

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terbagi menjadi 4 lokasi SPBU yakni SPBU A, B, C dan D. SPBU “A” terletak di Jalan Monjali no 78 C Sinduadi Mlati Sleman, SPBU “B” di jalan Besi – Jangkang KM 1.7 Mindi Sukoharjo Sleman, SPBU “C” terletak di Jalan Magelang Sendangsadi Mlati Sleman dan SPBU “D” terletak di Jalan Taman Siswa Wirogunan, Mergangsan Daerah istimewa Yogyakarta. Pada SPBU A, sebelah utara, selatan dan timur langsung berbatasan dengan pemukiman padat penduduk berupa perkarangan perumahan, pertokoan, rumah susun, rumah ibadah pura/ masjid, rumah makan skala besar dan kecil. Sedangkan untuk sebelah selatan SPBU masih terdapat beberapa persawahan milik warga dan adanya jalur air selokan mataram yang merupakan kanal irigasi yang menghubungkan Kali Progo di barat dan Sungai Opak di timur.

Lokasi di SPBU B didominasi oleh persawahan milik warga pada bagian selatan SPBU. Di sebelah utara dan barat berbatasan dengan perumahan dan pertokoan skala besar dan kecil, dengan beberapa lahan kosong. Sedangkan untuk sebelah timur terdapat pertokoan, perumahan warga serta persawahan. Pada umumnya masyarakat yang tinggal di sebelah timur memilih menggunakan air PDAM untuk kebutuhan mandi, makan dan minum. Beberapa diantaranya juga mempunyai sumur yang hanya digunakan untuk irigasi (irigasi tradisional dengan ember).

SPBU C berbatasan langsung dengan pertokoan skala besar dan perumahan padat penduduk di sebelah timur. sebelah utara terdapat fasilitas pendidikan serta terdapat pula fasilitas olahraga yakni lapangan bola. Belakang SPBU yakni sebelah barat dipenuhi dengan perumahan warga, bengkel serta fasilitas ibadah yakni masjid. Sedangkan untuk sebelah selatan dipadati

dengan pertokoan skala besar serta beberapa perumahan yang berjenis kos-kosan/kontrakan.

SPBU D di sebelah selatan, utara, barat dan timur langsung berbatasan dengan pemukiman padat penduduk, pertokoan skala besar dan kecil, pasar sentul, fasilitas pendidikan (Universitas dan Sekolah Menengah Atas) Dan juga terdapat Lembaga Pemasaryakatan Wirogunan Kelas II A Yogyakarta.

4.2 Data Hasil Observasi Lapangan

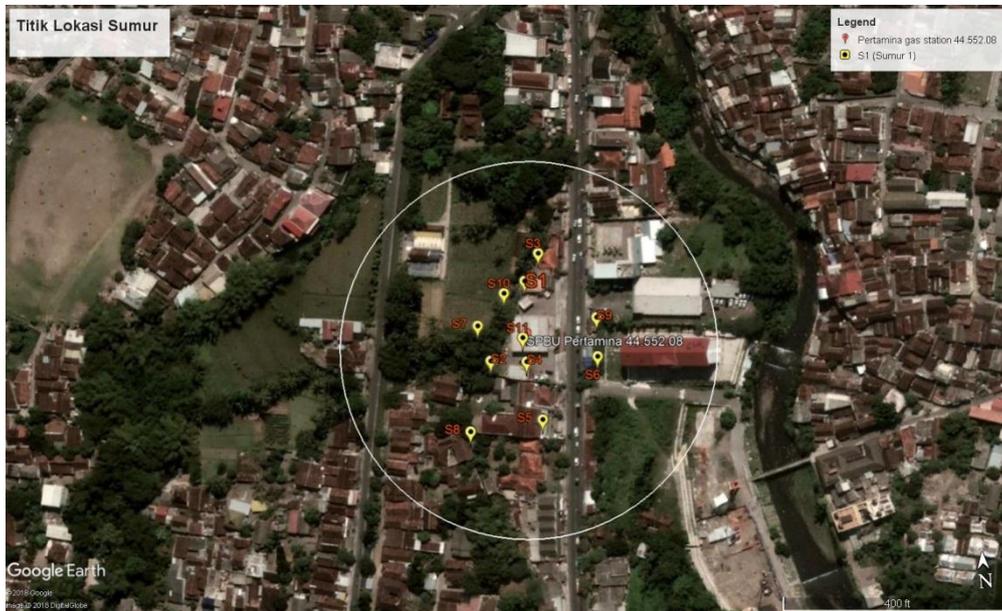
4.2.1 Data Hasil Observasi Sumur Responden

Wawancara dibagi menjadi empat daerah penelitian, yakni zona A, B, C dan D pada tiap lokasi SPBU. Pembagian zona ini agar memudahkan dalam proses *screening* warga yang menggunakan air sumur dengan jarak total penelitian adalah radius 100 - 400 meter dari titik SPBU. Tabel 4.1 dibawah ini menjelaskan mengenai jarak SPBU ke titik sumur sampel (meter) dan Kedalaman sumur (meter) yang didapatkan dari hasil wawancara kepada responden.

Tabel 4.1 Data Sumur Sampel

Jarak SPBU ke Sumur										
S* 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11
SPBU A										
30	25	40	18	50	45	25	63	35	20	5
Kedalaman sumur										
10	8	10	7	15	15	10	10	10	5	-
SPBU B										
30	25	30	15	20	25	60	5			
Kedalaman Sumur										
8	9	9	5	8	8	15	3			
SPBU C										
15	50	25	20	40	35	20	64	5		
Kedalaman Sumur										
8	15	15	8	10	10	10	30	-		
SPBU D										
30	26	17	45	22	15	43	53	5		
Kedalaman Sumur										
15	9	7	20	10	8	15	20	-		

(S* 1 adalah keterangan sumur, nomor sumur menunjukkan banyak sumur yang dijadikan sampel).



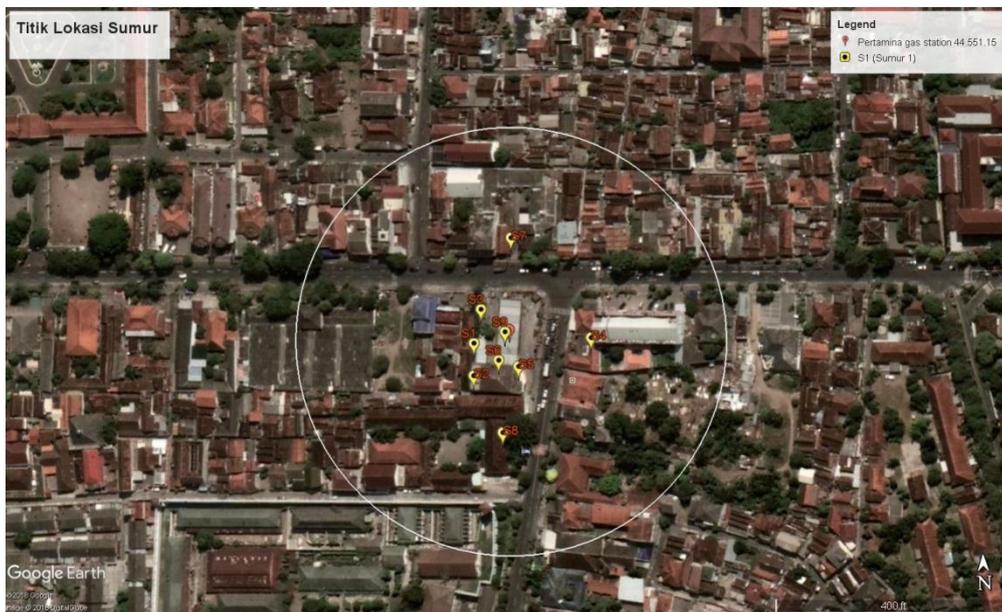
Gambar 4.1 Titik Sampel Sumur SPBU A
(Sumber : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 4.2 Titik Sampel Sumur SPBU B
(Sumber : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 4.3 Titik Sampel Sumur SPBU C
(Sumber : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 4.4 Titik Sampel Sumur SPBU D
(Sumber : *Google Earth Pro*, 2018)

4.2.2 Data Hasil Kuisisioner

Hasil data kuisisioner berupa wawancara dengan hasil kuisisioner berupa identitas antropometri dan sosio-demografi responden, keseluruhan hasil wawancara yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Keterangan Jumlah Kepala Keluarga dan Responden

No	Lokasi SPBU	Jumlah Kepala Keluarga (KK)	Jumlah Responden
1	A	32 KK	109
2	B	16 KK	59
3	C	24 KK	87
4	D	24 KK	84

(Sumber : Hasil Kuisisioner)

Varian jumlah jiwa dalam 1 KK tiap SPBU rata-rata adalah 4-5 jiwa, dengan perbandingan jenis kelamin di tiap SPBU adalah 49% berjenis kelamin perempuan dan 51% berjenis kelamin laki-laki pada SPBU A dan B, sedangkan SPBU C adalah 54% berjenis kelamin perempuan dan 46% berjenis kelamin laki-laki dan untuk SPBU D perbandingan jenis kelamin adalah 52% untuk berjenis kelamin perempuan dan 48% berjenis kelamin laki-laki. Faktor jenis kelamin mempengaruhi keinginan dan kemampuan masyarakat untuk berpartisipasi. Menurut Plumer (2004) biasanya pemikiran laki-laki dan perempuan mengenai suatu permasalahan berbeda sudut pandangnya.

4.2.2.1 Usia Responden

Usia responden didapat dari hasil wawancara terhadap 32 KK untuk SPBU A, 16 KK untuk SPBU B dan 24 KK untuk SPBU C dan D. Dengan total responden dapat dilihat pada tabel 4.2. usia responden dihitung berdasarkan waktu kelahiran sampai tahun dilakukan penelitian dengan satuan satu tahun. Dari hasil wawancara dilapangan untuk mengetahui kategori usia responden maka penulis mengklasifikasikan usia responden

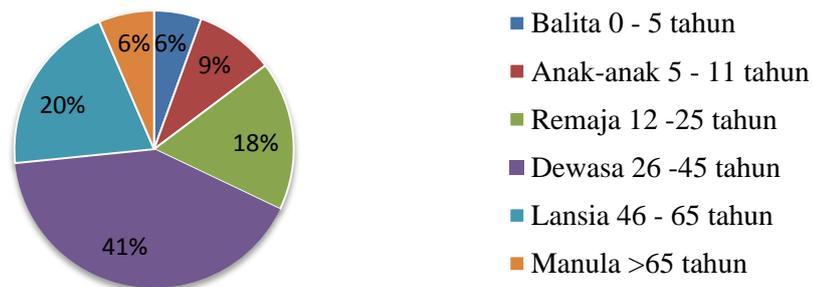
berdasarkan data Kategori Umur Menurut DEPKES RI 2009. Klasifikasi Kategori Umur Menurut DEPKES RI 2009 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Kategori umur menurut DEPKES RI 2009

Kategori	Umur (tahun)
Balita	0 – 5
Anak-anak	5 – 11
Remaja Awal	12 – 16
Remaja Akhir	17 – 25
Dewasa Awal	26 – 35
Dewasa Akhir	36 – 45
Lansia Awal	46 – 55
Lansia Akhir	56 – 65
Manula	> 65

(Sumber : DEPKES R1 2009)

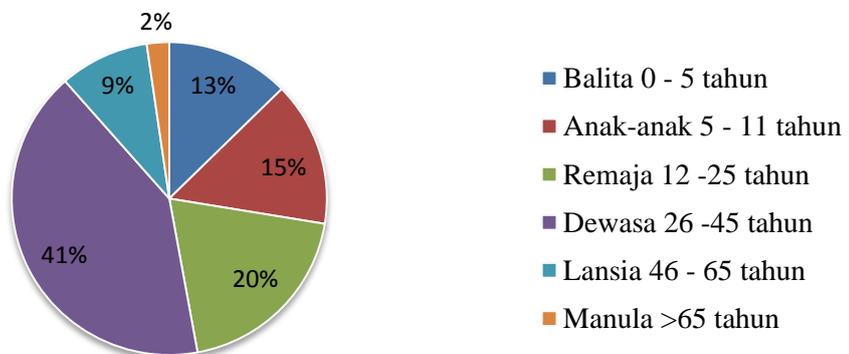
Tabel 4.3 merupakan hasil Riset Kesehatan Dasar dan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.75 Tahun 2013, dengan ketentuan golongan usia yaitu anak-anak (5-11) tahun, remaja (12-25), dewasa (26-45) tahun dan lansia (46-65) tahun. Dengan tabel diatas maka pembagian usia pada tiap SPBU adalah sebagai berikut:



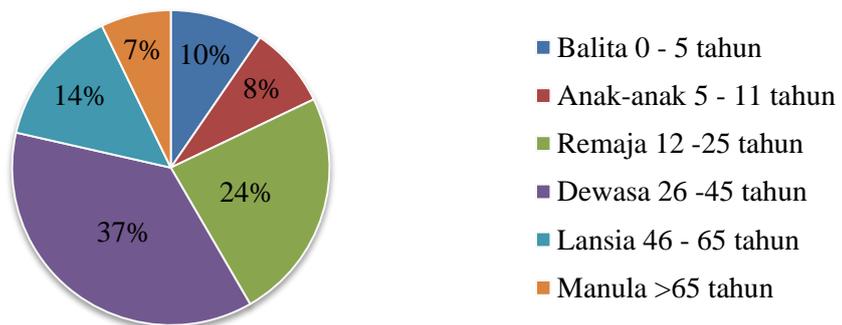
Gambar 4.5 Perbandingan Usia Responden SPBU A



Gambar 4.6 Perbandingan Usia Responden SPBU B



Gambar 4.7 Perbandingan Usia Responden SPBU C



Gambar 4.8 Perbandingan Usia Responden SPBU D

4.2.2.2 Berat Badan Responden (BB/Wb)

Berat badan responden didapatkan langsung saat pengukuran dengan menggunakan alat timbangan, berat badan yang dipakai adalah berat badan saat dilakukan penelitian dengan satuan kilogram (kg). Adapun data distribusi berat badan responden pada tiap SPBU adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Distribusi Berat Badan (Wb/BB) Responden SPBU A

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
5 – 15	5	10	50	5
16 - 25	4	20	80	9
26 - 35	4	30	120	13
36 - 45	10	40	400	23
46 - 55	27	50	1350	50
56 – 65	41	60	2460	91
66 – 75	15	70	1050	106
>76 - 85	3	80	240	109
Total	109		5750	
Minimal		10		
Maksimal		85		
Mean		45		
Median		45		

(Sumber : Hasil perhitungan dengan data responden SPBU A)

Pada SPBU A, nilai rata-rata BB responden adalah 45 kg dan untuk nilai maksimal BB responden yang dimiliki adalah 85 Kg dengan jumlah jumlah responden adalah 1 orang, dan nilai minimal BB responden adalah 10 Kg dengan jumlah responden 2 orang.

Tabel 4.5 Distribusi Berat Badan (Wb/BB) Responden SPBU B

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
5 – 15	4	10	40	4
16 – 25	1	20	20	5
26 – 35	2	30	60	7
36 – 45	13	40	520	20
46 – 55	12	50	600	32

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
56 – 65	15	60	900	47
66 – 75	7	70	490	54
>76 – 85	5	80	400	59
Total	59		3030	
Minimal		5		
Maksimal		85		
Mean		45		
Median		45		

(Sumber : Hasil perhitungan dengan data responden SPBU B)

Tabel 4.6 Distribusi Berat Badan (Wb/BB) Responden SPBU C

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
5 – 15	8	10	80	8
16 – 25	5	20	100	13
26 – 35	6	30	180	19
36 – 45	10	40	400	29
46 – 55	21	50	1050	51
56 – 65	24	60	1440	75
66 – 75	9	70	630	84
> 76 - 85	4	80	320	88
Total	87		4200	
Minimal		5		
Maksimal		87		
Mean		45		
Median		45		

(Sumber : Hasil perhitungan dengan data responden SPBU C)

Tabel 4.7 Distribusi Berat Badan (Wb/BB) Responden SPBU D

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
12–15	5	10	50	5
16 – 25	2	20	40	7
26 – 35	3	30	90	10

Berat Badan (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)
36 – 45	8	40	320	18
46 – 55	18	50	900	36
56 – 65	29	60	1740	65
66 – 75	13	70	910	78
76 – 85	6	80	480	84
Total	84		4530	
Minimal		5		
Maksimal		88		
Mean		45		
Median		45		

(Sumber : Hasil perhitungan dengan data responden SPBU D)

Berat badan (BB) rata-rata tiap SPBU adalah 45 kg, dengan BB minimal 5 kg. Untuk SPBU B minimal BB adalah 87 dengan frekuensi sebanyak 5 responden. Untuk SPBU C maksimal BB adalah 80 kg untuk SPBU D adalah 88 Kg dan BB minimal adalah 5 kg dengan nilai rata-rata BB adalah 45 kg. Dari data distribusi BB tiap SPBU diatas maka dapat diklasifikasikan berdasarkan golongan usia sesuai dengan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas, 2007) dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.75 Tahun 2013, yaitu seperti tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.8 Distribusi Rincian Nilai BB Responden sesuai Golongan Usia

Golongan	Usia (tahun)	Berat Badan (kg)	SPBU	Nilai Max BB (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Min	Max	Mean
Balita	0 - 5 tahun	7 - 25	A	15	5		80	10	15	16
			B	11	4	16	64	10	11	16
			C	21	8		128	9	21	16
			D	25	8		128	7	25	16
Anak-anak	5 - 11 tahun	19 – 34	A	30	8		208	20	30	26
			B	32	1	26	26	32	32	26
			C	30	7	26	182	20	30	26
			D	34	1		26	34	34	26

Golongan	Usia (tahun)	Berat Badan (kg)	SPBU	Nilai Max BB (kg)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Min	Max	Mean
Remaja	11 - 25 tahun	34 – 60	A	60	17	47	799	28	60	47
			B	60	13		611	37	60	47
			C	60	13		611	30	60	47
			D	60	17		799	35	60	47
Dewasa	26 - 45 tahun	60 – 62	A	61	12	61	732	60	61	61
			B	60	2		122	60	60	61
			C	61	8		488	60	61	61
			D	61	7		427	60	61	61
Lansia	46 - 65 tahun	62 – 60	A	60	3	61	183	60	60	61
			B	0	0		0	0	0	0
			C	61	2		122	60	61	61
			D	60	3		183	60	60	61
Manula	65 - 85 tahun	40-55	A	53	2	47	94	50	53	47
			B	52	2		94	52	52	47
			C	0	0		0	0	0	0
			D	55	2		94	50	55	47

Tabel 4.8 mendeskripsikan perolehan rata-rata nilai berat badan responden berdasarkan golongan usia balita (16 kg), anak-anak (26 kg), remaja (47 kg), dewasa (61 kg), dan lansia (61 kg) dan manula (47 kg). Berdasarkan Tabel 4.8 rata-rata BB manula hampir sama dengan golongan usia remaja hal tersebut dikarenakan pada golongan usia lanjut muncul gejala anoreksia (penurunan nafsu makan) saat penuaan terjadi. Menurut McDonald dan Rulie (2004) menyatakan bahwa seiring bertambah usia, sejumlah faktor biologis dapat mengubah pola dan nafsu makan. Data total nilai berat badan responden secara klasifikasi akan dimasukkan kedalam rumusan untuk mencari nilai *intake* dengan menggunakan nilai rata-rata tiap golongan usia.

4.2.2.3 Durasi Pajanan Responden (ED)

Lama tinggal atau durasi pajanan (ED) responden dengan satuan tahun didapatkan berdasarkan perhitungan hasil kuisioner dan wawancara terhadap hasil skoring responden di 4 SPBU. Besarnya durasi pajanan dihitung semenjak waktu responden mulai mengkonsumsi air tanah sampai

dengan saat penelitian dilakukan yaitu sampai bulan Januari 2018. Dari hasil analisis didapat lama tinggal atau durasi pajanan responden rata-rata adalah 25 tahun. Data minimal durasi pajanan atau lama tinggal adalah 5 tahun dan maksimal 65 tahun untuk semua SPBU Sehingga, dibutuhkan nilai lama tinggal atau durasi pajanan (ED) rata-rata yang lebih terperinci agar mendapatkan hasil data nilai durasi pajanan responden sesuai dengan golongan usia dengan data tabel dibawah ini :

Tabel 4.9. Distribusi Rincian Nilai Durasi Pajanan Responden Sesuai Golongan Usia

Golongan	Usia (tahun)	Lama Tinggal (tahun)	Frekuensi (f)	Nilai Tengah (m)	f.m	Frekuensi Kumulatif (fk)	Min	Max	Mean
Balita	0 - 5	1 – 5	6	3	18	6	5	1	3
Anak-anak	5 -11	5–11	10	8	40	16	5	11	8
Remaja	12 -25	12–25	19	18	198	34	12	25	18
Dewasa	26 - 45	26 - 45	45	35	210	69	26	45	35
Lansia	46 - 65	46 - 65	22	55	220	124	46	65	55
Manula	> 65 tahun	65-80	7	40	280	164	65	70	68
Total			109		948				

(Sumber : Hasil Analisis Data Kuisisioner)

Tabel 4.9 mendeskripsikan perolehan rata-rata nilai durasi pajanan responden tiap SPBU berdasarkan golongan usia yaitu anak-anak (8 tahun), remaja (18 tahun), dewasa (35 tahun), lansia (55 tahun) dan manula (68 tahun) . Sehingga diperoleh data total nilai durasi pajanan responden secara klasifikasi guna nilai datanya kemudian dimasukkan kedalam rumusan dalam penilaian potensi risiko kesehatan sesuai dengan analisis golongan usia. Durasi pajanan untuk SPBU A, B, C, dan D terdapat pada lampiran dengan nilai rata-rata durasi pajanan yang sama.

4.2.2.4. Waktu Pajanan Responden (ET)

Waktu pajanan adalah lama paparan responden terkena potensi pencemar didapatkan berdasarkan perhitungan hasil kuisisioner dan wawancara terhadap responden masing-masing SPBU dengan satuan hari. Lamanya responden terpapar oleh potensi pencemaran kandungan BTEX pada air tanah

yang digunakan adalah 1 hari untuk pajanan oral (menelan) dan 0,02 hari untuk pajanan dermal, diasumsikan responden menggunakan air untuk kebutuhan mandi dan mencuci hanya dalam waktu 30 menit untuk 2 kali mandi per hari (pagi dan sore) Sehingga, waktu pajanan yang diperoleh adalah 0,02 hari dengan demikian akan dimasukkan kedalam perhitungan analisis risiko untuk dermal eksposur.

4.2.2.5. Frekuensi Pajanan (EF)

Satuan yang dipakai dalam variabel frekuensi pajanan (EF) adalah hari/tahun. Seberapa lama (dalam hari) pajanan benzena yang diterima oleh responden di sekitar SPBU dalam satu tahun. Variabel ini didapat dari hasil perhitungan hari dalam setahun, yaitu 365 hari/tahun. (US – EPA, 1991, dalam Salim, 2011). Berdasarkan hasil wawancara dan hasil perhitungan yang didapatkan, maka dapat ditentukan frekuensi pajanan dalam satu tahun yaitu 365 hari/tahun untuk keseluruhan responden.

4.2.2.6 Pola Aktivitas dan Konsumsi

Pola aktivitas merupakan data penunjang yang diperoleh didasarkan dari hasil wawancara dan kuisisioner sesuai dengan aktivitas sehari-hari responden dalam penggunaan air seperti jumlah penggunaan air untuk minum dan mandi sebagai acuan atas dasar sumber dan jumlah konsumsi responden. Perhitungan *risk assessment* responden golongan usia anak-anak diasumsikan penggunaan air untuk kebutuhan minum adalah 1,4 liter/hari sedangkan untuk golongan usia remaja hingga golongan usia manula adalah 2 liter/hari.

4.2.2.7 Jumlah Penggunaan Air Kebutuhan Mandi Responden

Jumlah air sumur yang digunakan responden sebagai kebutuhan kegiatan mandi sehari-hari didapat berdasarkan hasil wawancara langsung di lapangan dengan pengukuran pola aktivitas responden dengan satuan perhitungan yaitu l/hari. Berdasarkan hasil analisa tersebut, didapat penggunaan air sumur responden sebagai kebutuhan mandi yaitu rata-rata 19

l/hari pada SPBU A & D, sedangkan kebutuhan mandi rata-rata pada SPBU B dan C adalah masing-masing 17 l/hari dan 18 l/hari dengan penggunaan minimal 10 l/hari dan maksimal 25 l/hari. Sehingga data total nilai kebutuhan air mandi responden kemudian dimasukkan kedalam rumusan penilaian potensi risiko kesehatan sesuai dengan analisis golongan usia.

4.2.2.8 Jumlah Penggunaan Air Minum Responden

Jumlah air sumur yang digunakan responden sebagai kebutuhan minum sehari-hari didapat berdasarkan hasil wawancara langsung dilapangan dengan pengukuran pola aktivitas responden satuan perhitungan yaitu liter/hari. Adapun pola distribusi penggunaan air sumur sebagai kebutuhan minum responden pada daerah penelitian adalah rata-rata 2 liter/hari per responden, namun untuk setiap golongan usia anak-anak diasumsikan penggunaan air sebagai kebutuhan minum adalah 1,4 liter/hari disebabkan kondisi antropometri anak-anak yang tidak sama dengan usia golongan dewasa dan lansia (US-EPA, 1989b). Dengan pola aktivitas waktu pajanan maksimal adalah 24 jam atau 1 hari. Pengguna air yang dipilih adalah responden yang hanya menggunakan air sebagai air minum yang sudah dimasak dan menggunakan air sebagai kebutuhan bersih setiap hari.

4.2.2.9 Keluhan Kesehatan

Berdasarkan perhitungan data kuisioner kepada seluruh responden didapatkan data keluhan penyakit subjektif terhadap kesehatan responden sebagai berikut:

Tabel 4.10 Data Keluhan Kesehatan Responden SPBU A

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Sakit Kepala/Pusing	4	37%
Batuk-batuk	2	18%
Mual/gangguan lambung	2	18%

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Keguguran	1	9%
Gangguan haid	2	18%

Tabel 4.11 Data Keluhan Kesehatan Responden SPBU B

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Sakit Kepala/Pusing	4	22%
Batuk-batuk	3	17%
Mual/gangguan lambung	3	17%
Keguguran	1	5%
Gangguan haid	3	17%
Kurang nafsu makan	2	11%
Kulit gatal-gatal/rasa terbakar	1	5%
Kulit sensitif	1	6%

Tabel 4.12 Data Keluhan Kesehatan Responden SPBU C

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Sakit Kepala/Pusing	4	23%
Batuk-batuk	2	12%
Mual/gangguan lambung	4	23%
Gangguan haid	3	18%
Kurang nafsu makan	2	12%
Kulit gatal-gatal/rasa terbakar	1	6%
Kulit sensitif	1	6%

Tabel 4.13 Data Keluhan Kesehatan Responden SPBU D

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Sakit Kepala/Pusing	5	29%
Batuk-batuk	2	12%

Keluhan	Jumlah Responden	Presentase
Mual/gangguan lambung	3	18%
Gangguan haid	4	23%
Kurang nafsu makan	1	6%
Kulit gatal-gatal/rasa terbakar	1	6%
Keguguran	1	6%

Data keluhan kesehatan yang diterima terhadap responden di sekitar SPBU A, B, C dan D adalah keluhan kesehatan yang dialami pada saat wawancara dilapangan dengan waktu keluhan antara satu tahun terakhir atau satu minggu sebelum dilakukan penelitian. Identifikasi keluhan tidak akibat pencemar air tanah oleh benzena atau karena adanya kebocoran tangki penyimpanan bawah tanah. Keluhan penyakit pada tiap responden rata-rata dialami oleh golongan usia dewasa ke usia lansia dengan alasan utama terkena penyakit adalah karena faktor usia. Saat pertambahan usia maka mekanisme proses detoksifikasi akan berkurang dan menurunnya fungsi ekresi ginjal, disamping itu, distribusi zat-zat kimia dalam tubuh dapat berubah juga karena meningkatnya lemak tubuh dan berkurangnya air tubuh (Jarvik dkk.1981)

4.3 Analisis Data senyawa BTEX dengan HS-GC-MS

Penelitian ini melakukan Pengujian larutan standar dan pengujian sampel menggunakan GC-MS menghasilkan grafik kromatogram yang didalamnya terdapat waktu retensi atau *retention time (Rt)* dan peak area atau area puncak yang menunjukkan senyawa-senyawa yang teridentifikasi dalam larutan standar dan sampel air sumur. Pada penelitian ini menggunakan larutan standar digunakan untuk membentuk kurva kalibrasi sebagai penentuan nilai konsentrasi senyawa BTEX kemudian data konsentrasi hasil data kalibrasi digunakan sebagai nilai untuk penentuan analisis risiko lingkungan terhadap

sumur warga yang digunakan masyarakat di sekitar SPBU A,B,C dan D Kota Yogyakarta.

4.3.1 Analisis Data Kalibrasi

Data hasil kalibrasi digunakan sebagai penentuan nilai konsentrasi, kemudian data kalibrasi akan digunakan sebagai nilai untuk menentukan potensi risiko. Berikut adalah tabel data kurva kalibrasi standar dengan data yang diambil dari peak pada area setiap konsentrasi larutan standar tiap senyawa BTEX :

Tabel 4.14. Data Peak Area Kurva Kalibrasi Standard Benzena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area
16	28222
40	51989
80	95262
160	118605
400	313369

Tabel 4.15. Data Peak Area Kurva Kalibrasi Standard Toluena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area
50	299
100	413
300	1769
500	1804

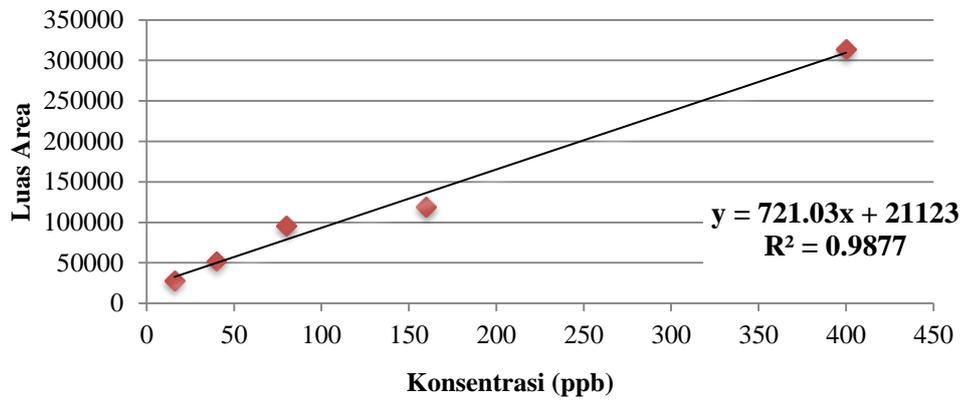
Tabel 4.16. Data Peak Area Kurva Kalibrasi Standard Etilbenzena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area
16	28906
40	74498
80	141267
160	174844
240	347525
400	626830
800	1216650

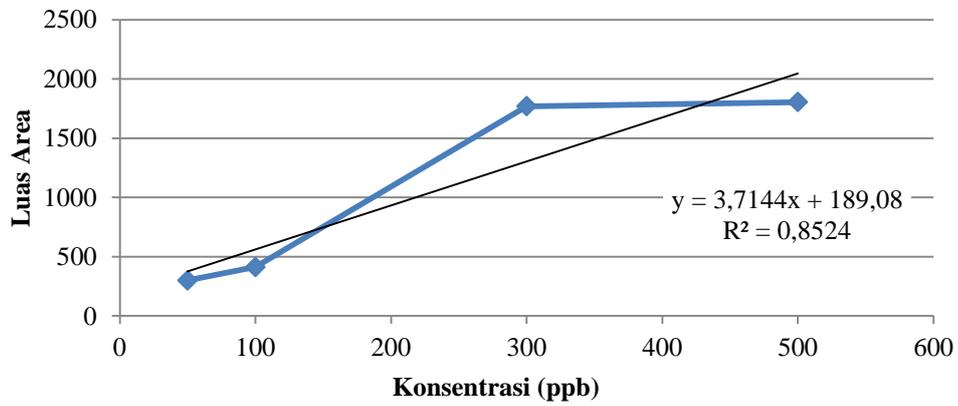
Tabel 4.17. Data Peak Area Kurva Kalibrasi Standard Xilena

Konsentrasi	Peak Area
p-Xilena	
16	46019
40	115925
80	214336
160	174844
240	348165
400	626196
800	1216650
o- Xilena	
16	21940
40	57101
80	98399
160	110915
400	473788
800	1025196
m-Xilena	
16	46019
40	115925
80	214336
160	174844

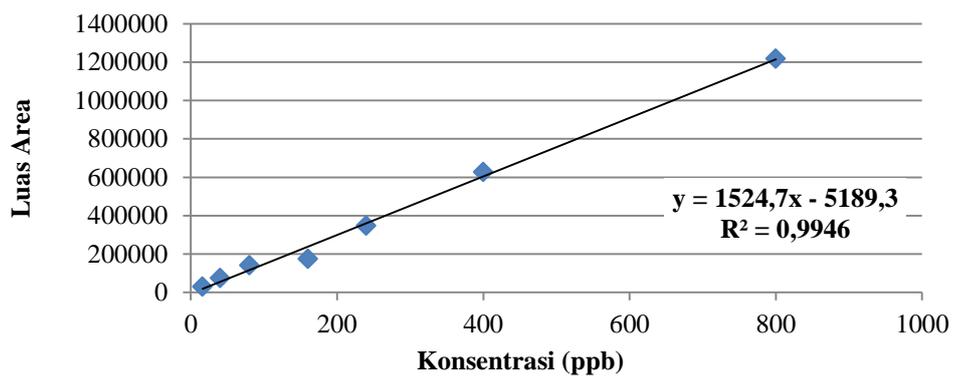
Tabel 4.14 – Tabel 4.17 menunjukkan bahwa pada masing-masing konsentrasi BTEX yang diinjeksikan ke GC-MS menghasilkan data berupa peak area yang berbeda dan kemudian data peak area tersebut dikonversikan dalam bentuk grafik kurva kalibrasi dan selanjutnya ditentukan data peak baru guna menghasilkan data grafik kurva kalibrasi untuk penentuan konsentrasi pada sampel. Berikut adalah gambar hasil grafik kurva kalibrasi setiap konsentrasi dan peak area pada masing-masing senyawa BTEX:



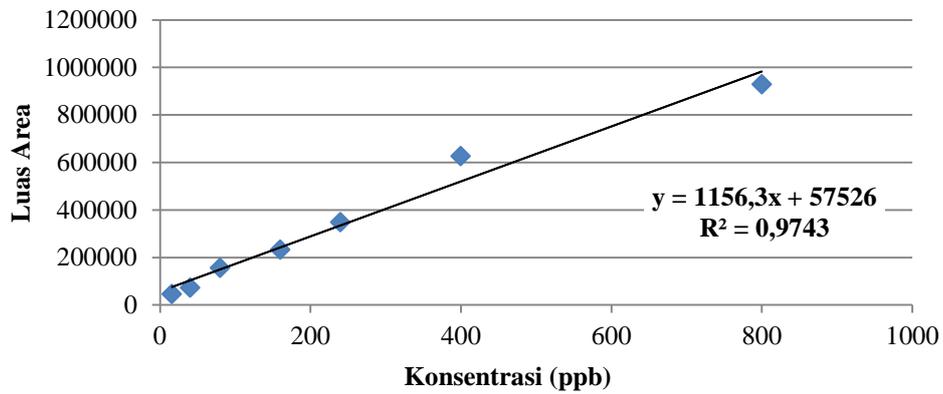
Gambar 4.9 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard Benzena



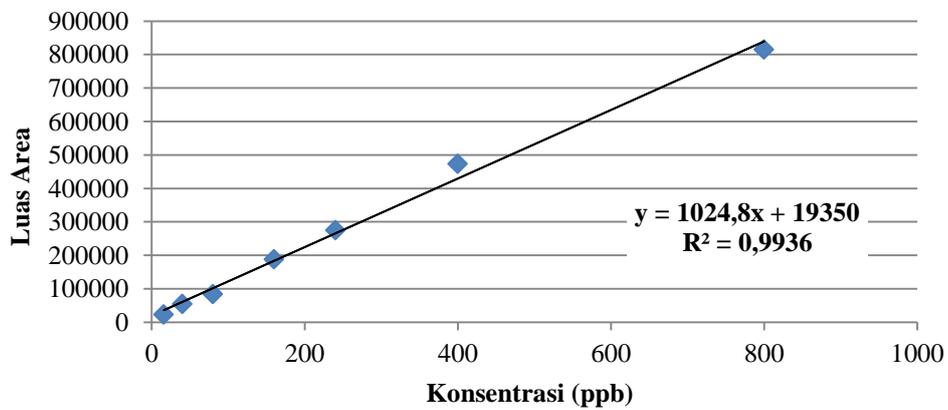
Gambar 4.10 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard Toluena



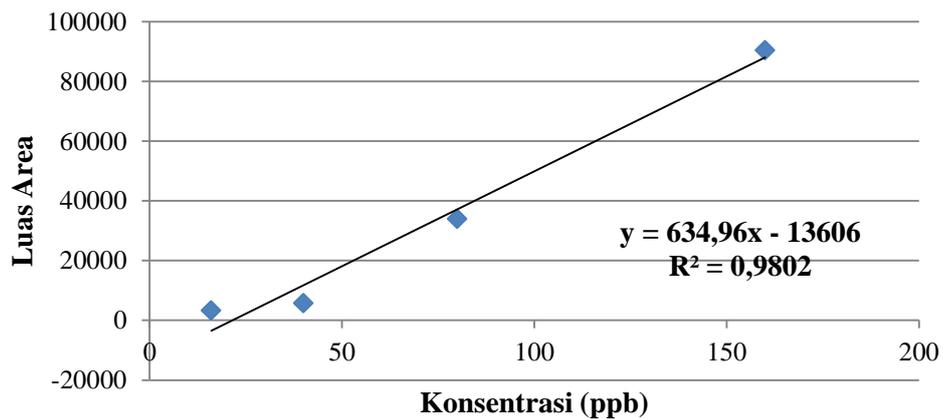
Gambar 4.11 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard Etilbenzena



Gambar 4.12 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard p - Xilena



Gambar 4.13 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard o - Xilena



Gambar 4.14 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard m – Xilena

Kurva kalibrasi pada Gambar 4.9 – Gambar 4.14 menggunakan larutan stock standar berbeda-beda dan waktu pengujian yang tidak sama. Pengujian

ulang larutan stock standar BTEX dilakukan dikarenakan tidak terbacanya senyawa BTEX dengan lengkap pada GC-MS, beberapa faktor pendukung tidak terbacanya BTEX pada larutan standar adalah karena usia penyimpanan larutan standar yang sudah lumayan lama, dan kemungkinan senyawa telah menguap dikarenakan BTEX merupakan senyawa yang sangat mudah menguap. Penggunaan kurva kalibrasi untuk menentukan peak area baru adalah dengan kriteria R^2 mendekati 1. R^2 (*Goodness of Fit R-Square*) yang mendekati 1 menunjukkan bahwa 2 variabel X dan Y memiliki keterkaitan yang baik.

Menurut Sarwono (2006) kriteria nilai R^2 yang memiliki korelasi sangat kuat adalah $>0,75 - 0,99$ dan korelasi sempurna adalah 1. Parameter hubungan linier menggunakan koefisien korelasi pada analisis regresi linier $y = bx + a$ (b adalah *slope*, a adalah intersep, x adalah konsentrasi analit dan y adalah respon instrumen). Hubungan linier $r = 1$ atau $r = -1$ bergantung pada arah garis. Sementara, nilai a menunjukkan kepekaan analisis terutama pada instrumen yang digunakan.

4.3.2 Analisis Data Kalibrasi Peak Area Baru

Penentuan peak area baru didapatkan dari perkalian peak area lama (luas area) dengan cara membagi perbedaan luas area konsentrasi tertinggi dengan luas area kedua tertinggi, hasil perbandingan kedua peak area tertinggi akan dikali dengan tiap peak area lama guna mendapatkan nilai peak area baru. Pada senyawa benzena pada saat injeksi konsentrasi 400 ppb (0,4 ppm) terjadi kenaikan sebesar 194764 kali dari konsentrasi sebelumnya yakni 160 ppb (0,16 ppm), kenaikan kedua tertinggi adalah 40 ppb ke 80 ppb dengan nilai 43273 maka hasil perbandingan kedua peak ini adalah 4,5 kali, nilai 4,5 ini kemudian digunakan untuk mencari nilai peak baru dengan cara mengkali nilai peak lama benzena dengan 4,5. Berikut adalah tabel data kurva kalibrasi standar baru dengan data yang diambil dari peak area lama pada setiap konsentrasi larutan standar benzena:

Tabel 4.18. Data Peak Area Benzena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
16	28222	126999
40	51989	233950
80	95262	428679
160	118605	533722
400	313369	1410160

Perubahan peak area pada setiap konsentrasi benzena dilakukan dengan mengkali 4,5 kali dari hasil peak area lama, untuk kemudian ditentukan grafik kalibrasi menggunakan data area baru. Tabel 4.19 – tabel 4.23 dibawah ini menunjukkan data peak area terhadap toluena (perkalian dengan 11,8), etilbenzena (perkalian dengan 2,1), p- Xilena (perkalian dengan 0,9), o- Xilena (perkalian dengan 2,7) dan m-Xilena (perkalian dengan 1,9) dengan perhitungan menggunakan *Software Microsoft Excel*.

Tabel 4.19. Data Peak Area Toluena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
50	299	3528.2
100	413	4873.4
300	1769	20874.2
500	1804	21287.2

Tabel 4.20. Data Peak Area Etilbenzena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
16	28906	60702
40	74498	156445
80	141267	296660
160	174844	367172
240	347525	729802
400	626830	1316343
800	1216650	2554965

Tabel 4.21. Data Peak Area p-Xilena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
16	23043	39173
40	54980	93466
80	84493	143638
160	187973	319554
240	274938	467394
400	473788	805439
800	815367	1386123

Tabel 4.22. Data Peak Area o-Xilena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
16	21940	59238
40	57101	154172
80	98399	265677
160	110915	299470
240	274938	742332
400	473788	1279227
800	1025196	2768029

Tabel 4.23. Data Peak Area m-Xilena

Konsentrasi (ppb)	Peak Area	Peak Area Baru
16	3305	6279.5
40	5798	11016.2
80	34031	64658.9
160	90392	171744.8

4.3.3 Hasil Uji Sampel

Pada penelitian ini digunakan 37 sampel sumur, dengan 4 sampel sumur adalah sumur milik SPBU (sumur pantau masing-masing SPBU). Pengujian sampel pertama dilakukan pada sumur SPBU D, dan kemudian diikuti oleh sampel sumur C, A dan B. Pengujian sampel dilakukan random dilakukan karena peneliti memilih jarak SPBU terjauh yakni D, C dan A kemudian SPBU B. hasil pengujian keseluruhan sampel menunjukkan tidak terbacanya senyawa BTEX dikarenakan konsentrasi senyawa BTEX lebih kecil dari nilai LOD. Menurut Seranno (2004) benzena yang tidak terdeteksi

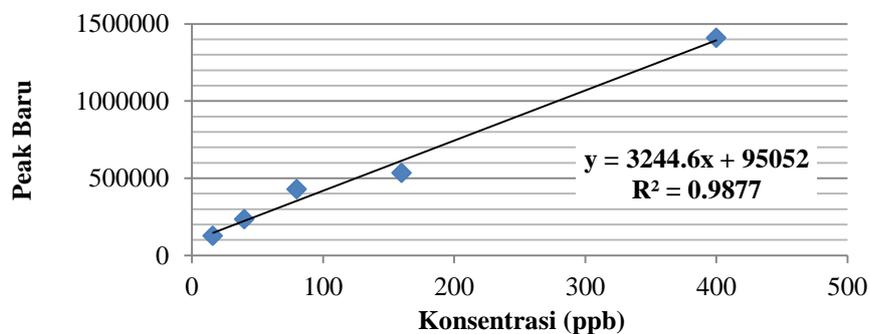
atau memiliki konsentrasi rendah, kemungkinan adalah hasil degradasi lingkungan dikarenakan benzena sangat mudah menguap. Urutan kehilangan senyawa BTEX dimulai benzena kemudian diikuti oleh toluena, etilbenzena dan xilena (Eugene, 2012). Selain itu terdapat 3 faktor yang juga menyebabkan hilangnya senyawa BTEX dalam air tanah (lingkungan) diantaranya adalah faktor fisika yakni adveksi (perpindahan polutan mengikuti pola aliran air tanah) , faktor kimia yakni berkaitan dengan degradasi senyawa BTEX secara aerobik oleh oksigen dan faktor biologi yang mempengaruhi kemampuan biodegradasi BTEX di dalam air tanah (Azizah, 2014).

Faktor hidrogeologi juga mendukung ada tidaknya senyawa hidrokarbon yang mencemari, beberapa lokasi SPBU terdapat mata air di bagian utara yakni SPBU B dan C . Semakin dekat dengan sumber mata air maka semakin cepat penyebaran kontaminan terbawa mengikuti aliran air dalam tanah menuju ke arah selatan, dimana air mengalir dari muka air tanah tinggi menuju muka air tanah yang lebih rendah (utara ke selatan), hal ini diperkuat dengan mempertimbangkan bahwa semakin dalam sumur (meter) , jarak sumber pencemaran dari sumur diperjauh serta konstruksi fisik sumur dikurangi nilai risiko pencemaran maka hal ini dapat menurunkan kadar pencemaran dalam air tanah, selain itu karakteristik tanah juga mempengaruhi kadar pencemar dalam tanah menuju tanah. Menurut Muryani (2010) nilai koefisien korelasi antara potensi pencemaran dan kedalaman sumur adalah 0,967 dimana menandakan bahwa adanya hubungan yang sangat kuat antara potensi dan kedalaman sumur. Nilai 0,967 mendekati sempurna, dengan arti bahwa nilai kedalaman sumur sangat mempengaruhi potensi pencemaran benzena terhadap air tanah di sekitar SPBU 44.552.10. Yogyakarta

Sifat fisika tanah dan komposisi kimia air tanah juga menentukan mutu air secara alami yang dipengaruhi oleh jenis litologi penyusun akuifer, jenis tanah/batuan yang dilalui air tanah, serta air asal air tanah, namun mutu kualitas air tanah dapat berubah manakala terjadi pencemaran akibat manusia maupun alam.

4.3.4 Penggunaan *Limit Of Detection (LOD)* & *Limit Of Quantification (LOQ)*

Penggunaan LOD dan LOQ disebabkan karena pada sampel analisis tidak terbacanya senyawa BTEX. Menurut Riyanto (2004) untuk menentukan nilai konsentrasi kandungan Benzena masing-masing sampel, digunakan perhitungan LOD (*Limit Of Detection*), 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). Dalam penggunaan kurva kalibrasi linear, diasumsikan bahwa respon instrumen y berhubungan linear dengan konsentrasi x standar untuk rentang yang terbatas konsentrasi. Berikut adalah gambar nilai data dan grafik hasil perhitungan kurva kalibrasi standar Benzena dengan peak area baru :



Gambar 4.15 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standard Benzena

Dari gambar 4.6 didapatkan hasil rumusan dengan nilai $y = 3244.6x + 95052$ dengan nilai $R^2 = 0,9877$. Hal ini dinyatakan dalam model seperti $y = bx + a$. maka model ini digunakan untuk menghitung sensitivitas b dan LOD dan LOQ.

Tabel 4.24 Data nilai persamaan Regresi Linier dan R2 senyawa BTEX

Senyawa	Persamaan Regresi Linear	R2 (Linearitas)
Benzena	$y = 3244.6x + 95052$	0.9877
Toluene	$y = 43.83x + 2231.2$	0.8524
Etilbenzena	$y = 3201.8x - 10898$	0.9946
p-Xilena	$y = 1742.2x + 32894$	0.9936
o-Xilena	$y = 3470.5x - 65238$	0.99
m-Xilena	$y = 1206.4x - 25851$	0.9802

(sumber: Analisis Data Linieritas)

Terdapat 3 cara untuk menentukan LOD dan LOQ, yakni *signal to noise*, penentuan blanko, dan data kurva kalibrasi (Riyanto, 2014). Penentuan LOD dan LOQ dalam penelitian ini menggunakan metode kurva kalibrasi dengan persamaan regresi linieritas masing-masing senyawa BTEX terdapat pada tabel 4.21. LOD dan LOQ dihitung sebagai konstanta k dikali dengan standar deviasi kemudian dibagi dengan *slope* (b). Nilai k untuk LOD adalah 3 dan nilai k untuk LOQ adalah 10. LOD dan LOQ dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

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

Berikut adalah contoh tabel hasil LOD dan LOQ perhitungan data statistik kurva kalibrasi benzena :

Tabel 4.25 Hasil Data Statistik Kurva Kalibrasi

X	Y	Yi	(Y-Yi)	(Y-Yi) ²
16	126999	146956	-19957	398281849
40	233950.5	224812	9138.5	83512182.
80	428679	354572	74107	5491847449
160	533722.5	614092	-80369.5	6459256530
400	1410161	1392652	17508.5	306547572
(Y-Yi) ²				704829421

Langkah-langkah penentuan LOD dan LOQ dengan kurva kalibrasi :

$$S(y/x) = \frac{\sqrt{(y-y_i)^2}}{n-2} = \sqrt{704829421 / 3} = 27984,70$$

$$\text{LOD} = \frac{(3 \times 27984,70)}{(3244,6)} = 8,81 \text{ ppb}$$

$$\text{LOQ} = \frac{(10 \times 27984,70)}{(3244,6)} = 27,2 \text{ ppb}$$

Dimana:

x = Konsentrasi Larutan standar

y = Peak Area Baru

y_i = Hasil perhitungan dari linear grafik kalibrasi benzena yaitu y = 3244.6x + 95052

n = Jumlah perlakuan adalah 5 kali (untuk pengujian benzena)

Menurut Croghan, US-EPA, Distribusi data terdistribusi normal dihasilkan dengan tiga kombinasi *mean* dan standar deviasi yang berbeda. Dengan penggunaan data perhitungan LOD/ $\sqrt{2}$ merupakan pilihan terbaik dari nilai pengganti dibandingkan dengan LOD/2. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ekstrapolasi dan kemungkinan nilai maksimal pada LOD. Dengan tingkat kesalahan yang lebih kecil. Penelitian ini menggunakan nilai LOD/ $\sqrt{2}$ untuk mendapatkan nilai konsentrasi yang akan dimasukkan kedalam rumusan perhitungan *risk assessment* maka nilai 8,81 : $\sqrt{2} = 5,78$ ppb. Nilai *intake* oral menggunakan satuan mg/l maka nilai 5,78 ppb diubah ke mg/l adalah 0.00578 mg/l. Nilai LOD konsentrasi benzena 0.00578 mg/l tersebut akan digunakan dalam perhitungan *intake* oral dan dermal dalam perhitungan *risk assessment*. Untuk menganalisis nilai LOD dan LOQ senyawa toluena, etilbenzena, p-Xilena, o-Xilena dan m-Xilena dilakukan dengan perhitungan yang sama, dengan perbedaan pada nilai y = bx + a dimana nilai y ini menyesuaikan dengan senyawa yang akan dihitung (Tabel 4.23). Tabel 4.26 dibawah ini

menunjukkan nilai LOD dan LOQ tiap senyawa BTEX yang didapat dengan perhitungan seperti tabel 4.24

Tabel 4.26 Nilai LOD dan LOQ Senyawa BTEX

Senyawa	$(Y-Y_i)^2$	n	S (y / x)	LOD (ppb)	LOQ	LOD (mg/l)
Benzena	704829421.3	5	27984,70	8,81	27,2	0,00578
Toluena	8972509.93	4	1497,70	102,5	341,7	0,0724
Etilbenzena	441165886.2	7	4200,78	3,93	13,3	0.00277
p-Xilena	2095998304	7	9156,41	15,7	52,5	0.0111
o-Xilena	8034462132	7	17927,03	0,49	1,6	0.00034
m-Xilena	186215031.9	4	6823,03	5,30	17,6	0,00374

4.4 Analisis Pemajanan (*Expore Assesment*)

Analisis perhitungan asupan pada penelitian dibawah ini dilakukan dengan 1 kali perhitungan dari 4 SPBU dikarenakan nilai rata-rata berat-badan, komsumsi air dan durasi pajanan *realtime* dan *lifetime* memiliki nilai yang sama.

a. *Intake Realtime*

Berikut adalah tabel data analisis pajanan oral *intake realtime* untuk masing-masing golongan usia ;

Tabel 4.27 Perhitungan Analisis Pajanan Oral *Intake Realtime*

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Konsentrasi Benzena (C)	mg/l	0.00578				
Konsentrasi Toluena (C)		0.0724				
Konsentrasi Etilbenzena (C)		0.00277				
Konsentrasi p-Xilena (C)		0.0111				
Konsentrasi o-Xilena (C)		0.00034				
Konsentrasi m-Xilena (C)		0.00374				
Laju Kontak (CR)	l/hari	1.4	2	2	2	2
Frekuensi Pajanan	cm/har	365	365	365	365	365

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Waktu pajanan (ET)	hari/tahun	1	1	1	1	1
Durasi pajanan (ED), <i>realtime</i>	tahun	8	18	35	55	68
Durasi pajanan (ED), <i>95 percentile</i>	tahun	30	-	-	-	-
Durasi pajanan (ED), <i>lifetime</i>	tahun	70	70	70	70	70
Berat badan (BB)	kg	26	47	61	61	47
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*30 tahun (nonkanker)	hari/tahun	10950	10950	10950	10950	10950
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*70 tahun (kanker)	hari/tahun	25550	25550	25550	25550	25550
Intake <i>Realtime</i> Benzena		8×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	3×10^{-4}	6×10^{-5}
Intake <i>Realtime</i> Toluena		1×10^{-3}	1×10^{-3}	3×10^{-4}	4×10^{-3}	6×10^{-3}
Intake <i>Realtime</i> Etilbenzena		4×10^{-5}	7×10^{-4}	1×10^{-4}	2×10^{-4}	3×10^{-4}
Intake <i>Realtime</i> p-Xilena		1×10^{-3}	3×10^{-4}	4×10^{-4}	6×10^{-4}	1×10^{-4}
Intake <i>Realtime</i> o-Xilena		4×10^{-4}	8×10^{-6}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	3×10^{-5}
Intake <i>Realtime</i> m-Xilena		5×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-4}	2×10^{-4}	4×10^{-4}

Tabel 4.27 merupakan perhitungan untuk mencari nilai *intake realtime* dengan hasil *intake* benzena masing-masing usia adalah untuk golongan anak-anak (0,00008), remaja (0,0002), dewasa (0,0002) dan lansia (0,0003) dan manula (0,00006) dengan perbedaan laju kontak (CR) pada golongan usia anak-anak yaitu 1,4 liter/hari. Durasi pajanan yang digunakan pada perhitungan tabel 4.26 adalah durasi rata-rata responden selama tinggal di kawasan penelitian (tabel 4.9). contoh perhitungan *intake realtime* golongan usia anak-anak :

$$I = \frac{0.00578 \frac{mg}{l} \times 1,4 \frac{l}{hari} \times 365 \frac{hari}{tahun} \times 8 \text{ tahun}}{26 \text{ kg} \times 365 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}} = 23,62864 / 284,700 = 0.00008$$

b. Intake 95 Percentile

Berikut adalah tabel data analisis pajanan oral *intake 95 Percentile* untuk masing-masing golongan usia anak-anak :

Tabel 4.28 Perhitungan Analisis Pajanan Oral *Intake 95 Percentile*

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Konsentrasi Benzena (C)	mg/l	0.00578				
Konsentrasi Toluena (C)		0.0724				
Konsentrasi Etilbenzena (C)		0.00277				
Konsentrasi p-Xilena (C)		0.0111				
Konsentrasi o-Xilena (C)		0.00034				
Konsentrasi m-Xilena (C)		0.00374				
Laju Kontak (CR)	l/hari	1.4	2	2	2	2
Frekuensi pajanan (EF)	cm/jam	365	365	365	365	365
Waktu pajanan (ET)	hari/tahun	1	1	1	1	1
Durasi pajanan (ED), <i>realtime</i>	tahun	8	18	35	55	68
Durasi pajanan (ED), <i>95 percentile</i>	tahun	30	-	-	-	-
Durasi pajanan (ED), <i>lifetime</i>	tahun	70	70	70	70	70
Berat badan (BB)	kg	26	47	61	61	47
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*30 tahun (nonkanker)	hari/tahun	10950	10950	10950	10950	10950
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*70 tahun (kanker)	hari/tahun	25550	25550	25550	25550	25550
Intake 95 percentile Benzena		1×10^{-4}				
Intake 95 percentile Toluena		2×10^{-3}				
Intake 95 percentile Etilbenzena		6×10^{-5}				

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Intake 95 percentile p-Xilena		3×10^{-4}				
Intake 95 percentile o-Xilena		8×10^{-3}				
Intake 95 percentile m-Xilena		9×10^{-5}				

Perhitungan *Intake* pajanan 95 percentile hanya dilakukan pada golongan usia anak-anak, disebabkan oleh faktor usia anak-anak yang berpotensi terpapar oleh senyawa Benzena pada saat berada diwilayah pajanan dan pada masa yang akan datang (US-EPA, 1989a). Setelah menghitung nilai intake 95 percentile, selanjutnya mengetahui nilai *intake lifetime*, perbedaan antara pajanan *realtime* dan *lifetime* adalah nilai durasi pajanan, yakni pada pajanan *realtime* durasi yang diperhitungkan adalah durasi rata-rata responden selama tinggal dikawasan penelitian. Durasi pajanan lifetime yaitu telah ditetapkan US-EPA yaitu pada nilai 70 tahun (US-EPA, 1989b).

c. *Intake Lifetime*

Berikut adalah tabel data analisis pajanan oral *Intake Lifetime* untuk masing-masing golongan usia anak-anak ;

$$I = \frac{0.00578 \frac{mg}{l} \times 1,4 \frac{l}{hari} \times 365 \frac{hari}{tahun} \times 70 \text{ tahun}}{26 \text{ kg} \times 365 \frac{hari}{tahun} \times 70 \text{ tahun}} = 206,75 / 664300 = 0.0003$$

Tabel 4.29 Perhitungan Analisis pajanan Oral *Intake Lifetime*

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Konsentrasi Benzena (C)	mg/l	0.00578				
Konsentrasi Toluena (C)		0.0724				
Konsentrasi Etilbenzena (C)		0.00277				
Konsentrasi p-Xilena (C)		0.0111				
Konsentrasi o-Xilena (C)		0.00034				
Konsentrasi m-Xilena (C)		0.00374				
Laju Kontak (CR)	l/hari	1.4	2	2	2	2
Frekuensi pajanan (EF)	cm/jam	365	365	365	365	365
Waktu pajanan (ET)	hari/tahun	1	1	1	1	1
Durasi pajanan (ED), <i>realtime</i>	tahun	8	18	35	55	68
Durasi pajanan (ED), <i>95 percentile</i>	tahun	30	-	-	-	-
Durasi pajanan (ED), <i>lifetime</i>	tahun	70	70	70	70	70
Berat badan (BB)	kg	26	47	61	61	47
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*30 tahun (nonkanker)	hari/tahun	10950	10950	10950	10950	10950
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*70 tahun (kanker)	hari/tahun	25550	25550	25550	25550	25550
<i>Intake Lifetime</i> Benzena		3×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
<i>Intake Lifetime</i> Toluena		2×10^{-3}	3×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-3}
<i>Intake Lifetime</i> Etilbenzena		1×10^{-4}	1×10^{-4}	9×10^{-5}	9×10^{-5}	1×10^{-4}
<i>Intake Lifetime</i> p-Xilena		5×10^{-4}	4×10^{-4}	3×10^{-4}	3×10^{-4}	4×10^{-4}
<i>Intake Lifetime</i> o-Xilena		2×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-5}	1×10^{-4}
<i>Intake Lifetime</i> m-Xilena		2×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}

4.5 Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik risiko dapat ditentukan dari hasil perbandingan *intake* dengan dosis referensi yang diperbolehkan, dengan hubungan semakin besar

intake maka akan semakin besar risiko. Berikut adalah tabel 4.3 distribusi nilai RQ untuk pajanan *Realtime*, *lifetime* dan *95 percentile* masing-masing golongan usia:

Tabel 4.30 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker *Intake Realtime*

Senyawa	Golongan usia anak-anak		Golongan usia remaja		Golongan usia dewasa		Golongan usia lansia		Golongan usia manula	
	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ
Benzena	8×10^{-5}	2×10^{-3}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	3×10^{-6}	0,0001	6×10^{-5}	2×10^{-3}
Toluena	1×10^{-3}	3×10^{-2}	$1,8 \times 10^{-3}$	0,09	3×10^{-4}	1×10^{-3}	6×10^{-5}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	2×10^{-2}
Etilbenzen	4×10^{-5}	4×10^{-3}	7×10^{-5}	7×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-2}	4×10^{-5}	4×10^{-3}	3×10^{-4}	3×10^{-2}
p-Xilena	1×10^{-3}	5×10^{-2}	3×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-4}	2×10^{-2}	3×10^{-5}	2×10^{-3}	1×10^{-4}	3×10^{-3}
o-Xilena	4×10^{-5}	2×10^{-3}	8×10^{-6}	4×10^{-3}	1×10^{-5}	5×10^{-4}	3×10^{-5}	2×10^{-3}	3×10^{-5}	2×10^{-3}
m-Xilena	5×10^{-5}	2×10^{-3}	1×10^{-7}	5×10^{-6}	1×10^{-4}	5×10^{-3}	3×10^{-5}	2×10^{-3}	4×10^{-4}	2×10^{-2}
STATUS RQ	≤ 1									

Tabel 4.31 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker *Intake Lifetime*

Senyawa	Golongan usia anak-anak		Golongan usia remaja		Golongan usia dewasa		Golongan usia lansia		Golongan usia manula	
	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	nilai <i>intake</i>	nilai RQ
Benzena	3×10^{-4}	1×10^{-2}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	2×10^{-4}	6×10^{-3}	2×10^{-4}	0,006
Toluena	2×10^{-4}	1×10^{-2}	3×10^{-4}	1×10^{-2}	2×10^{-4}	1×10^{-2}	2×10^{-4}	1×10^{-2}	3×10^{-4}	0,015
Etilbenzena	1×10^{-4}	1×10^{-2}	1×10^{-4}	1×10^{-2}	9×10^{-5}	9×10^{-3}	9×10^{-5}	9×10^{-3}	2×10^{-4}	0,01
p-Xilena	5×10^{-4}	2×10^{-2}	4×10^{-4}	2×10^{-2}	3×10^{-4}	1×10^{-2}	3×10^{-4}	1×10^{-2}	4×10^{-4}	0,02
o-Xilena	2×10^{-4}	1×10^{-2}	1×10^{-4}	5×10^{-3}	1×10^{-5}	5×10^{-4}	1×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}	0,005
m-Xilena	2×10^{-4}	1×10^{-2}	1×10^{-4}	5×10^{-3}	1×10^{-4}	5×10^{-3}	1×10^{-4}	5×10^{-3}	1×10^{-4}	0,005
STATUS RQ	≤ 1									

Tabel 4.32 Analisis Perhitungan Risiko Nonkanker *Intake 95 Percentile*

Senyawa	Golongan usia anak-anak		Status RQ
	nilai <i>intake</i>	nilai RQ	
Benzena	1×10^{-4}	3×10^{-4}	≤ 1
Toluena	2×10^{-4}	1×10^{-2}	
Etilbenzena	6×10^{-5}	6×10^{-3}	
p-Xilena	3×10^{-4}	1×10^{-2}	

Senyawa	Golongan usia anak-anak		Status RQ
	o-Xilena	8×10^{-6}	
m-Xilena	9×10^{-5}	5×10^{-3}	

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.29 – 4.32 didapatkan RQ untuk seluruh responden SPBU yaitu pada pajanan *realtime*, *lifetime* dan 95 *percentile* tidak terdapat responden (0%) dengan nilai RQ > 1, maka dapat disimpulkan setiap responden (100 %) di masing-masing SPBU memiliki nilai RQ < 1 yang menandakan bahwa nilai RQ nonkanker pada golongan usia anak-anak belum dapat menimbulkan efek kesehatan nonkanker. Nilai RQ sangat dipengaruhi oleh durasi pajanan, usia responden, dan laju kontak. Nilai RQ tertinggi berada pada golongan usia dewasa dan remaja dikarenakan golongan usia dewasa, remaja dan anak-anak memiliki nilai durasi pajanan yang lama dan usia juga mempengaruhi. Sedangkan, golongan usia manula dengan durasi pajanan 68 tahun akan tetapi semakin kecil nilai berat badan maka semakin kecil pajanan yang diterima, pada golongan manula juga mengalami gejala penyakit anoreksia dimana dapat mengurangi nafsu makan maka laju kontak juga akan berubah.

Tabel 4. 33 Analisis Perhitungan Risiko Kanker

Senyawa	Golongan usia anak-anak		Golongan usia remaja		Golongan usia dewasa		Golongan usia lansia		Golongan usia manula	
	nilai intake	nilai ECR	nilai intake	nilai ECR	nilai intake	nilai ECR	nilai intake	nilai ECR	nilai intake	nilai ECR
Benzena	3×10^{-4}	8×10^{-6}	2×10^{-5}	8×10^{-6}						
Status ECR	$\leq 10^{-4}$									

Dari Tabel 4.33 dapat disimpulkan bahwa pada setiap golongan usia belum berisiko kanker akibat pajanan benzena dengan hasil perhitungan risiko kesehatan terhadap responden tiap SPBU belum melebihi ambang batas ($ECR \leq 10^{-4}$). Data rekapitulasi hasil perhitungan *Oral Intake Realtime*, 95 *Percentile* dan *Lifetime* bertujuan untuk mencari batas aman dengan

kemungkinan adanya pencemaran BTEX yang dapat mengakibatkan risiko kanker maupun nonkanker (RQ dan ECR). Nilai ECR dan RQ pada penelitian ini difokuskan pada sumber pajanan air sumur yang langsung tanpa dimasak terlebih dahulu.

Sumber pajanan yang sudah dimasak akan berbeda nilai dengan sumber pajanan yang belum dimasak, dikarenakan faktor didih air minum apabila sudah dimasak adalah 100°C hal ini telah melebihi angka titik didih benzena (BTEX) yaitu sudah menguap pada suhu titik didih 80,1°C sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai risiko air yang sudah dimasak akan jauh lebih aman daripada sebelum dimasak.

Tabel 4.34 Titik Didih Senyawa BTEX

Senyawa	Titik Didih
Benzena	80,1 °C
Toluena	110,6 °C
Etilbenzena	136°C
p-Xilena	138 °C
o-Xilena	144 °C
m-Xilena	139 °C

(Wikipedia, 2018)

Absorpsi senyawa BTEX juga mempengaruhi dampak dari terpajanan oleh senyawa BTEX, salah satunya senyawa benzena. Benzena akan terlarut pada cairan tubuh meski konsentrasinya sangat rendah sehingga dapat dengan cepat dalam jaringan lemak karena sifat benzena yang larut dalam jaringan lemak. Namun, 50% dari benzena yang diabsorpsi akan dikeluarkan dalam bentuk utuh melalui udara atau urin dalam kurun waktu sekitar 48 jam setelah bada paparan (Yuniati, 2016). Kemudian perhitungan selanjutnya adalah perhitungan dermal *intake* untuk pajanan *realtime*, *95 percentile* dan *lifetime* untuk setiap golongan yaitu usia anak-anak, remaja, dewasa dan lansia. Berikut dibawah adalah tabel untuk Rekapitulasi Perhitungan Dermal *Intake*, Pajanan *Realtime*, *95 Percentile* dan *Lifetime* untuk setiap golongan usia :

Tabel 4.35. Rekapitulasi Perhitungan Dermal *Intake*, Pajanan *Realtime*, 95 *Percentile* dan *Lifetime*

Rumusan	Satuan	Golongan Usia Anak-anak	Golongan Usia Remaja	Golongan Usia Dewasa	Golongan Usia Lansia	Golongan Usia Manula
Konsentrasi Benzena (C)	mg/l	0.00578				
Konsentrasi Toluena (C)		0.0724				
Konsentrasi Etilbenzena (C)		0.00277				
Konsentrasi p-Xilena (C)		0.0111				
Konsentrasi o-Xilena (C)		0.00034				
Konsentrasi m-Xilena (C)	0.00374					
Luas Permukaan Tubuh (SA)	cm ²	1.485	1.815	1.815	1.815	1.815
Permeabilitas Kulit (PC)	cm/jam	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Frekuensi pajanan (EF)	hari/tahun	365	365	365	365	365
Waktu pajanan (ET)	hari	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Durasi pajanan (ED), <i>realtime</i>	tahun	8	18	35	55	68
Durasi pajanan (ED), 95 <i>percentile</i>	tahun	30	-	-	-	-
Durasi pajanan (ED), <i>lifetime</i>	tahun	70	70	70	70	70
Konversi volumetrik air (CF)	l/m ³	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Berat badan (BB)	kg	26	47	61	61	47
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*30 tahun (nonkanker)	hari/tahun	10950	10950	10950	10950	10950
Periode waktu rerata (AT), 365hari/tahun*70 tahun (kanker)	hari/tahun	25550	25550	25550	25550	25550
Intake Dermal Realtime						
Benzena		2X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰	4X10 ¹⁰	7X10 ¹⁰	1X10 ¹⁰
Toluena		2X10 ¹⁰	4X10 ¹⁰	6X10 ¹⁰	9X10 ¹¹	1X10 ¹⁰
Etilbenzena		9X10 ¹¹	4X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	3X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰
p-Xilena		4X10 ⁷	4X10 ¹⁰	8X10 ¹⁰	1X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰
o-Xilena		1X10 ¹¹	4X10 ¹⁰	3X10 ¹¹	4X10 ¹⁰	7X10 ¹⁰
m-Xilena		3X10 ¹³	2X10 ¹²	3X10 ¹¹	4X10 ¹⁰	7X10 ¹⁰
Intake Dermal Lifetime						
Benzena		7X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰	4X10 ¹⁰	4X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰
Toluena		9X10 ¹⁰	6X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰	5X10 ¹⁰	6X10 ⁻¹⁰
Etilbenzena		3X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰
p-Xilena		1X10 ¹⁰	9X10 ¹⁰	7X10 ¹⁰	7X10 ¹⁰	9X10 ¹⁰
o-Xilena		4X10 ¹¹	3X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	3X10 ¹⁰
m-Xilena		5X10 ¹¹	3X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	2X10 ¹⁰	3X10 ¹⁰
Intake Dermal 95 Percentile (Golongan usia anak-anak)						
Benzena = 7X10 ⁻⁸						
Toluena = 9X10 ⁻⁹						
Etilbenzena = 3X10 ⁻¹⁰						
p-Xilena = 1X10 ⁻⁹						
o-Xilena = 4X10 ⁻¹⁰						
m-Xilena = 5X10 ⁻¹⁰						

Perhitungan dermal *intake* merupakan perhitungan dengan pajanan berupa potensi kandungan BTEX di air tanah yang langsung terkena oleh kulit responden. Pajanan melalui kulit akan menimbulkan beberapa gejala jika pajanan dilakukan berulang. Proses masuknya suatu zat kimia dimulai dari terserapnya zat/bahan kimia melalui folikel rambut atau lewat sel-sel kelenjar keringat atau sel kelenjar sebacea (Lu, Frank 1995) sehingga, sangat perlu untuk dihitung sebagai bagian dari analisis risiko yang berpotensi membahayakan terhadap kulit responden akibat dari potensi pencemaran BTEX di air tanah yang digunakan masyarakat sebagai kebutuhan sehari-hari. Namun, penyerapan benzena melalui kulit tidak terlalu berpengaruh, karena benzena menguap dengan cepat pada tekanan uap yang tinggi, studi menunjukkan bahwa benzena terserap secara efisien bila tertelan (mendekati

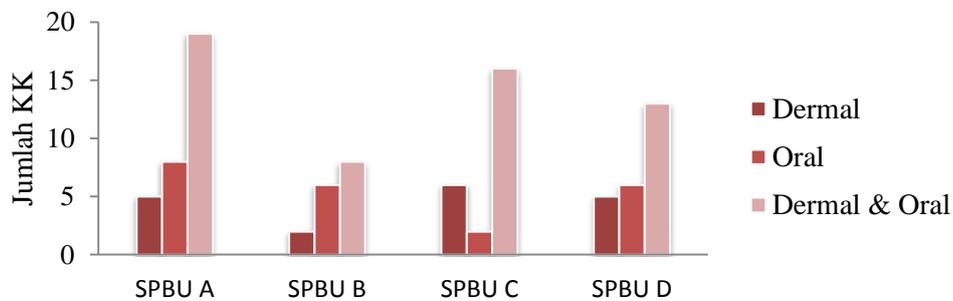
100 persen), kemudian melalui pajanan inhalasi dan terakhir melalui kulit (Febyan, dkk. 2015). Pada perhitungan *intake* dermal tidak dilakukan perhitungan RQ dan ECR dikarenakan tidak terdapat referensi nilai RFD pada perhitungan dermal. Sehingga hanya dapat dihitung nilai *intake*. Dari hasil perhitungan *intake* dermal dapat dikatakan bahwa risiko nonkanker dan risiko kanker responden masih aman karena nilai *intake* dermal lebih kecil dari nilai *intake* oral yang telah dihitung sebelumnya.

4.6 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah suatu upaya atau tindakan yang dilakukan untuk melindungi populasi terutama responden yang terpapar oleh pajanan bahan berbahaya dengan cara mengurangi kontak, menghindari kontak dan dengan upaya perlindungan diri dari senyawa berbahaya tersebut. Manajemen risiko adalah pengambilan keputusan yang melibatkan pertimbangan faktor-faktor politik, sosial, ekonomi, dan teknik yang relevan (Djafri, 2014). Pada penelitian ini manajemen risiko dilakukan untuk mempertahankan nilai $RQ < 1$ dan nilai $ECR < 10^{-4}$ dengan cara seperti menurunkan atau mengurangi konsentrasi pajanan bahan berbahaya, lama tinggal pajanan (ET) responden, dan mengurangi frekuensi pajanan (EF) lama tinggal responden. Manajemen risiko dilakukan berdasar pada pengetahuan masyarakat yang masih kurang terhadap bahaya BTEX pada air sumur yang dijadikan sebagai konsumsi minum dan mandi. Kurniawidjaja (2010) menjelaskan bahwa apabila intensitas pajanan semakin tinggi dan waktu pajanan semakin panjang maka gangguan kesehatan atau masalah kesehatan yang timbul akan semakin berat.

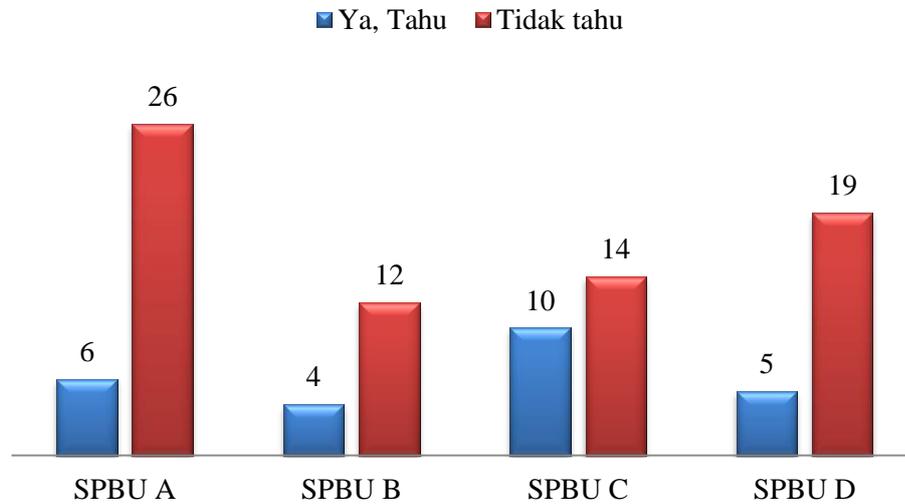
Manajemen risiko merupakan kelanjutan dari analisis risiko dengan pengelolaan manajemen risiko yang dapat dilakukan adalah seperti aspek manajemen, KIE (Komunikasi, Informasi, dan Edukasi) dan aspek teknologi (Handoyo, dkk 2016). yang mempertimbangkan jalur pajanan responden, jalur pajanan melalui oral harus mengurangi laju kontak dalam satuan mg/l sedangkan jalur pajanan dengan dermal adalah mengurangi kontak dengan penggunaan air, sentuhan tanah basah yang mungkin mengandung senyawa

BTEX. Gambar 4.16 dibawah ini menjelaskan pembagian jalur pajanan tiap KK di lokasi penelitian :



Gambar 4.16 Jalur Pajanan BTEX Tiap Kepala Keluarga (KK)

Pendekatan manajemen risiko pada penelitian ini menggunakan pendekatan secara sosial & ekonomi seperti penyuluhan berkala juga sangat membantu masyarakat yang tinggal disekitar SPBU, penyuluhan mengenai bahaya BTEX dilakukan agar masyarakat sadar dengan risiko bahaya yang mengancam air sumur mereka jika terjadinya kebocoran. selain itu, pihak perusahaan juga perlu melakukan pergantian tangki pendam yang sudah melebihi batas usia maksimal yakni 15 tahun guna meminimalisir risiko yang mungkin terjadi di masa akan datang. Pada Gambar 4.16 menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsumsi oral & dermal, dermal dan oral. Perbedaan konsumsi ini dikarenakan berbagai faktor seperti faktor ekonomi, dan sosial. Untuk keseluruhan SPBU penggunaan jalur pajanan melalui oral dan dermal lebih tinggi dibandingkan jalur pajanan dermal dan oral saja, dikarenakan penggunaan air sumur tidak membutuhkan daya listrik yang tinggi sehingga pengeluaran bulanan tidak terlalu banyak, selain itu pada warga juga ada kegiatan sosial seperti arisan per RW (Rukun Warga) yang menyiapkan dana khusus untuk kebutuhan air bersama.



Gambar 4.17 Tingkat Pengetahuan mengenai Bahaya BTEX

Pada penelitian ini dilakukan wawancara terhadap responden yang menggunakan air sumur sebagai kebutuhan sehari-hari. Rata-rata responden, khususnya pada SPBU C B dan menolak didirikannya SPBU dikawasan mereka, dengan alasan takut adanya kebocoran dan bau bensin yang menyengat namun, penolakan akan takutnya kebocoran ini tidak selaras dengan pengetahuan mengenai bahaya akan bensin (BTEX).