

ANALISIS VARIASI KONSENTRASI BENZENE, TOLUENE, ETHYLBENZENE DAN XYLENE (BTEX) DALAM BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DI STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) KOTA YOGYAKARTA PADA BERBAGAI KONDISI PERLAKUAN

ANALYSIS VARIATION CONCENTRATIONS OF BENZENE, TOLUENE, ETHYLBENZENE AND XYLENE (BTEX) IN FUEL AT YOGYAKARTA PATROL STATION IN VARIOUS TREATMENT CONDITIONS

Septinia Amanda Dewi

septiniaamandadewi@gmail.com

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

ABSTRAK

Meningkatnya sektor ekonomi yang diakibatkan oleh berkembangnya Yogyakarta sebagai Kota Pariwisata, menimbulkan peningkatan jumlah transportasi sehingga menuntut kebutuhan bensin yang besar. Di Yogyakarta, pengisian bensin pada setiap SPBU dilakukan hampir setiap hari yang berpotensi menimbulkan pencemaran, baik itu ceceran minyak ke tanah dan air sekitar SPBU maupun penguapan ketika pengisian bensin ke dalam kendaraan bermotor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi BTEX dalam Pertamina dan Paltalite SPBU X Yogyakarta pada periode waktu tertentu (1 hari, 15 hari dan 28 hari) dan pada perlakuan tertentu. Sampel bensin ditempatkan di dalam dan luar ruangan dengan kondisi tutup tertutup dan terbuka. Senyawa BTEX dianalisis menggunakan Head Space Gas Chromatography Mass Spectrofotometry (HS GC-MS). Pengukuran linearitas, batas deteksi dan batas quantifikasi dilakukan untuk mengetahui batas minimal konsentrasi BTEX dapat mencemari lingkungan. BTEX dalam kondisi overtime mengalami penurunan, peningkatan dan fluktuasi konsentrasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa kondisi perlakuan sampel dengan tutup tertutup dan terbuka.

Kata kunci: BTEX, konsentrasi, transformasi, HS GC-MS

ABSTRACT

The increase of economic sector caused by the development of Yogyakarta as a City of Tourism, has resulted as an increase in the number of transportation that demands a large amount of gasoline. In Yogyakarta, refueling at every gas station is carried out almost every day which has the potential to cause pollution, whether it is spillage to the soil and water around the gas station or evaporation when filling gasoline into vehicles. The purpose of this study was to determine the concentration of BTEX in Pertamina and Paltalite SPBU X Yogyakarta in a certain time period (1 day, 15 days and 28 days) and in certain treatments. Gasoline samples are placed indoors and outdoors with closed and open caps conditions. BTEX compounds are analyzed using Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (HS GC-MS). Measurement of linearity, detection limit and quantification limit is done to determine the minimum limit of BTEX concentration to pollute the environment. BTEX in overtime conditions has decreased, increased and fluctuated concentration. This is caused by several sample treatment conditions with closed and open caps indoor and outdoor.

Key words: BTEX, concentration, transformation, HS GC-MS

I. PENDAHULUAN

Berkembangnya Yogyakarta sebagai kota ekonomi dan kota pariwisata mendorong pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Sebagai wujud dari pertumbuhan tersebut

muncul berbagai sarana transportasi yang menunjang kemudahan akses masyarakat Yogyakarta. Peningkatan jumlah transportasi berdampak pada penambahan Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) yang tersebar di seluruh area Yogyakarta untuk memenuhi permintaan kebutuhan bensin. Kebutuhan bensin dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan emisi yang besar pula. Apalagi dengan banyaknya pengguna transportasi pribadi seperti mobil dan motor.

Menurut Rattanajongjitkorn, dkk. (2014), BTEX merupakan senyawa organik mudah menguap yang menonjol dari bensin dan merupakan senyawa utama yang mempengaruhi kesehatan manusia. Benzena merupakan senyawa karsinogen yang dapat menyebabkan leukemia. Benzena dan toluena dapat mempengaruhi sistem hematopoietik atau sistem pembentukan komponen sel darah, sistem saraf pusat dan sistem reproduksi. Etilbenzena dan xilena dapat mengganggu sistem pernapasan dan menimbulkan efek neurologis (Tungsaringkarn, dkk. 2012).

BBM dapat mengalami kebocoran baik melalui tangki penyimpanan atau tumpahan yang dapat mencemari tanah maupun air tanah. Senyawa-senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam bahan bakar minyak akan cenderung dilarutkan dalam fase air atau diuapkan ke ruang udara dalam tanah karena kelarutan air relatif tinggi. Media yang terkontaminasi dengan bahan kimia ini meliputi udara, air, dan tanah.

Seiring waktu, BBM mengalami penguapan yang dapat disebabkan oleh oksidasi. Hidrokarbon yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan senyawa yang memiliki komposisi berbeda dari bahan bakar awal. Penguapan dapat menghilangkan sejumlah volatil organik dalam bensin. Senyawa BTEX dalam air tanah dapat terperangkap dan bermigrasi ke tempat lain sesuai pergerakan air tanah, akibatnya pencemaran tidak terjadi pada satu titik namun dapat terjadi di beberapa titik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh beberapa kondisi perlakuan yang mencirikan komposisi BTEX dalam bensin sehingga dapat mencemari lingkungan. Penelitian ini dilakukan pada SPBU yang terdapat di Kota Yogyakarta dengan menggunakan *Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrofotometry* (HS GC-MS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi BTEX dalam Pertamina dan Pertamina SPBU X Yogyakarta pada periode waktu tertentu (1 hari, 15 hari dan 28 hari) dan pada perlakuan tertentu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi terkait analisis risiko lingkungan dan sarana pengetahuan mengenai pencemaran yang diakibatkan oleh bensin dalam waktu lama.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengujian sampel BBM dari SPBU X, yaitu Pertamina dan Paltalite. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur sebagai data pembantu untuk analisis.

2.2 Preparasi Sampel

Tabel 1 Perlakuan BBM Murni dan BBM dengan Penambahan Air

Ruangan	BBM Murni		BBM dengan Air		Sampel Air	
	Tutup Tertutup	Tutup Terbuka	Tutup Tertutup	Tutup Terbuka	Tutup Tertutup	Tutup Terbuka
Dalam	Aa1	Aa2	Ba1	Ba2	Ca1	Ca2
Luar	Ab1	Ab2	Bb1	Bb2	Cb1	Cb2

Keterangan:

- A : Sampel murni
- B : Sampel dicampur air
- C : Sampel air
- a : Di dalam
- b : Di luar
- 1 : Tertutup
- 2 : Terbuka

Optimasi HS GC-MS dilakukan untuk menentukan kondisi pengukuran optimum yaitu respon terbesar dan *peak* terbaik untuk senyawa BTEX. Berdasarkan optimasi tersebut didapatkan waktu retensi BTEX sebagai berikut:

Tabel 2 Waktu Retensi Senyawa BTEX

Senyawa	Waktu Retensi (menit)
Benzena	2,601
Toluena	4,423
Etilbenzena	6,598
p-Xilena	6,790
o-Xilena	7,333
m-Xilena	7,499

(Sumber: Bariroh, 2017)

2.3 Perlakuan Sampel

1. Vial yang digunakan sebagai botol uji adalah vial Agilent 20 ml.
2. Perlakuan sampel dilaksanakan selama temporal waktu yang telah ditentukan yaitu 1 hari, 15 hari, dan 28 hari.

3. Pengujian sampel bensin dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 mikroliter bensin yang ditempatkan pada *microcaps* kemudian dimasukkan ke dalam vial. Sedangkan sampel air yang diambil sebanyak 5 ml langsung dimasukkan ke dalam vial.
4. Uji linearitas dilakukan menggunakan metode kurva kalibrasi. Pembuatan kurva kalibrasi menggunakan deret larutan standar BTEX mulai dari 16 ppb, 40 ppb, 80 ppb, 160 ppb, 240 ppb, 400 ppb, dan 800 ppb. Deret larutan standar ini ditambahkan aquades sampai 5 ml.

2.4 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian senyawa BTEX dengan metode yang telah dikembangkan oleh Chen (2008), Arsyad (2017) dan Bariroh (2017). Pengujian dilakukan pada hari ke 1, 15 dan 28 menggunakan instrumen *Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry* (HS GC-MS) dengan spesifikasi instrumen HS Agilent 7697 A, GC Agilent 7820 dan MS Agilent 5977 B.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Linearitas

Deret larutan standar dibuat dari rentang 16 ppb, 40 ppb, 80 ppb, 160 ppb, 240 ppb, 400 ppb, dan 800 ppb untuk mencari linearitas masing-masing senyawa BTEX. Berikut merupakan linearitas senyawa BTEX:

Tabel 3 Persamaan Regresi Linear dan Linearitas BTEX

Senyawa	Rentang Linear (ppb)	Persamaan Regresi Linear	R ² (linearitas)
Benzena	16-800	$y = 721,03x + 21123$	0,9877
Toluena	50-500	$y = 3,7144x + 189,08$	0,8524
Etilbenzena	16-800	$y = 1524,7x - 5189,3$	0,9946
p-Xilena	16-800	$y = 1024,8x + 19350$	0,9854
Senyawa	Rentang Linear (ppb)	Persamaan Regresi Linear	R ² (linearitas)
o-Xilena	16-800	$y = 1285,4x - 24162$	0,9900
m-Xilena	16-800	$y = 634,96x - 13606$	0,9802

Sumber: Hasil analisis

3.2 LOD dan LOQ

Selain untuk menentukan linearitas, larutan standar juga digunakan untuk menentukan batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ). Penentuan LOD dan LOQ berdasarkan perhitungan kurva kalibrasi.

Tabel 4 *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantitation* (LOQ)

Senyawa	LOD	LOQ
Benzena	60,25	200,84
Toluena	314,36	1047,88
Etilbenzena	67,00	223,34
p-Xilena	110,75	369,16
o-Xilena	91,64	305,46
m-Xilena	32,95	109,84

Sumber: Hasil analisis

3.3 Analisis Sampel BBM Jenis Peralite dan Pertamina dengan HS GC-MS

Sampel berupa BBM jenis Peralite diambil pada 27 Maret 2018 dengan kondisi cuaca cerah pada suhu normal di SPBU X Kota Yogyakarta. Sedangkan sampel Pertamina diambil pada 3 April 2018 pada kondisi yang sama.

3.3.1 Peralite

Berikut merupakan konsentrasi BTEX yang terdeteksi dalam sampel Peralite dan Pertamina:

Tabel 5 Konsentrasi BTEX dalam sampel peralite hari ke 1 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	1,38	49,38	1,55	6,98	2,98	0,87
Aa2	2,17	3,82	5,23	23,09	8,46	1,21
Ba1	0,54	0,00	0,88	3,59	1,25	0,14
Ba2	1,17	2,76	4,89	20,71	7,81	1,21
Ca1	12,41	0,00	7,27	28,24	11,02	1,42
Ca2	12,82	0,00	8,95	32,51	12,79	1,54
Ab1	0,62	0,15	2,29	10,08	3,77	0,55
Ab2	1,04	0,19	3,07	13,69	5,15	0,77
Bb1	1,48	0,20	2,14	9,08	3,28	0,44
Bb2	1,88	0,25	4,71	19,63	7,72	1,10
Cb1	13,23	0,00	8,08	29,86	11,72	1,53
Cb2	10,93	16,37	5,58	21,61	8,39	0,81

(Sumber: Analisis data)

Tabel 6 Konsentrasi BTEX dalam sampel peralite hari ke 15 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	0,47	79,67	0,97	4,45	1,94	0,56
Aa2	0,29	0,71	4,96	22,01	8,84	1,33

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Ba1	0,22	0,25	1,25	5,65	2,13	0,29
Ba2	0,00	0,20	1,93	9,16	3,59	0,55
Ca1	20,07	6,47	23,65	85,52	35,52	5,20
Ca2	0,00	6,47	37,05	135,02	65,01	10,34
Ab1	0,36	0,32	1,72	7,73	2,91	0,42
Ab2	0,30	0,78	4,74	22,06	8,33	1,20
Bb1	0,29	0,29	1,67	7,52	2,86	0,42
Bb2	0,00	0,71	7,13	32,38	13,07	2,12
Cb1	19,32	26,94	15,00	59,63	22,77	2,86
Cb2	2,40	0,00	46,27	152,19	74,56	12,68

(Sumber: Analisis data)

Tabel 7 Konsentrasi BTEX dalam sampel pertalite hari ke 28 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	0,51	97,91	1,60	7,36	3,21	0,72
Aa2	0,00	0,72	8,24	36,55	14,79	2,03
Ba1	0,49	0,47	3,46	15,51	5,89	0,65
Ba2	0,00	0,76	10,39	48,30	20,85	3,27
Ca1	8,83	1,74	13,06	50,51	19,41	1,98
Ca2	0,00	1,74	17,29	73,07	33,56	3,83
Ab1	0,00	0,22	1,72	7,78	2,94	0,34
Ab2	0,00	1,07	11,21	49,19	19,89	2,86
Bb1	0,51	0,48	3,39	15,17	5,71	0,64
Bb2	0,00	0,75	10,85	50,93	21,82	3,55
Cb1	7,69	6,32	12,65	48,73	0,00	0,00
Cb2	0,00	2,17	55,75	207,97	110,30	23,61

(Sumber: Analisis data)

3.3.2 Pertamax

Tabel 8 Konsentrasi BTEX dalam sampel pertamax hari ke 1 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	0,00	12,38	0,23	0,80	0,41	0,06
Aa2	0,12	0,15	0,74	2,54	1,01	0,07
Ba1	0,00	0,06	0,42	1,46	0,59	0,03
Ba2	0,05	0,13	0,73	2,54	1,03	0,07
Ca1	1,82	7,99	0,77	2,60	1,15	0,03
Ca2	2,22	7,99	3,43	10,96	4,27	0,37
Ab1	0,00	0,05	0,22	0,79	0,31	0,00

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Ab2	0,00	0,00	0,25	0,87	0,34	0,00
Bb1	0,09	0,20	1,06	3,66	1,47	0,11
Bb2	0,07	0,17	0,79	2,70	1,09	0,07
Cb1	4,13	0,00	3,68	10,85	4,17	0,28
Cb2	4,02	0,00	4,29	13,27	5,15	0,44

(Sumber: Analisis data)

Tabel 9 Konsentrasi BTEX dalam sampel pertamax hari ke 15 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	0,64	239,75	2,18	7,68	3,56	0,60
Aa2	0,21	1,21	5,52	19,55	7,86	0,68
Ba1	0,00	0,43	1,71	5,80	2,38	0,18
Ba2	0,00	0,50	3,65	13,21	5,61	0,50
Ca1	10,02	26,27	25,58	80,14	34,86	3,25
Ca2	0,00	26,27	23,66	71,92	33,24	2,36
Ab1	0,00	0,52	1,95	6,67	2,70	0,21
Ab2	0,00	0,99	4,61	16,37	6,67	0,58
Bb1	0,36	1,00	4,10	14,26	5,77	0,49
Bb2	0,00	3,38	19,20	74,21	32,73	3,30
Cb1	14,22	-0,03	27,58	86,66	39,16	3,79
Cb2	0,98	35,45	22,40	68,79	32,15	2,30

(Sumber: Analisis data)

Tabel 10 Konsentrasi BTEX dalam sampel pertamax hari ke 28 dalam ppm

Senyawa	Benzena	Toluena	Etilbenzena	p-Xilena	o-Xilena	m-Xilena
Perlakuan						
Aa1	0,00	103,28	1,33	4,67	2,22	0,00
Aa2	0,00	1,57	12,83	41,76	18,55	0,99
Ba1	0,51	2,03	10,35	32,87	14,60	0,64
Ba2	0,00	1,01	17,63	60,52	28,79	2,09
Ca1	8,16	3,82	29,76	94,12	42,27	3,14
Ca2	0,00	3,82	27,54	86,93	43,75	2,81
Ab1	0,37	1,24	5,98	20,27	8,34	0,33
Ab2	0,00	1,06	9,47	32,03	14,81	0,72
Bb1	0,31	1,21	6,04	20,47	8,46	0,32
Bb2	0,00	0,62	12,28	43,37	20,58	1,31
Cb1	8,99	16,08	21,71	71,99	32,17	1,65
Cb2	0,00	2,19	53,65	156,47	84,96	9,82

(Sumber: Analisis data)

Konsentrasi yang fluktuatif dapat terjadi karena sampel yang digunakan masing-masing berbeda pada saat pengujian. Selain itu, kondisi tutup terbuka juga dapat memengaruhi konsentrasi senyawa dengan adanya kontaminasi dari luar. Kontaminasi dari luar berupa asap kendaraan bermotor, yang mana asap tersebut dapat mengandung senyawa volatil organik yang mudah menguap diantaranya adalah BTEX (Amini, 2017).

3.4 Transpor/Perpindahan Benzena, Toluena, Etilbenzena dan Xilena (BTEX) di Lingkungan

Umumnya BTEX ditemukan dalam air tanah sebagai akibat dari tumpahan minyak dan kebocoran pipa minyak. Berdasarkan penelitian Miri, 2016, penyumbang terbesar polutan BTEX di udara dalam kota merupakan sumber kendaraan bermotor yang tidak lain menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya. Polutan BTEX dapat dijumpai di tanah, air maupun udara. Kontaminasi terhadap air terjadi akibat kegiatan pengeboran minyak, pemindahan bensin dari kegiatan pengisian ulang bensin melalui tangki truk muatan bensin, maupun ceceran bensin yang tumpah ketika pengisian bahan bakar di SPBU. Kebocoran UST dalam jumlah besar dapat mengontaminasi airtanah dan karena airtanah mengalir membuat kontaminasi tidakhanya di satu tempat melainkan tempat-tempat yang dilalui airtanah yang terkontaminasi tersebut. Kegiatan di SPBU seperti penginjeksian bensin ke dalam kendaraan bermotor juga merupakan salah satu cara BTEX dalam bensin menguap di udara. Meskipun ada kegiatan-kegiatan lain seperti kegiatan industri dan penguapan dari limbah industri.

3.5 Transformasi BTEX di Lingkungan

Berdasarkan penelitian oleh Lukyanov dan Vazhnova (2008), benzena dapat bertransformasi menjadi etilbenzena dalam kondisi termodinamika tertentu. Pembentukan etilbenzena terjadi pada suhu 37 °C dan berlangsung melalui dua reaksi berturut-turut yaitu dehidrogenasi etanol menjadi etena dan alkilasi benzena dengan etena di lokasi asam. Seluruh proses pembentukan etilbenzena didorong oleh reaksi alkilasi. Selain itu, menurut penelitian oleh Khlebnikova, dkk. (2017), benzena dapat bertransformasi menjadi etilbenzena bila bereaksi dengan etilen dan dapat bertransformasi menjadi xilena bila bereaksi dengan etilen. Akan tetapi, perubahan-perubahan ini diakibatkan oleh adanya katalis zeolit dan terjadi apabila suhu mencapai 220-255°C pada tekanan 3.4 MPa. Sedangkan dalam penelitian ini, difokuskan pada lokasi penelitian SPBU dengan kondisi suhu ruang dan normal sehingga kemungkinan transformasi benzena menjadi kecil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dalam kondisi waktu ke waktu senyawa BTEX dalam sampel Pertalite dan Pertamax:

1. Senyawa benzena pada sampel dalam atau luar ruangan dengan tutup terbuka atau tertutup mengalami penurunan konsentrasi.
2. Senyawa toluena pada sampel dalam atau luar ruangan dengan tutup terbuka atau tertutup mengalami konsentrasi yang fluktuatif.
3. Senyawa etilbenzena pada sampel dalam atau luar ruangan dengan tutup terbuka atau tertutup mengalami peningkatan konsentrasi.
4. Senyawa p-xilena, o-xilena dan m-xilena pada sampel dalam atau luar ruangan dengan tutup terbuka atau tertutup mengalami peningkatan konsentrasi.

V. SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini diperoleh beberapa saran:

1. Perlunya pembuatan deret larutan standar dengan konsentrasi lebih rendah agar dapat mendeteksi senyawa BTEX yang lebih kecil dalam sampel bensin.
2. Penempatan sampel di lingkungan yang berpotensi rendah tercemar dan sampel-sampel tidak terlalu dekat agar sampel tidak terkontaminasi sampel lain.
3. Perlunya pengecekan kadar air dalam GC MS (*Auto Tune*) secara berkala supaya kadar air tidak tinggi dan mengganggu proses pengujian sampel.
4. Pengujian konsentrasi senyawa BTEX dalam sampel bensin dengan temporal waktu tertentu sebaiknya menggunakan botol yang sama agar mendapatkan data hasil konsentrasi yang lebih valid.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Amini, H., dkk. (2017). **Spatiotemporal Description of BTEX Volatile Organic Compounds in A Middle Eastern Megacity: Tehran Study of Exposure Prediction for Environmental Health Research (Tehran SEPEHR)**. *Environmental Pollution*. **226**. 219-229.
- Arsyad, Faisal (2017). **Analisis Benzene, Toluene, Ethylbenzene, dan Xylene (BTEX) dalam Tanah dengan Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)**. Tugas Akhir. Yogyakarta.

- Bariroh, Azkiyatul (2017). **Analisis Benzene, Toluene, Ethylbenzene, dan Xylene (BTEX) dalam Sampel Air Tanah di Sekitar SPBU X Kota Yogyakarta.** Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Chen, C. S., dkk. (2008). **Partitioning of Aromatic and Oxygenated Constituents into Water from Regular and Ethanol-Blended Gasolines.** *Environmental Pollution*. **156**. 988-996.
- Khlebnikova, E., dkk. (2017). **Modeling of Benzene with Ethylene Alkylation.** *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. **8**. 1. 61-66.
- Lukyanov, D. B. dan Vazhnova, T., (2008). **Highly Selective and Stable Alkylation of Benzene with Ethane into Ethylbenzene Over Bifunctional PtH-MFI Catalysts.** *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. **279**. 1. 128-132.
- Rattanajongjitrakorn, P. dan Prueksasit, T., (2014). **Temporal Variation of BTEX at The Area of Patrol Station in Bangkok, Thailand.** *APCBEE Procedia*. **10**. 37-41.
- Tunsaringkarn, T., dkk. (2012). **Occupational Exposure of Gasoline Station Workers to BTEX Compounds in Bangkok, Thailand.** *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*. **3**. 3. 117-125.