ( % ) area senyawa. Persen area ini bukan perhitungan nyata secara kuantitatif, hanya menunjukkan besar atau tidaknya konsentrasi senyawa dalam sampel berdasarkan area yang terukur. Sedangkan fungsi dari MS yaitu untuk mengetahui komponen dan gambaran spektrum pada puncak yang akan diidentifikasi.

#### **4.2.1. Hasil Analisis Larutan Kerja**

Seperti telah dijelaskan pada bagian paragraf di atas, kegiatan di laboratorium adalah preparasi sampel airtanah, dengan tujuan untuk dapat dianalisis menggunakan GC-MS. Untuk mengetahui kandungan senyawa dalam suatu larutan secara pasti, dapat digunakan larutan standar murni. Namun, pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu tidak adanya larutan standar tersebut. Sehingga dilakukan

pembuatan larutan kerja dimana larutan tersebut akan digunakan sebagai larutan pembanding. Larutan kerja dibuat dengan bahan yang tersedia di SPBU yaitu Biosolar dan DEX, lalu dilarutkan dalam salah satu air sumur warga dari Kecamatan Ngaglik. Kedua bahan ini dibuat dalam 2 (dua) buah larutan kerja. Dengan membandingkan hasil analisis GC-MS antara larutan kerja dengan sampel air sumur. Sehingga ketika sampel airtanah telah dianalisis, bukan hanya tahu senyawa-senyawa apa saja yang terkandung tetapi juga dapat mengetahui serta ditentukan sumbernya berasal dari BBM Diesel atau *Non Diesel*.

Oleh karena itu, larutan kerja dibuat dan dikondisikan sama dengan persiapan sampel airtanah dengan tahapan dari mulai pelarutan sampai diinjeksikan ke GC-MS. Perbedaan persiapan larutan kerja dan sampel airtanah yaitu larutan kerja dibuat dalam konsentrasi dan matriks tertentu. Berdasarkan beberapa referensi jurnal mengenai penelitian ini, GC-MS memiliki keterbatasan dalam mendeteksi senyawa hidrokarbon karena ditakutkan jika konsentrasi larutannya terlalu tinggi akan merusak salah satu instrument GC-MS. Sehingga sebelum menginjeksikan larutan, dilakukan *trial and error* dalam pemilihan konsentrasi larutan kerja. Pembuatan larutan kerja dimulai dengan konsentrasi terendah 0.5%, 1% dan tertinggi 5%. Pembuatan larutan kerja dibuat dengan konsentrasi 0.5% dari BBM Biosolar dan DEX dalam matriks heksan sedangkan konsentrasi 1% dan 5% dalam matriks air sumur.

Hasil analisis dengan larutan kerja 1%, menghasilkan kromatogram disertai matriks pengganggu/kontaminan dimana kemungkinan komponen tersebut berasal dari air sumur yang digunakan. Sehingga, selain puncaknya rendah, senyawa yang seharusnya dapat teridentifikasi oleh GC-MS juga menjadi sulit terbaca. Untuk memudahkan identifikasi puncak pada kromatogramnya maka digunakan larutan kerja dengan konsentrasi 5%. Pada konsentrasi 5%, puncak kromatogramnya lebih terlihat dibandingkan dengan konsentrasi 1%.



Berdasarkan kromatogram kedua larutan kerja diatas, untuk memudahkan pengolahan data maka identifikasi senyawa dilakukan dengan cara pemilihan 10 (sepuluh) *peak* area tertinggi. Tinggi rendahnya puncak area (%) menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi senyawa yang teridentifikasi. Semakin tinggi puncak, maka konsentrasi senyawa semakin tinggi. Begitu pun sebaliknya, semakin rendah puncak maka konsentrasi senyawa juga rendah. Hasil pemilihan 10 puncak area (%) tertinggi larutan kerja baik Biosolar maupun DEX konsentrasi 5% ditampilkan pada Tabel 4.6. berikut :

**Tabel 4.6.** Identifikasi senyawa pada Biosolar 5%

No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 7	19.561	3.76
2	Puncak 15	21.308	4.32
3	Puncak 17	21.73	6.43
4	Puncak 20	22.417	6.75
5	Puncak 21	22.685	12.14
6	Puncak 25	23.305	3.67
7	Puncak 26	23.595	9.59
8	Puncak 27	24.102	8.9
9	Puncak 28	24.358	4.44
10	Puncak 29	24.476	6.95

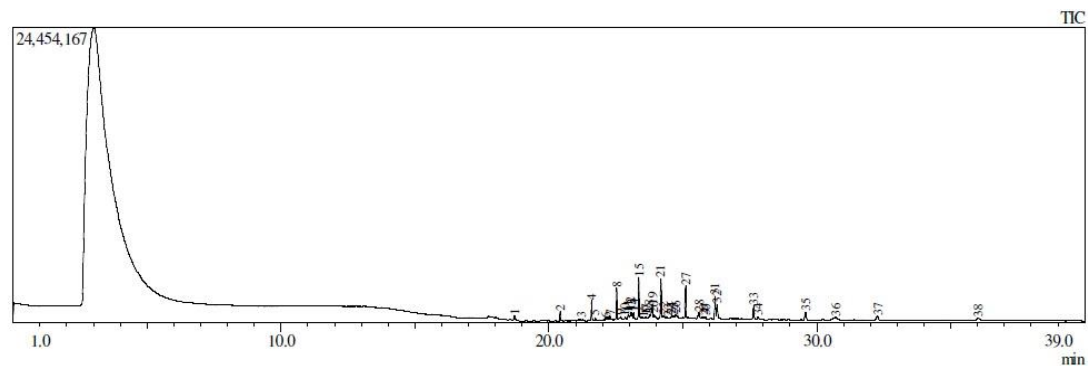
Sumber : analisis GC-MS

**Tabel 4.7.** Identifikasi senyawa pada DEX 5%

No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 8	18.82	5.12
2	Puncak 18	20.543	6.46
3	Puncak 25	21.712	10.61
4	Puncak 27	22.3	4.12
5	Puncak 28	22.447	4.64
6	Puncak 29	22.724	9.49
7	Puncak 31	23.14	3.75
8	Puncak 34	23.57	8.42
9	Puncak 36	24.064	7.55
10	Puncak 37	24.427	6.07

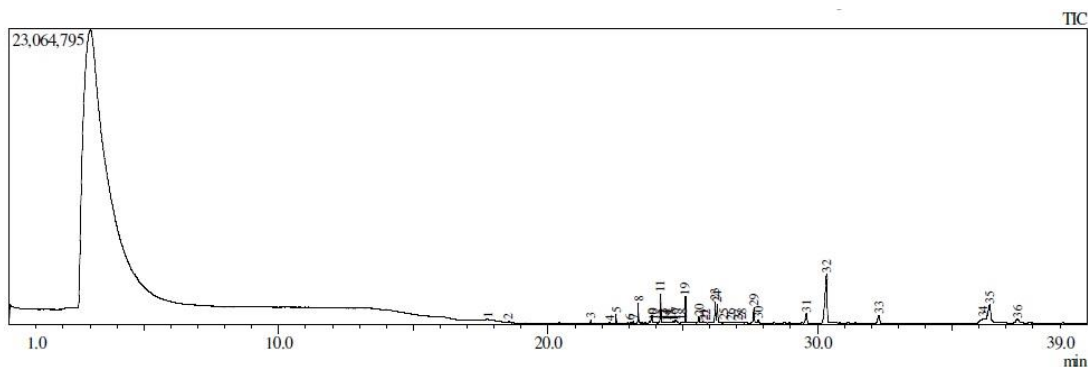
Sumber : analisis GC-MS

Setelah mendapatkan hasil analisis larutan kerja pada konsentrasi 5% dalam matriks air sumur, maka selanjutnya menganalisis larutan kerja pada konsentrasi 0.5% dalam matriks n-heksan dengan tujuan untuk membandingkan pengaruh kondisi matriks yang berbeda pada senyawa hidrokarbon. Berikut Gambar 4.7. dan 4.8. kromatogram larutan kerja konsentrasi 0.5% :



**Gambar 4.7.** Kromatogram larutan kerja Biosolar 0.5%

Sumber : analisis GC-MS



**Gambar 4.8.** Kromatogram larutan kerja DEX 0.5%

Sumber : analisis GC-MS

Pada kromatogram larutan kerja Biosolar dan DEX 0.5%, dapat dilihat bahwa rt Biosolar muncul pada waktu ke 17.748-37.418 menit dan rt DEX muncul pada waktu ke 18.715-36.036 menit yang artinya rt Biosolar 0.5% lebih lama dibandingkan dengan DEX 0.5%, karena berdasarkan pengamatan Biosolar 0.5% menghasilkan senyawa yang lebih banyak dibandingkan dengan DEX 0.5%.

Berdasarkan kromatogram kedua larutan kerja 0.5% diatas, untuk memudahkan pengolahan data maka juga dilakukan identifikasi senyawa dengan cara pemilihan 10 (sepuluh) *peak* area tertinggi. Hasil pemilihan 10 puncak area (%) tertinggi larutan kerja baik Biosolar maupun DEX konsentrasi 0.5% ditampilkan pada Tabel 4.8. dan 4.9. berikut dibawah ini :

**Tabel 4.8.** Identifikasi puncak pada Biosolar 0.5%

No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 11	24.177	5.35
2	Puncak 19	25.096	5.24
3	Puncak 23	26.208	4.72
4	Puncak 24	26.284	4.42
5	Puncak 29	27.641	4.36
6	Puncak 31	29.588	3.86
7	Puncak 32	30.346	26.89
8	Puncak 33	32.276	3.85
9	Puncak 34	36.145	4.73
10	Puncak 35	36.387	13.57

Sumber : analisis GC-MS

**Tabel 4.9.** Identifikasi puncak pada DEX 0.5%

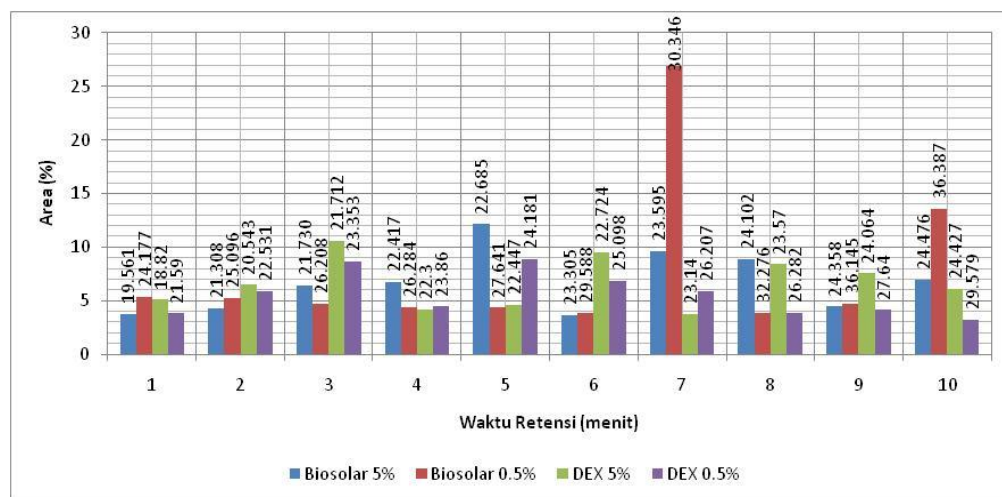
No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 4	21.59	3.85
2	Puncak 8	22.531	5.92
3	Puncak 15	23.353	8.65
4	Puncak 19	23.86	4.44
5	Puncak 21	24.181	8.84
6	Puncak 27	25.098	6.84
7	Puncak 31	26.207	5.91
8	Puncak 32	26.282	3.87
9	Puncak 33	27.64	4.12
10	Puncak 35	29.579	3.22

Sumber : analisis GC-MS

Kemudian, setelah menganalisis masing-masing larutan kerja Biosolar dan DEX pada konsentrasi 5% dan 0.5% maka selanjutnya membandingkan kedua

larutan kerja tersebut dengan tujuan untuk mengetahui kondisi senyawa hidrokarbon pada matriks air sumur dan heksan. Waktu retensi (rt) yang dihasilkan dari masing-masing larutan kerja konsentrasi 5% dan 0.5% menunjukkan bahwa larutan kerja 5% dalam air sumur memiliki rt lebih pendek dibandingkan dengan larutan kerja 0.5% karena pengaturan pengukurannya mengikuti analisis untuk produk *Non-Diesel Fuels* sehingga ketika kondisi pengukurannya digunakan untuk produk *Diesel Fuels* maka rt nya tidak akan selesai sampai semua senyawa dugaan teridentifikasi. Selain itu, air sumur merupakan jenis airtanah yang bersifat polar. Jadi, ketika senyawa hidrokarbon yang bersifat non-polar dilarutkan dalam air yang bersifat polar, maka pengikatan terhadap senyawa tersebut akan rendah atau tidak maksimal. Berbeda dengan heksan yang merupakan pelarut dengan sifat non-polar, ketika dilarutkan dengan senyawa yang sama-sama bersifat non-polar maka tingkat pengikatannya akan lebih tinggi atau maksimal.

Untuk memudahkan pengamatan data, maka perbandingan antara kondisi Biosolar dan DEX dalam matriks yang berbeda ditampilkan pada Gambar 4.9. berikut ini :



**Gambar 4.9.** Perbandingan Larutan Kerja 5% dan 0.5%  
Sumber : analisis GC-MS



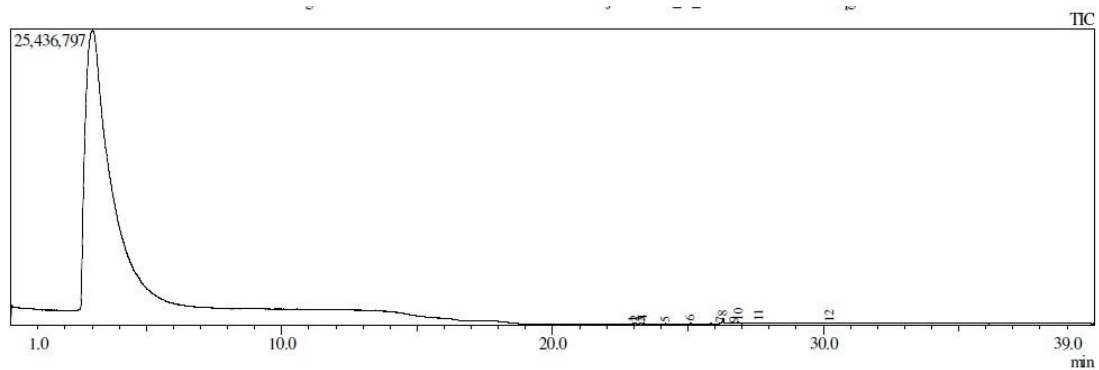
Analisis larutan kerja konsentrasi 0.5% menghasilkan senyawa-senyawa yang teridentifikasi lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi 5%. Dengan melihat pada 10 data puncak area tertinggi larutan kerja, Biosolar 0.5% pada puncak ke 32 rt 30.346 menit memiliki puncak area 26.89 % yang artinya menunjukkan puncak area lebih besar dibandingkan dengan Biosolar 5% dimana rt Biosolar 5% sudah selesai terbaca pada Rt 24.476 menit. Sama halnya dengan larutan kerja DEX 0.5% pada puncak ke 21 rt 24.181 menit memiliki puncak area 8.84% yang artinya menunjukkan puncak area lebih besar dibandingkan dengan DEX 5% pada rt 24.427 menit dan 6.07%. Jadi, hal tersebut membuktikan bahwa senyawa hidrokarbon dalam matriks heksan terikat lebih maksimal dibandingkan dalam air sumur, sehingga puncak area (%) yang menunjukkan jumlah konsentrasi akan lebih tinggi juga. Sedangkan, jika dilihat dari sisi rt maka besar kemungkinan larutan kerja konsentrasi 5% akan lebih panjang/lama dibandingkan dengan konsentrasi 0.5% karena komponen dalam air sumur lebih banyak dibandingkan dengan heksan murni.

Sehingga, berdasarkan analisis larutan kerja tersebut maka larutan kerja yang digunakan sebagai larutan pembanding untuk menentukan sumber pencemaran pada sampel airtanah yaitu larutan kerja dengan konsentrasi 0.5%. Pemilihan ini dilakukan karena senyawa dugaan yang teridentifikasi pada larutan kerja 0.5% juga lebih mendekati dengan senyawa-senyawa yang terkandung dalam Biosolar murni, oleh karena itu besar kemungkinan terdapat rt yang sesuai atau sama saat dibandingkan dengan sampel.

#### **4.2.2. Hasil Analisis Sampel SPBU A**

Masing-masing sampel sumur (Sumur 1A, Sumur 2A dan Sumur 3A) yang telah melewati tahapan persiapan sampel, selanjutnya di analisis oleh GC-MS. Hasil dari analisis GC-MS menunjukkan bahwa dari masing-masing sumur terdapat bahan pencemar. Sumur 1A memiliki kemunculan waktu retensi (rt) pada waktu 22.975 – 30.244 menit dimana dalam *range* waktu tersebut dapat diketahui sumber pencemarnya melalui perbandingan dan pengamatan rt serta puncak area (%) dengan

larutan kerja konsentrasi 0.5%. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10. dibawah ini:



**Gambar 4.10.**Kromatogram Sampel Sumur 1A  
Sumber : analisis GC-MS

Berdasarkan kromatogram sampel sumur 1A diatas, untuk memudahkan pengolahan data maka juga dilakukan identifikasi senyawa dengan cara pemilihan 10 (sepuluh) *peak* area tertinggi, lalu membandingkannya dengan 10 puncak area tertinggi pada larutan kerja 0.5%. Hasil pemilihan 10 puncak area (%) tertinggi ditampilkan pada Tabel 4.10. berikut :

**Tabel 4.10.** Identifikasi puncak sampel sumur 1A

No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 1	22.975	4.01
2	Puncak 2	23.064	8.84
3	Puncak 3	23.258	9.54
4	Puncak 4	23.343	7.58
5	Puncak 6	25.084	4.82
6	Puncak 8	26.299	33.13
7	Puncak 9	26.667	5.06
8	Puncak 10	26.865	13.33
9	Puncak 11	27.623	4.42
10	Puncak 12	30.224	4.2

Sumber : analisis GC-MS

Sampel sumur 1A menunjukkan rt dan senyawa hidrokarbon yang sesuai dengan larutan kerja 0.5%. Salah satu contoh petunjuknya yaitu pada sampel sumur 1A puncak ke 4, 6, 8 dan 11 dengan rt 23.343, 25.084, 26.299 dan 27.623 menit serta puncak area 7.58, 4.82, 33.13 dan 4.42% secara berurutan, terdapat kemiripan dengan larutan kerja DEX (puncak ke 15, 27, 32 dan 33). Selain itu, terdapat juga kemiripan sampel sumur 1A tersebut dengan larutan kerja Biosolar (puncak ke 19, 24, dan 29). Sehingga berdasarkan pengamatan tersebut, menunjukan bahwa sumber pencemaran sumur 1A berasal dari BBM Diesel, karena memang rt dan senyawa dugaan larutan kerja antara Biosolar dan DEX tidak jauh berbeda. Berikut perhitungan untuk menentukan sumber pencemar sumur 1A :

$$\text{Sumber pencemar} = \frac{\text{Jumlah Rt sampel yang sesuai dengan larutan kerja}}{\text{jumlah total Rt yang sesuai}} \times 100\%$$

a. Penentuan sumber pencemar sumur 1A

Penentuan sumber pencemar dihitung dalam bentuk persenan. Perhitungan jumlah rt sampel yang sesuai dengan larutan kerja dibagi dengan jumlah total rt yang sesuai.

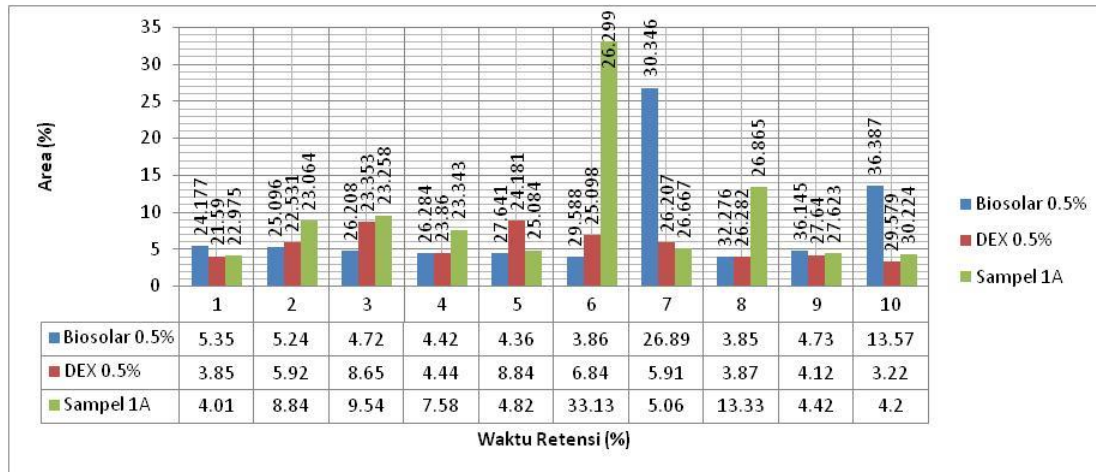
$$\text{DEX} = \frac{4}{7} \times 100\%$$

$$\text{DEX} = 57 \%$$

$$\text{Biosolar} = \frac{3}{7} \times 100\%$$

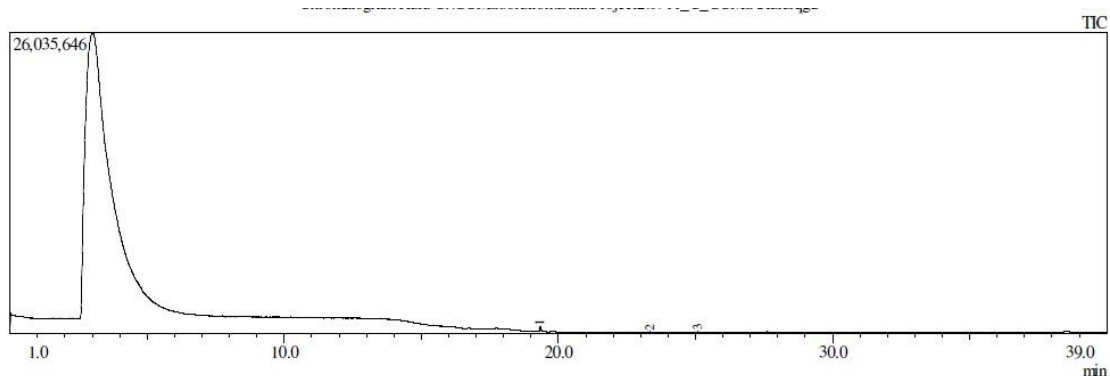
$$\text{Biosolar} = 43 \%$$

Namun, karena rt pada larutan kerja DEX lebih dominan (57%) sesuai dengan rt sampel sumur 1A dibandingkan dengan Biosolar (43%) maka dapat dikatakan bahwa sumber pencemaran sumur 1A berasal dari DEX. Sebagai data pendukung bahwa adanya pencemaran dari DEX yaitu informasi dari warga sekitar lokasi SPBU yang menjelaskan bahwa pada sekitar tahun 1999, SPBU A pernah mengalami kobocoran tangki penyimpanan BBM Solar. Sehingga, besar kemungkinan sisa BBM tersebut masih mengendap di dalam tanah. Untuk memastikan sampel sumur 1A tercemar oleh BBM Diesel yaitu DEX, dapat dilihat pada perbandingan pola puncak area di Gambar 4.11.berikut :



**Gambar 4.11.** Perbandingan pola puncak area sampel sumur 1A  
Sumber : analisis GC-MS

Puncak area (%) merupakan nilai untuk menunjukkan besar atau tidaknya konsentrasi senyawa dalam sampel. Berdasarkan Gambar 4.11, puncak area sampel sumur 1A memiliki kemiripan dengan puncak area Biosolar dan DEX yang artinya senyawa dalam sampel sumur 1A dapat teridentifikasi karena konsentrasinya tinggi sesuai dengan konsentrasi larutan kerja yang telah dibuat. Beda hal nya, jika sumur 1A tidak tercemar oleh senyawa-senyawa hidrokarbon, maka pola pencemarannya pun tidak akan terlihat ketika dibandingkan dengan larutan kerja. Kemudian untuk analisis sampel sumur 2A waktu retensi (rt) mulai muncul pada waktu 19.329-25.082 menit dimana hanya terdapat 3 (tiga) puncak seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.12. dibawah ini :



**Gambar 4.12.** Kromatogram sampel Sumur 2A

Sumber : analisis GC-MS

Berdasarkan kromatogram sampel sumur 2A, dapat teridentifikasi 3 puncak senyawa dengan masing-masing waktu retensi dan puncak area seperti pada tabel 4.11. di bawah ini :

**Tabel 4.11.** Identifikasi puncak sampel sumur 2A

No.	Puncak Senyawa	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	Puncak 1	19.329	86.34
2	Puncak 2	23.341	6.6
3	Puncak 3	25.081	7.06

Sumber : analisis GC-MS

Pada sampel sumur 2A menunjukkan rt dan senyawa hidrokarbon yang sesuai dengan larutan kerja 0.5% yaitu pada sampel sumur 2A puncak ke 2 dan 3 dengan rt 23.341 dan 25.081 menit serta puncak area 6.6 dan 7.06% secara berurutan terdapat kemiripan dengan larutan kerja DEX (puncak ke 15 dan 27). Jika sampel tersebut dibandingkan dengan Biosolar, maka kemiripannya hanya ada pada puncak ke 19.

b. Penentuan sumber pencemar sumur 2A

Penentuan sumber pencemar dihitung dalam bentuk persen. Perhitungan jumlah rt sampel yang sesuai dengan larutan kerja dibagi dengan jumlah total rt yang sesuai.

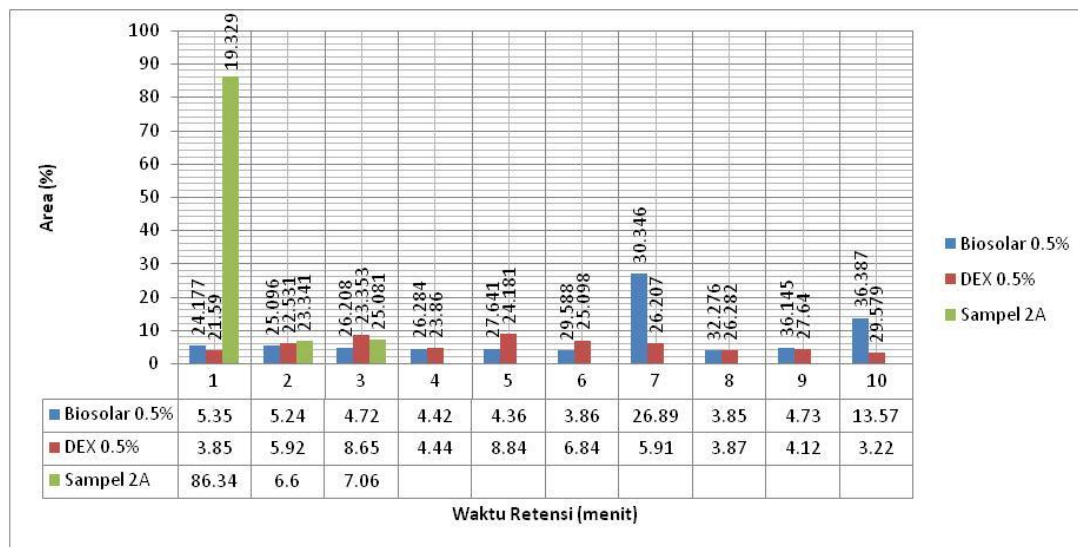
$$\text{DEX} = \frac{2}{3} \times 100\%$$

$$\text{DEX} = 67 \%$$

$$\text{Biosolar} = \frac{1}{3} \times 100\%$$

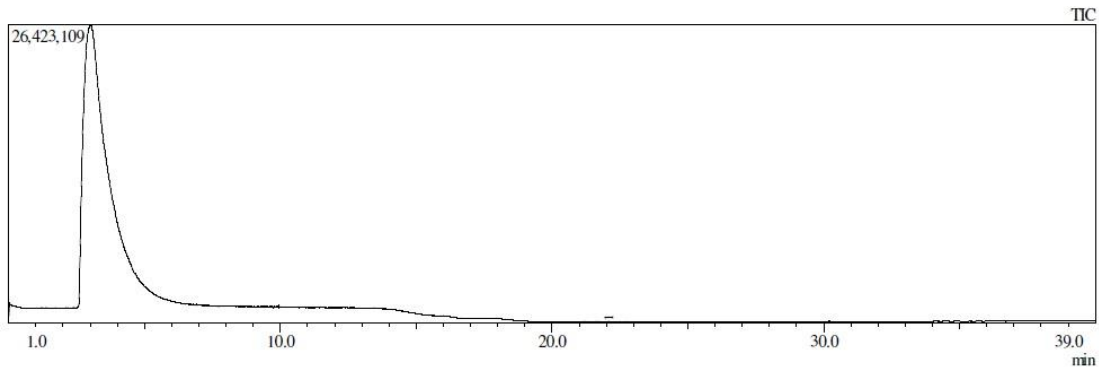
$$\text{Biosolar} = 33 \%$$

Sehingga berdasarkan pengamatan tersebut, sumber pencemaran sumur 2A berasal dari DEX. Sebagai data pendukung bahwa adanya pencemaran dari BBM Diesel DEX yaitu dapat dilihat pada perbandingan pola puncak area di Gambar 4.13 sebagai berikut :



**Gambar 4.13.**Perbandingan pola puncak area sampel sumur 2A  
Sumber : analisis GC-MS

Terakhir untuk sumur 3A waktu retensi (rt) yang terbaca hanya pada puncak 1 dengan waktu 22.058 menit dan puncak area 100% seperti Gambar 4.14. dibawah ini :



**Gambar 4.14.** Kromatogram Sampel Sumur 3A  
Sumber : analisis GC-MS

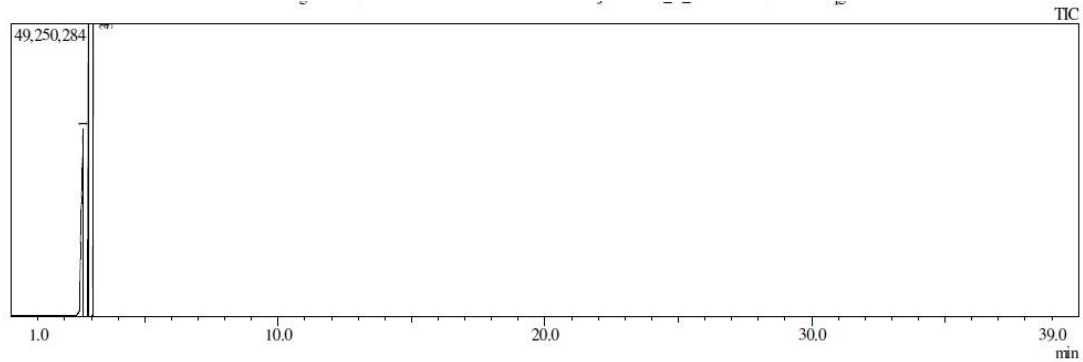
Jika sumur 3A dibandingkan dengan larutan kerja konsentrasi 0.5%, tidak dapat teridentifikasi sumbernya, karena tidak ada rt yang sesuai. Namun jika tanpa dilakukan 10 pemilihan data larutan kerja, maka rt pada sampel sumur 3A memiliki kemiripan mendekati dengan rt DEX 0.5% pada puncak ke 8 dengan rt 22.531 menit.

Terjadinya pencemaran BBM Diesel di airtanah dapat dipengaruhi oleh beberapa hal umum, seperti perawatan UST, kondisi fisik dan kimia dalam tanah, juga serta kondisi fisik dari sumur itu sendiri. Jika ditinjau dari segi UST, SPBU A pernah memiliki riwayat kebocoran tangki sehingga sangat memungkinkan senyawa hidrokarbon yang terdeteksi oleh GC-MS merupakan sisa endapannya. Ditambah lagi, jenis tanah pada SPBU A merupakan jenis tanah berbutir kasar yang memiliki diameter antara 0.875 mm – 100 mm. Jenis tanah tersebut termasuk jenis yang memiliki pori-pori besar untuk dilewati dengan mudah oleh bahan pencemar.

Jadi, berdasarkan Material Safety Data Sheet (MSDS) PT. PERTAMINA (PERSERO) Direktorat-Pemasaran dan Niaga, BBM Diesel memiliki pengaruh dan kerusakan terhadap lingkungan, salah satunya adalah jika adanya rembesan ke dalam tanah akan menyebabkan pencemaran airtanah atau aquifer. Senyawa-senyawa tersebut yang teridentifikasi merupakan golongan senyawa hidrokarbon aromatik yang jika dikonsumsi ke dalam tubuh akan berdampak pada kesehatan dalam jangka panjang.

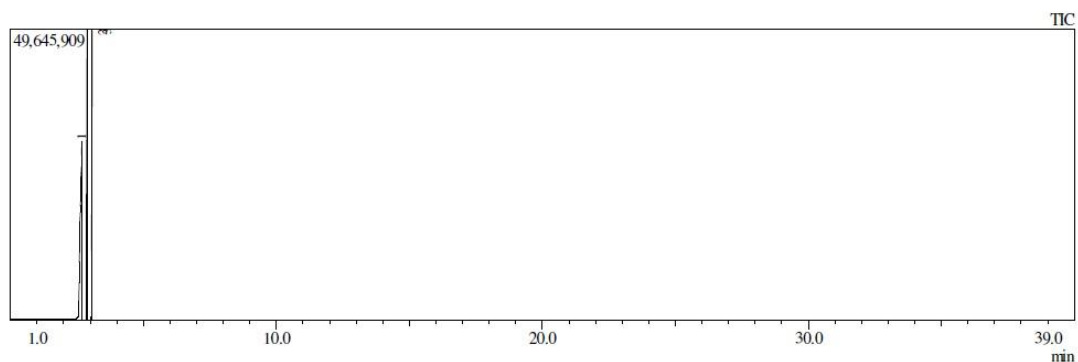
### 4.2.3. Hasil Analisis Sampel SPBU B

Kromatogram di lokasi SPBU B menunjukkan bahwa tidak adanya senyawa hidrokarbon yang teridentifikasi. Hal tersebut juga berlaku pada setiap sumur di lokasi SPBU B. Berdasarkan penelitian, tidak teridentifikasinya senyawa hidrokarbon pada SPBU B dikarenakan lokasi tersebut memiliki elevasi tanah yang cenderung naik pada setiap titik *sampling*, sehingga jika terdapat senyawa hidrokarbon dari sumbernya (SPBU 1B) maka alirannya tidak akan mengalir ke sumur-sumur di sekitarnya. Berikut kromatogramnya :



**Gambar 4.15.** Kromatogram sampel sumur 1B

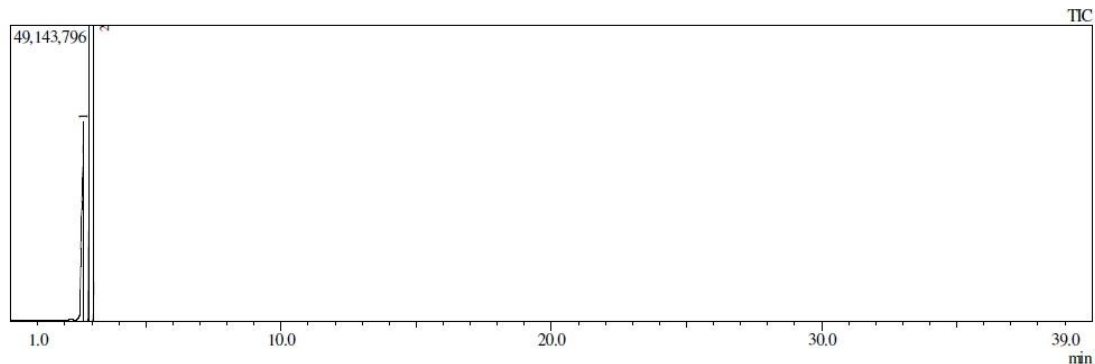
Sumber : analisis GC-MS



**Gambar 4.16.** Kromatogram sampel sumur 2B

Sumber : analisis GC-MS





**Gambar 4.17.** Kromatogram sampel sumur 3B  
Sumber : analisis GC-MS

Waktu retensi pada sumur 1B, 2B, dan 3B juga menunjukkan waktu yang sangat minimum. Sehingga jika dibandingkan dengan waktu retensi larutan kerja pada konsentrasi 0.5%, tidak adanya kemiripan dan dapat dikatakan bahwa lokasi SPBU B tidak tercemar oleh senyawa hidrokarbon. Berikut waktu retensi pada Tabel 4.12. :

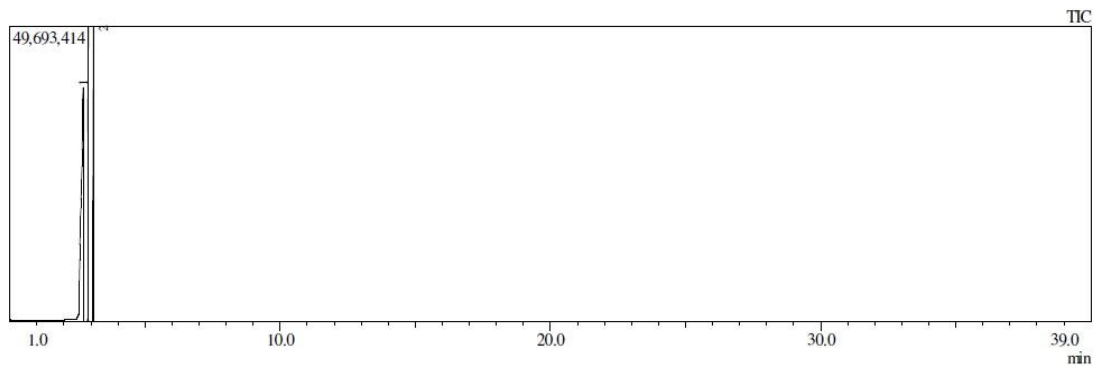
**Tabel 4.12.** Waktu retensi sampel SPBU B

No.	Sumur 1B		Sumur 2B		Sumur 3B	
	2.683-3.066		2.683-3.066		2.692-2.883	
	Waktu Retensi (menit)	Area (%)	Waktu Retensi (menit)	Area (%)	Waktu Retensi (menit)	Area (%)
1	2.683	69.48	2.683	65.8	2.692	82.47
2	2.875	16.16	2.875	18.38	2.883	17.53
3	3.066	14.36	3.066	15.82		

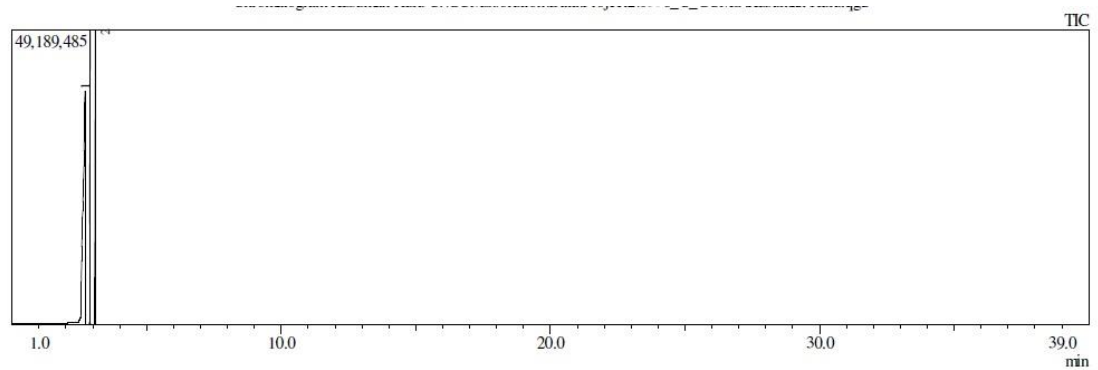
Sumber : analisis GC-MS

#### 4.2.4. Hasil Analisis Sampel SPBU C

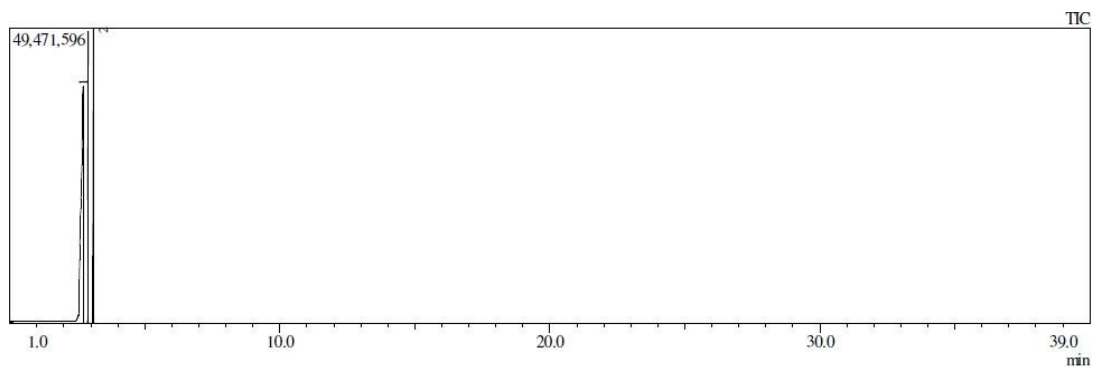
Untuk lokasi SPBU C pada masing-masing sumur titik *sampling*, kromatogramnya juga menunjukkan bahwa tidak adanya senyawa hidrokarbon yang teridentifikasi. Berdasarkan penelitian, tidak teridentifikasinya senyawa hidrokarbon pada SPBU C, dikarenakan seluruh kegiatannya telah mengikuti *Standar Operating Procedure* (SOP) secara ketat dan benar. Sehingga jarang bahkan tidak pernah adanya riwayat kebocoran. Berikut kromatogramnya :



**Gambar 4.18.** Kromatogram sampel sumur 1C  
Sumber : analisis GC-MS



**Gambar 4.19.** Kromatogram sampel sumur 2C  
Sumber : analisis GC-MS



**Gambar 4.20.** Kromatogram sampel sumur 3C  
Sumber : analisis GC-MS

Waktu retensi pada sumur 1C, 2C, dan 3C juga menunjukkan waktu yang sangat minimum. Sehingga jika dibandingkan dengan waktu retensi larutan kerja pada konsentrasi 0.5%, tidak adanya kemiripan dan dapat dikatakan bahwa lokasi SPBU C tidak tercemar oleh senyawa hidrokarbon seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 berikut :

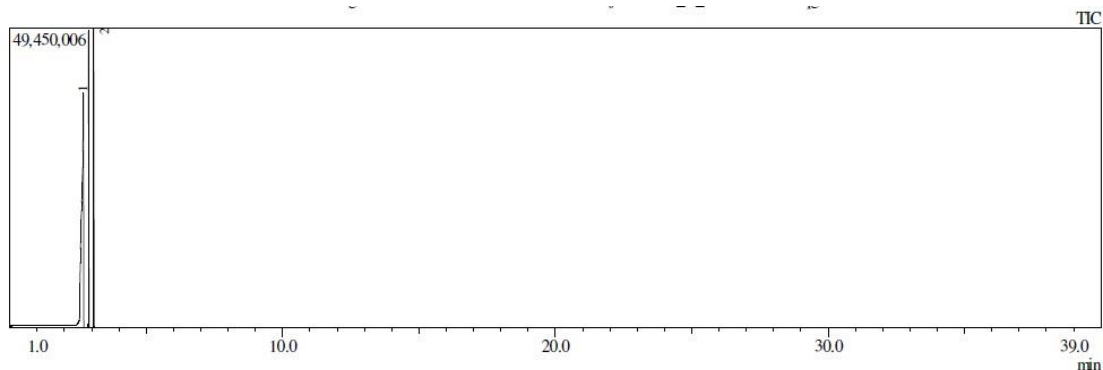
**Tabel 4.13.**Waktu retensi sampel SPBU C

No.	Sumur 1C		Sumur 2C		Sumur 3C	
	2.708-2.900		2.708-2.900		2.708-2.900	
	Waktu Retensi	Area (%)	Waktu Retensi	Area (%)	Waktu Retensi	Area (%)
1	2.708	81.81	2.708	85.54	2.708	84.99
2	2.9	18.19	2.9	14.46	2.9	15.01

Sumber : analisis GC-MS

#### 4.2.5. Hasil Analisis Sampel SPBU D

Terakhir pada lokasi SPBU D pada masing-masing sumur titik *sampling*, kromatogramnya juga menunjukkan bahwa tidak adanya senyawa hidrokarbon yang teridentifikasi. Berdasarkan penelitian, tidak teridentifikasinya senyawa hidrokarbon pada SPBU D, dikarenakan jarak UST dengan sumur 1D berjarak  $\pm 15$  meter serta telah menyesuaikan dengan *Standar Operating Procedure* (SOP) secara ketat dan benar. Sehingga kecil kemungkinannya jika terjadi kebocoran atau tumpahan dapat mencapai sumur. Berikut Gambar 4.21. yang menunjukkan kromatogramnya :



**Gambar 4.21.** Kromatogram sampel sumur 1D

Sumber : analisis GC-MS

Waktu retensi pada sumur 1D juga menunjukkan waktu yang sangat minimum. Sehingga jika dibandingkan dengan waktu retensi larutan kerja pada konsentrasi 5% dan 0.5% serta varian pembanding BBM Diesel, tidak adanya kemiripan dan dapat dikatakan bahwa lokasi SPBU D tidak tercemar oleh senyawa hidrokarbon. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14 berikut :

**Tabel 4.14.** Waktu retensi sampel SPBU D

No.	Sumur 1D	
	2.700-2.892	
	Waktu Retensi	Area (%)
1	2.7	83.34
2	2.892	16.66

Sumber : analisis GC-MS