

ANALISIS POTENSI RISIKO KESEHATAN TERHADAP PENCEMARAN AIR TANAH DI SEKITAR STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM

HEALTH RISK POTENTIAL ANALYSIS OF GROUNDWATER POLLUTION AROUND GAS STATION AREA

Gusti Anwar D

dgustianwar@yahoo.com

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

Abstract

Water is a very important natural resource for living creatures and the environment. Most of the population, especially the people of Indonesia use groundwater as the main source of water for daily needs. The quality of ground water is influenced by the presence or absence of pollutants entering the soil and ground water. One of the pollutants of ground water can be sourced from chemicals derived from fuel oil products is BTEX compounds. BTEX is an organic pollutant which stands for benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene, which contains volatile carbon at certain pressures and temperatures that can contaminate soil and ground water, one of which is through leaking underground tank storage of fuel oil products. The potential contamination of BTEX content due to leakage of underground fuel tanks and spreading into groundwater can come from various sources of exposure such as through oral, dermal and inhalation. To be able to know the potential exposure of the pollutant then conducted a risk analysis to the respondent exposed. Health and environmental risk analysis is an approach to calculating or estimating risks to human health exposed by a particular substance or chemical, including identification of potential uncertainties, searching or identification of a particular exposure. Based on the result of the research, it is known that the absence of BTEX contamination potential in SPBU 'X' Yogyakarta with the test result of 3 samples has different naming of benzene compound and retention time with BTEX standard solution, and on calculation of risk analysis to respondents with oral and dermal exposure still within threshold Safe noncancer under $RQ > 1$ and cancer under $ECR > 10^{-4}$.

Keywords: BTEX, gas stations, groundwater contamination, risk analysis, GCMS, SPE

Abstrak

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Sebagian besar penduduk khususnya masyarakat Indonesia menggunakan air tanah sebagai sumber mata air utama untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kualitas air tanah dipengaruhi oleh ada atau tidaknya zat pencemar yang masuk ke dalam tanah dan air tanah. Salah satu pencemar air tanah dapat bersumber dari zat kimia yang berasal dari produk bahan bakar minyak yaitu senyawa BTEX. BTEX adalah polutan organik yang merupakan singkatan untuk benzena, toluena, etil benzena, dan xilena, yang mengandung karbon mudah menguap pada tekanan dan temperatur tertentu yang dapat mencemari tanah dan air tanah, salah satunya adalah melalui kebocoran tangki bawah tanah penyimpanan produk bahan bakar minyak. Potensi pencemar kandungan BTEX akibat kebocoran tangki BBM bawah tanah dan menyebar kedalam air tanah dapat berasal dari berbagai sumber paparan seperti melalui oral, dermal dan inhalasi. Untuk dapat mengetahui potensi paparan pencemar tersebut maka dilakukan sebuah analisis risiko terhadap responden terkena paparan. Analisis risiko kesehatan dan lingkungan merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada kesehatan manusia yang terpapar oleh suatu bahan atau zat kimia tertentu, termasuk identifikasi terhadap adanya potensi faktor ketidakpastian, upaya penelusuran atau identifikasi pada pajanan tertentu. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa tidak adanya potensi pencemaran BTEX di SPBU 'X' Yogyakarta dengan hasil pengujian 3 sampel memiliki perbedaan penamaan senyawa Benzena dan waktu retensi dengan larutan standard BTEX, dan pada perhitungan analisis risiko terhadap responden dengan pajanan oral dan dermal masih dalam ambang batas aman nonkanker dibawah nilai $RQ > 1$ dan kanker dibawah nilai $ECR > 10^{-4}$.

Kata kunci: BTEX, SPBU, Pencemaran air tanah, Analisis risiko, GCMS, SPE

I. PENDAHULUAN

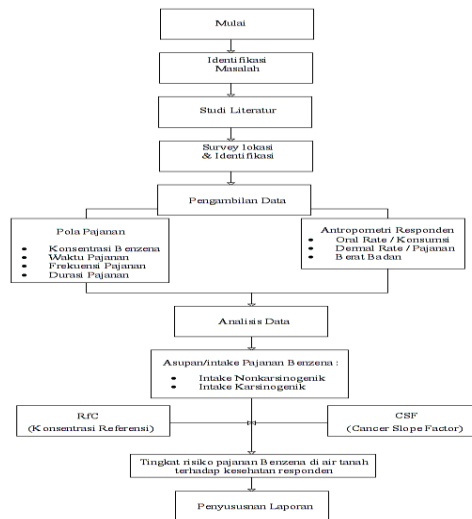
Air tanah relatif memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan air permukaan dan secara geografis air tanah tidak mudah tercemar sehingga lebih layak digunakan dibanding air permukaan. Kualitas air tanah dipengaruhi oleh ada atau tidaknya zat pencemar yang masuk ke dalam tanah dan air tanah dan faktor kondisi fisik daerah tersebut seperti kondisi geologi, karakteristik tanah dan elevasi. Hal ini disebabkan air tanah terdapat pada lapisan tanah atau batuan dibawah permukaan tanah, sehingga mempengaruhi tingkat kerentanan air tanah terhadap suatu pencemaran (Marsono, 2009).

Salah satu pencemar air tanah dapat bersumber dari zat kimia yang berasal dari produk bahan bakar minyak yaitu senyawa BTEX. Bensin, minyak pelumas, minyak pemanas dan bahan bakar diesel merupakan beberapa contoh tumpahan produk bahan bakar minyak yang berasal melalui kebocoran tangki bawah tanah tersebut dan dapat berpotensi terpapar kedalam tanah dan aliran air tanah (Salanitro et al, 1997). BTEX termasuk golongan bahan kimia bersifat racun atau toksik terhadap kesehatan karsinogenik dan nonkarsinogenik, sifat karsinogenik merupakan suatu sifat penyakit sebagai pemicu timbulnya kanker terhadap kesehatan responden (Gammon, 2008). Sedangkan sifat nonkarsinogenik merupakan sifat penyakit yang mempengaruhi sistem hematopoietik yaitu kemampuan pembentukan sel darah, susunan saraf pusat dan mempengaruhi sistem reproduksi (Han, 2011), kemudian sifat nonkarsinogenik dapat meningkatkan stres oksidatif yaitu ketidakmampuan tubuh menerima radikal bebas (Bae, 2010).

Potensi pencemar kandungan BTEX akibat kebocoran tangki BBM bawah tanah dan menyebar kedalam air tanah dapat berasal dari berbagai sumber paparan seperti melalui oral yaitu meminum atau tertelan, dermal yaitu kontak kulit seperti penggunaan air mandi, inhalasi atau terhirup dan kontak mata secara langsung. Kecenderungan masyarakat menggunakan air tanah sebagai kebutuhan sehari-hari tanpa mengetahui ada atau tidaknya paparan pencemar dalam air tanah akan berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat tersebut. Untuk dapat mengetahui potensi paparan pencemar tersebut maka dilakukan sebuah analisis risiko atau penilaian risiko terhadap responden terkena paparan. Penilaian risiko adalah upaya untuk mengukur risiko terhadap potensi paparan yang membahayakan bagi kesehatan manusia. Analisis risiko kesehatan dan lingkungan merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada kesehatan manusia yang terpapar oleh suatu bahan atau zat kimia tertentu, termasuk identifikasi terhadap adanya potensi faktor ketidakpastian, upaya penelusuran atau identifikasi pada pajanan tertentu.

II. METODE PENELITIAN

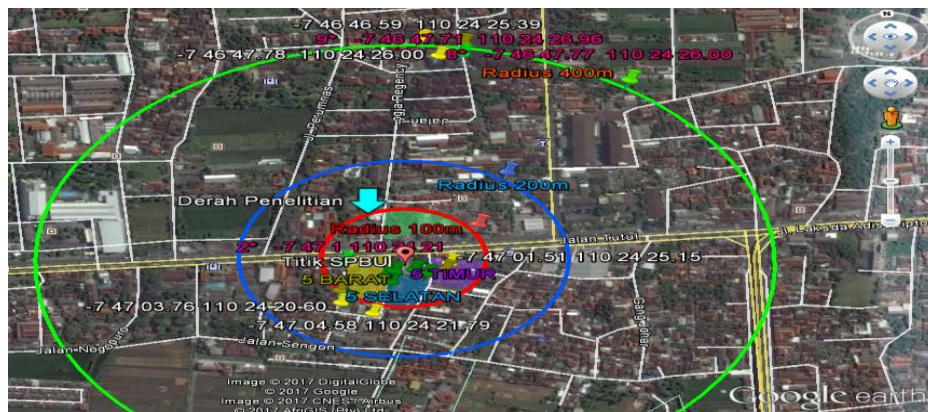
A. Diagram Alir Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Lokasi Penelitian

SPBU 'X' terletak di Jalan Laksda Adisucipto Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebelah selatan, barat dan timur SPBU langsung berbatasan dengan pemukiman padat penduduk berupa pekarangan perumahan dan pertokoan, sebelah utara SPBU adalah pemukiman perumahan elit serta beberapa universitas. Pada umumnya masyarakat disekitar SPBU 'X' mengandalkan air sumur untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari yaitu kebutuhan minum, pencucian, memasak, mandi dan kebutuhan lain yang berkaitan dengan penggunaan air sumur.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

C. Metode Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pembagian kuisisioner yang ditujukan kepada masyarakat disekitar SPBU 'X' Yogyakarta sebagai bahan analisis yang nantinya akan dilakukan. Sedangkan data sekunder berupa data antropometri responden (meliputi data umur, jenis kelamin berat badan, lama tinggal) dan pola aktivitas responden. Data sekunder digunakan sebagai data pembantu dalam analisis data. Berdasarkan hasil data kuesioner dan wawancara yang didapatkan di lapangan, maka dapat dilakukan analisis data menggunakan perhitungan metode ADI (*Acceptable Dayli Intake*).

D. Metode SPE (*Solid Phase Extraction*)

Solid Phase Extraction atau ekstraksi fase padat merupakan metode pemisahan dimana senyawa yang terlarut atau tersuspensi dalam campuran cairan dipisahkan dari senyawa lain dalam campuran sesuai dengan sifat fisik dan kimianya. Prinsip ekstraksi fase padat yaitu analit yang terlarut dalam suatu pelarut yang memiliki daya elusi rendah dimasukkan kedalam cartridge dan kemudian akan terperangkap pada medium SPE. Analit tersebut kemudian dapat dibilas dengan pelarut lain yang berdaya elusi rendah dan kemudian akhirnya dielusi dengan pelarut berdaya elusi kuat bervolume kecil (Watson, 2010).

Tahapan ekstrkasi sampel mengacu pada penelitian (Filho et al., 2013) dengan penggunaan jenis alat adalah SPME 85µm PDMS fiber (Supelco, Bellefonte, PA, USA), cartridge C18, 6ml, dan 1,0 sorbent. Pada penelitian analisis risiko kali ini SPE yang digunakan adalah jenis SPE Sepalco Visiprep TM DL dengan sistem operasional menggunakan vakum dan menggunakan kolom cartridge Supelclean C18 505471, kapasitas kolom 6ml, kapasitas sorben 1g, larutan pengiring yang ditambahkan adalah methanol. Tahapan ekstraksi sampel menggunakan SPE Sepalco Visiprep TM DL dilaboratorium

untuk kemudian hasil dari elusi sampel siap untuk di injeksi ke GC-MS untuk dapat menganalisis besaran konsentrasi dan deteksi senyawa yang terdapat pada sampel analisis.

E. Metode GC-MS (*Gas Chromatographi dan Mass Spektrometri*)

GC-MS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit (Muntaha, 2013). Gas kromatografi merupakan salah satu teknik spektroskopi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Gas kromatografi biasa digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat pada campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas (Muntaha, 2013).

Pada spectra GC jika terdapat bahwa dari sampel mengandung banyak senyawa, yaitu terlihat dari banyaknya puncak (peak) dalam spektra GC tersebut. Untuk spektra GC, informasi terpenting yang didapat adalah waktu retensi untuk tiap-tiap senyawa dalam sampel. Sedangkan untuk spektra MS, bisa diperoleh informasi mengenai massa molekul relatif dari senyawa sampel tersebut (Muntaha, 2013).

F. Metode LOD dan LOQ

Perhitungan LOD (Limit Of Detektion), yaitu batas deteksi jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan, batas deteksi merupakan parameter uji batas. LOQ (Limit Of Quantification) yaitu batas kuantitasi parameter pada analisis, diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama (Riyanto, 2014).

$$\text{LOD} = 3 S_a / b$$

$$\text{LOQ} = 10 S_a / b$$

S_a adalah standard deviasi dan b adalah slope

Batas deteksi dan kuantitasi dapat dihitung secara statistik melalui garis linear dan kurva kalibrasi. Nilai pengukuran akan sama dengan nilai b dan persamaan garis linear $y = a + bx$, sedangkan simpangan baku sama dengan simpangan baku residual (Sy / x).

a. Batas deteksi (LOD)

Karena $k = 3$, simpangan baku (Sb) = Sy / x , maka :

$$LOD = (3 Sy / x) / Sl$$

b. Batas kuantitasi (LOQ)

Karena $k = 10$, Simpangan baku (Sb) = Sy / x , maka:

$$LOQ = (10 Sy / x) / Sl$$

G. Metode Analisis Risiko ADI (*Acceptable Dayli Intake*)

Konsentrasi asupan kontaminan dapat diperkirakan dengan menggunakan mean paparan kontaminan dalam hubungannya dengan variabel populasi terpapar dan variabel penilaian yang ditentukan. Intake air minum yang terkontaminasi paparan merupakan kajian yang paling umum. Asupan untuk paparan kontaminan yang ditularkan melalui menelan air (*oral*) adalah oleh persamaan berikut:

$$I = \frac{CW \times CR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Dimana:

- CW = Konsentrasi kontaminan dalam air (mg/l)
- CR = Laju kontak (liter/jam) 50 l/jam
- ET = Waktu paparan (jam/even), jalur media spesifik
- EF = Frekuensi paparan, rerata 7 h/tahun
- ED = Durasi paparan (tahun), 30 th/tempat tinggal untuk 95 persentil, dan 9 tahun/tempat tinggal bagi 50 persentil.
- BW = Berat badan (kg), 70 kg untuk orang dewasa
- AT = Rerata waktu (hari), 365 h/tahun x 70 th, jalur spesifik.

Asupan untuk paparan kontaminan yang ditularkan melalui kulit (dermal) adalah oleh persamaan berikut:

$$I = \frac{CW \times SA \times PC \times ET \times EF \times ED \times CF}{BW \times AT}$$

Dimana:

- CW = Konsentrasi kontaminan dalam air (mg/l)
- SA = Skin Surface Contact Area (cm²)
- PC = Dermal Permeability Constan (cm/jam), 0,11
- ET = Waktu paparan (jam/even), jalur media spesifik
- EF = Frekuensi paparan, rerata 7 h/tahun
- ED = Durasi paparan (tahun), 30 th/tempat tinggal untuk 95 persentil, dan 9 tahun/tempat tinggal bagi 50 persentil.

CF	=	Faktor Konversi Volumetrik untuk Air, (1liter/1000m3)
BW	=	Berat badan (kg), 70 kg untuk orang dewasa
AT	=	Rerata waktu (hari), 365 h/tahun x 70 th, jalur spesifik.

Perhitungan Intake dilakukan satu persatu tergantung pada jalur/medium pajanan berbeda. Namun pada akhirnya semua pajanan harus ditentukan, dan dijumlahkan.

H. Metode Penentuan Nonkarsinogenik dan Karsinogenik

Risiko non karsinogenik diperoleh dari indeks bahaya (HI), yang merupakan rasio dari asupan harian kronis dengan RFD:

$$HI = \frac{I}{RfD}$$

Dimana :

HI	=	Indeks Bahaya
I	=	Asupan (mg/kg)
Rfd	=	Dosis Referensi, 0,029

Jika indeks bahaya adalah <1.0, maka reseptor yang terkena konsentrasi tidak menimbulkan bahaya karena adanya detoksifikasi dan mekanisme lainnya sehingga mencegah efek toksik yang berasal dari paparan kontaminan. Nilai kuantitatif yang diperoleh dari HI bukanlah nilai risiko, berarti hal ini tidak menunjukkan probabilitas yang buruk sebagai akibat dari exposure. Indeks bahaya hanya memberikan indikasi adanya kemungkinan atau tidak adanya efek dari paparan noncarcinogens (Han, 2011).

Risiko karsinogenik adalah fungsi dari asupan harian kronis, dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Risk = CDI \times SF$$

Dimana:

Risk	=	Probabilitas risiko karsinogenik
SF	=	Faktor kemiringan karsinogenik, 0,029
CDI	=	Asupan harian kronis (mg/kg), Intake

Nilai untuk risiko adalah titik kuantitatif akhir yang ditentukan dalam perhitungan penilaian risiko. Seperti noncarcinogens, istilah risiko dihitung untuk setiap kontaminan, setiap rute paparan, dan

untuk semua set reseptor populasi, setiap elemen risiko kemudian dijumlahkan untuk memberikan nilai risiko kumulatif.

III. Hasil Penelitian dan Analisis Data

A. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil kuesioner dan observasi lapangan didapat hasil data terhadap identitas antropometri dan sosio-demografi responden, keseluruhan hasil wawancara yaitu berjumlah 10 kepala keluarga dengan total 26 responden dengan variasi responden rata-rata berjumlah dua sampai dengan tiga orang dalam satu keluarga. Kemudian diperoleh 3 sampel air tanah yang berasal dari 3 titik sumur responden tepat dibagian selatan SPBU 'X' untuk kemudian sampel air tanah dibawa ke laboratorium untuk diekstraksi dan kemudian hasil elusi sampel di injeksikan ke GC-MS. Selanjutnya hasil injeksi sampel dibandingkan dengan hasil injeksi larutan standard, diperoleh bahwa hasil injeksi sampel belum terdeteksi senyawa BTEX sehingga dibutuhkan data kurva kalibrasi senyawa Benzena untuk kemudian dimasukkan kedalam rumusan LOD dan LOQ untuk diperoleh hasil konsentrasi larutan yang dibandingkan dengan larutan standard dari konsentrasi 20-0,1ppm.

1. Hasil Injeksi GC-MS

Hasil pengujian larutan standard dan pengujian sampel menggunakan GC-MS menghasilkan grafik kromatogram yang didalamnya terdapat waktu retensi atau retention time (R_t) dan peak area yang menunjukkan senyawa yang teridentifikasi dalam larutan standard dan sampel air tanah. Dari hasil tabel identifikasi senyawa BTEX pada konsentrasi 40ppm, beberapa dari larutan standard (20; 10; 5; 1; 0,5; 0,1; 0,2 ppm) digunakan untuk membentuk kurva kalibrasi sebagai penentuan nilai konsentrasi dari sampel uji dengan larutan standard.

Tabel 1. Hasil Injeksi standard 20-0,2ppm

Konsentrasi	Nama	Retention Time	m/z
20ppm	Benzena	3,458	78
10ppm	Benzena	3,456	78

5ppm	Benzena	3,466	78
1ppm	Benzena	3,479	78
500ppb	Benzena	3,470	78
100ppb	Benzena	3,473	78
40ppb	Benzena	3,441	76
20ppb	Benzena	3,457	76

Pada identifikasi senyawa BTEX diatas hanya senyawa Benzena yang terdeteksi disebabkan beberapa faktor, antara lain faktor larutan standard yang telah lama terbuka dengan sifat standard mudah menguap, karena keterbatasan alat GC-MS dan keterbatasan laboran dalam menganalisis dan dalam melakukan proses pengenceran dan proses ekstraksi.

2. Hasil Perhitungan Analisis risiko

a. Perhitungan RQ (Nonkanker) Oral Intake

Tabel 2. Nilai RQ Realtime dan 95 Percentile

Golongan Usia	Nilai Intake Realtime	Nilai RQ	Nilai Intake 95 Percentile	Nilai RQ	Status RQ
Anak-anak	0,0001	0,003	0,0003	0,01	≤ 1
Remaja	0,0002	0,005	-	-	≤ 1
Dewasa	0,0002	0,008	-	-	≤ 1
Lanisa	0,0004	0,01	-	-	≤ 1

Nilai RQ realtime dan nonkanker pada masing-masing usia responden belum berisiko dapat menimbulkan efek kesehatan nonkanker karena masih dalam ambang batas $<1,0$.

b. Perhitungan ECR (Kanker) Oral Intake

Tabel 3. Perhitungan Oral Intake 95 Percentile

Golongan Usia	Nilai Intake Lifetime	Nilai ECR	Status RQ
Anak-anak	0,0003	0,00001	$\leq 10^{-4}$
Remaja	0,0003	0,00001	$\leq 10^{-4}$
Dewasa	0,0002	0,00001	$\leq 10^{-4}$
Lanisa	0,0002	0,00001	$\leq 10^{-4}$

Perhitungan risiko kesehatan berpotensi kanker terhadap responden untuk masing-masing golongan usia yaitu sebesar 0,00001, artinya nilai risiko berpotensi kanker ini belum melebihi ambang batas ($ECR \leq 10^{-4}$).

c. Rekapitulasi Perhitungan Dermal Intake, Paparan Realtime, 95 Percentile dan Lifetime

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Dermal Intake

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia
Konsentrasi benzena (C)	mg/l	0,006	0,006	0,006	0,006
Luas Permukaan Tubuh (SA)	cm ²	1,485	1,815	1,815	1,815
Permeabilitas Kulit (PC)	cm/jam	0,11	0,11	0,11	0,11
Frekuensi paparan (EF)	hari/tahun	365	365	365	365
Waktu paparan (ET)	hari	0,2	0,2	0,2	0,2
Durasi paparan (ED), realtime	tahun	8	18	35	55
Durasi paparan (ED), 95 percentile	tahun	30	-	-	-
Durasi paparan (ED), lifetime	tahun	70	70	70	70
Konversi volumetrik air (CF)	l/m ³	0,001	0,001	0,001	0,001
Berat badan (BB)	kg	26	47	61	61
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*30 tahun (nonkanker)	hari/tahun	10950	10950	10950	10950
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*70 tahun (kanker)	hari/tahun	25550	25550	25550	25550
Intake Realtime		0,00000002	0,000000003	0,000000005	0,000000007
Intake 95 Percentile		0,00000001	-	-	-
Intake Lifetime		0,00000001	0,00000001	0,000000004	0,000000004

Dari hasil perhitungan intake dermal dapat dikatakan bahwa risiko nonkanker dan risiko kanker responden masih aman karena nilai intake dermal lebih kecil dari perhitungan nilai intake oral.

KESIMPULAN

1. Tidak adanya potensi pencemaran air tanah oleh senyawa Benzena di SPBU 'X' Daerah Istimewa Yogyakarta, dibuktikan dengan hasil injeksi GC-MS pada 3 sampel yang digunakan terdapat perbedaan penamaan senyawa Benzena dan waktu retensi.
2. Untuk setiap golongan usia nilai RQ masih dalam ambang batas aman, yaitu untuk nilai nonkanker ($RQ > 1$). Pada perhitungan nilai risiko berpotensi kanker semua hasil perhitungan masih dalam ambang batas aman ($ECR > 10^{-4}$).
3. Perhitungan analisis risiko pada paparan dermal masih dalam ambang batas aman terhadap kesehatan karena nilai intake yang dihasilkan masih dibawah nilai intake paparan oral yaitu lebih kecil dari nilai 0,0002.

DAFTAR PUSTAKA

- Marsono. 2009. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali Di Permukaan. *Tesis Pasca Sarjana pada Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP*. Semarang.
- Bae, S. et al. 2010. Exposures to particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons and oxidative stress in schoolchildren. *Environ Health Perspect.* 118:579–83.
- Gammon, MD., Santella, RM. 2008. PAH, genetic susceptibility and breast cancer risk: an update from the long island breast cancer study project. *Eur J Cancer.* 44:636–640.
- Han, X, et al. 2011. Association between urinary polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites and sperm DNA damage: a population study in Chongqing, China. *Environ Health Perspect.* 119(5): 652-7.
- Salanitro, JP, Dorn, PB, Huesemaann, MH, Moore, KO, Rhodes, IA, Rice, JLM, Vipond, TE, Western, MM, Wisniewski, H.L. Crude oil Hydrocarbon and Soil Ecotoxicity Assessment. *Environ. Sci. Technol.* 1997; 31, 1769 – 1776.
- Irajá N. Filho,* Nathália C. Viecei, Eduardo M. Cardoso and Eduardo R. Lovatel, 2013. Analysis of BTEX in Experimental Columns Containing Neat Gasoline and Gasoline- Ethanol. Center of Exact Sciences and Technology, Institute of Environmental Sanitation, University of Caxias do Sul, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, 95070-560 Caxias do Sul-RS, Brazil
- Supelco, Sample Preparation Solid Phase Extraction. 2016. Diunduh dari <http://www.sigmaaldrich.com/analytical-chromatography.html>. 13 September. 01.55 WIB.
- Riyanto, 2014. Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi. Deepublish.