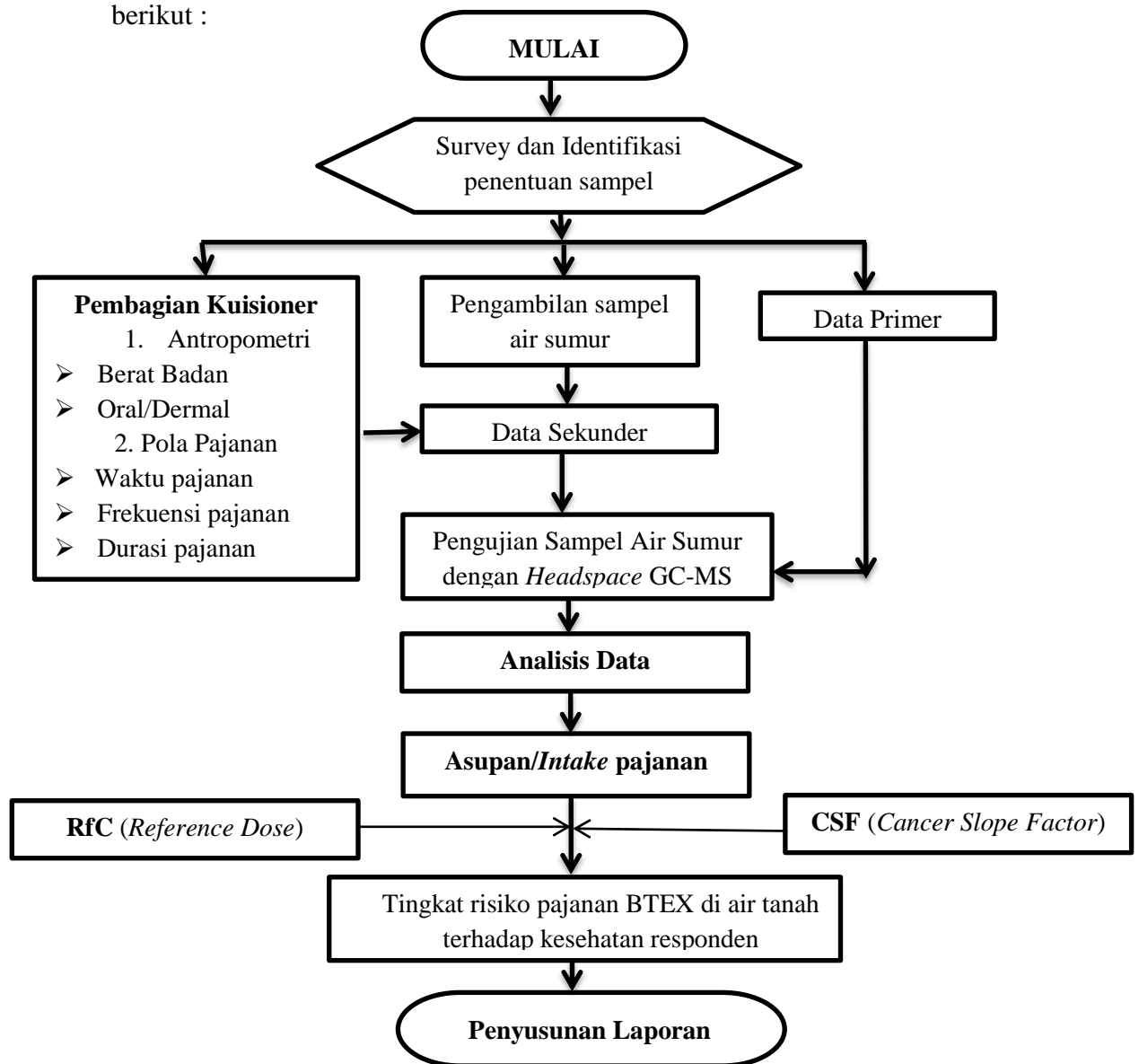


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian tugas akhir ini dimodelkan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

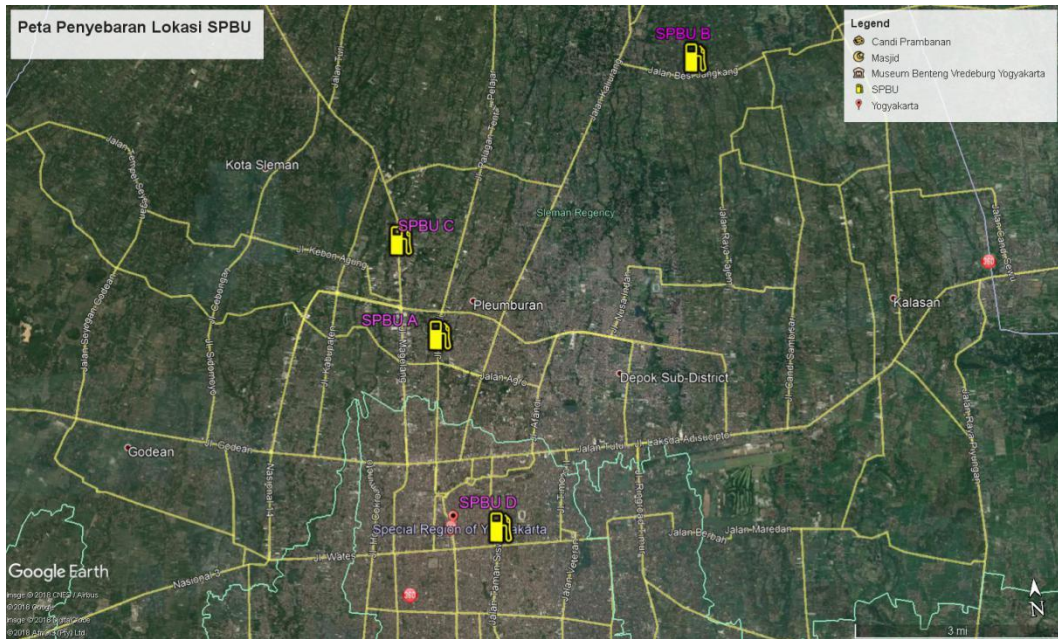
Lokasi penelitian adalah pada kawasan radius 100-400 meter dari Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Daerah Istimewa Yogyakarta yang berpotensi adanya kandungan pencemaran BTEX akibat kasus kebocoran tangki penyimpanan bahan bakar minyak. Pemilihan jarak pengambilan sampel <100 meter adalah karena mempertimbangkan bahan pencemar yang bisa saja mengikuti aliran air atau sumber mata air penelitian ini juga mempertimbangkan studi sebelumnya, dengan hasil penelitian bahwa diketahui pada lokasi masih dianggap berpotensi terjadi pengendapan kandungan produk bahan bakar minyak berupa bensin (Hanifah, 2016).

Stasiun Bahan Bakar Umum (SPBU) di Kawasan Perkotaan Yogyakarta yang telah melalui studi penelitian tercemar bahan bakar minyak diantaranya adalah :

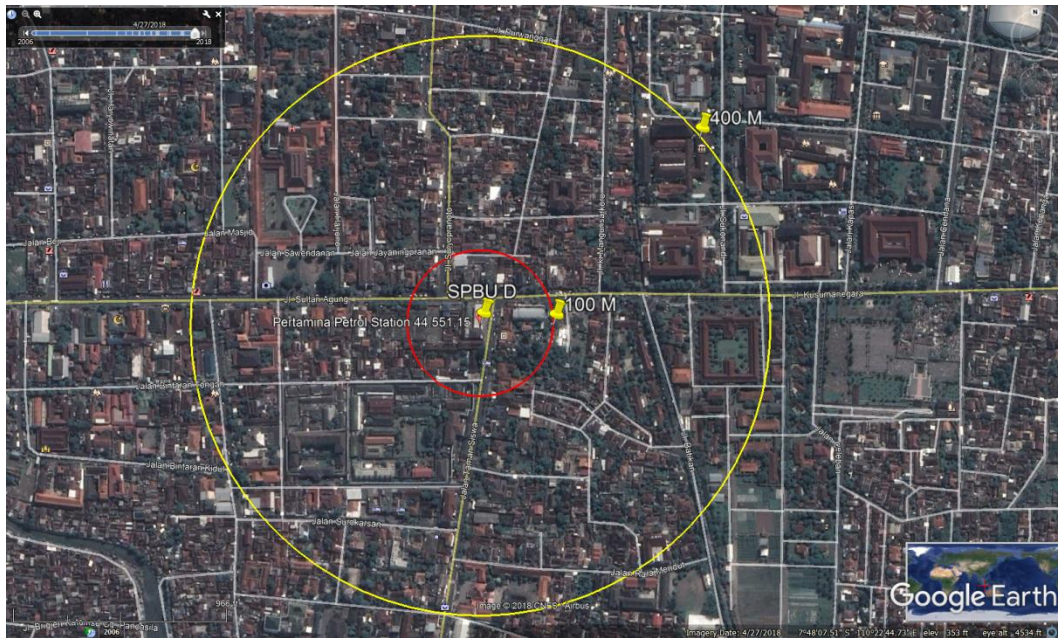
Tabel 3.1 Koordinat lokasi penelitian

| No | NAMA | KOORDINAT |
|----|--------|-------------------------------|
| 1 | SPBU A | 110°25'52.65''T 7°42'18.90''S |
| 2 | SPBU B | 110°22'09.29''T 7°45'36.77''S |
| 3 | SPBU C | 110°22'42.15''T 7°48'07.27''S |
| 4 | SPBU D | 110°21'45.56''T 7°44'20.24''S |

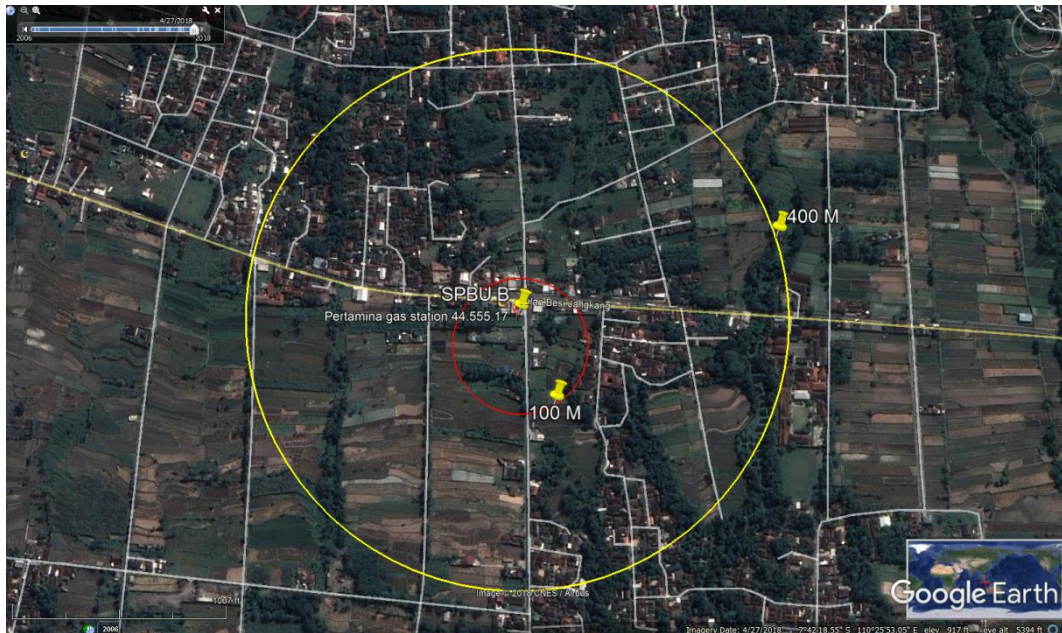
Lokasi penelitian terbagi atas 2 yakni lokasi penyebaran kuisisioner yang dilakukan pada radius 100- 400 meter dari SPBU, dan untuk lokasi pengambilan sampel air sumur hanya dilakukan pada jarak <100 meter dari SPBU. Lokasi penelitian juga dibagi menjadi 4 zona guna memudahkan pengambilan sampel sumur dan dapat mengetahui karakteristik zona tersebut. Adapun dibawah ini merupakan gambar lokasi penelitian :



Gambar 3.2 Lokasi Penyebaran SPBU
 (Sumber gambar : *Google Earth Pro*, 2018)



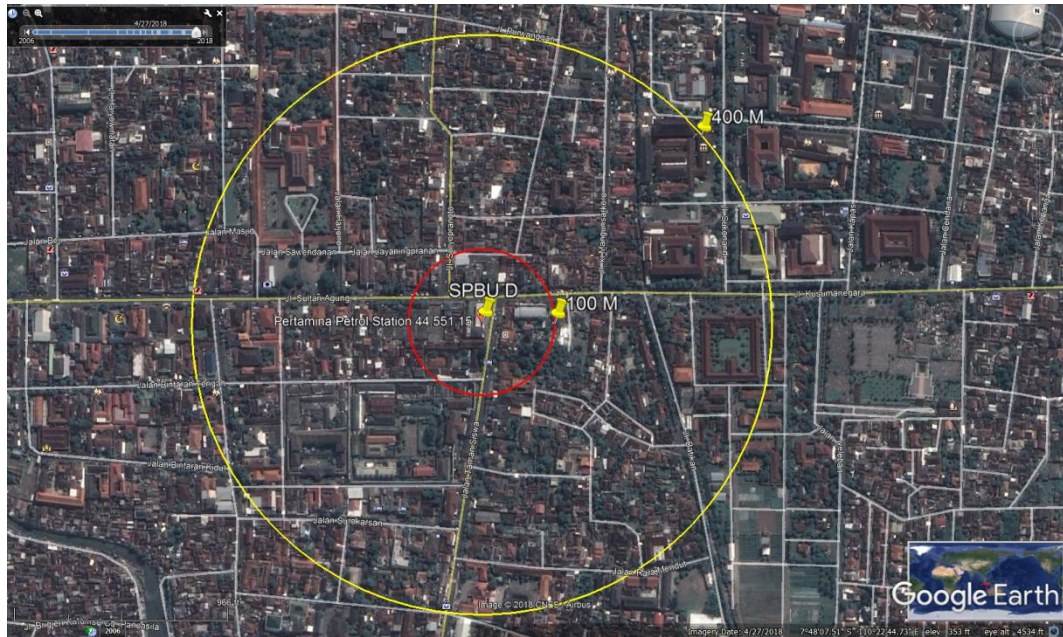
Gambar 3.3 Lokasi penelitian SPBU A
 (Sumber gambar : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 3.4 Lokasi penelitian SPBU B
(Sumber gambar : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 3.5 Lokasi penelitian SPBU C
(Sumber gambar : *Google Earth Pro*, 2018)



Gambar 3.6 Lokasi Penelitian SPBU D

(Sumber gambar : *Google Earth Pro*, 2018)

3.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan penelitian sampel di laboratorium, observasi lapangan dan penyebaran kuisioner yang kemudian akan dimasukkan sebagai data sekunder, sedangkan data primer adalah data kondisi instrument *Headspace-GCMS* yang akan digunakan dan studi literatur yang mendukung penelitian ini. Data sekunder digunakan untuk mendukung dan melengkapi data primer.

3.3.1 Data Observasi Lapangan

Data observasi merupakan data penunjang untuk penentuan titik sampling dalam penelitian, yaitu berupa wawancara dan pengamatan langsung dilapangan sehingga dapat ditentukan dan diperoleh data kondisi sumur, tahun pembuatan, jenis sumur, dan kondisi kualitas air sumur.

3.3.2 Data Kuisisioner

Kuisisioner merupakan suatu teknik pengumpulan data dan informasi dengan pertanyaan logis berhubungan dengan kebutuhan penelitian seperti data antropometri (umur, jenis kelamin, berat badan), lama tinggal, jumlah konsumsi, lama konsumsi, lama tinggal, lama paparan, sumber air yang digunakan, dan data-data kebiasaan penduduk dalam penggunaan air sehari-hari. Daftar pertanyaan dibuat terperinci dan lengkap untuk memperoleh data dan informasi yang sesuai dengan keadaan dilapangan sebagai penunjang penelitian yakni sebagai berikut :

1. Kebiasaan konsumsi air : jumlah konsumsi air, peruntukan penggunaan air, lama konsumsi, sumber air yang digunakan, lama paparan dan data kebiasaan penduduk dalam penggunaan air sehari-hari (kuisisioner terlampir).
2. Data antropometri : umur, jenis kelamin, berat badan (Wb), lama tinggal, data pola aktivitas responden.

Pembagian kuisisioner disesuaikan dengan data warga yang hanya menggunakan air sumur sebagai sumber air minum sehari-hari dengan radius terjauh dalam pembagian kuisisioner adalah 400 meter dari SPBU. Pembagian kuisisioner dimulai pada Bulan Desember 2017 dengan waktu pembagian yang disesuaikan.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini yakni sebagai berikut :

- Lokasi titik pengambilan sampel air tanah
- Data kuisisioner (umur, durasi pajanan *realtime*, berat badan)
- Efisiensi dan efektivitas HS-GC-MS

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah keberadaan dan konsentrasi senyawa BTEX pada sampel air sumur warga serta hasil data kuisisioner untuk menentukan nilai risiko.

3.5 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

Berikut merupakan metode yang digunakan untuk pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian ini.

3.5.1 Penentuan Kondisi Optimum GC-MS

Penentuan kondisi GC-MS dilakukan dengan studi literatur untuk mendapatkan kondisi GC-MS yang paling optimum untuk mendeteksi standar BTEX yang telah ditentukan konsentrasinya. Penelitian ini menggunakan HS-GC-MS series *Agilent Technologies 7820A*.

3.5.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi (LOD dan LOQ)

Prinsip dari uji ini adalah untuk menentukan konsentrasi yang terendah yang dapat dideteksi dan konsentrasi terendah yang dapat dikuantifikasi oleh instrumen dengan tingkat keseksamaan yang dapat diterima. Diasumsikan bahwa respon instrumen Y berhubungan linier dengan konsentrasi X standar untuk rentang yang terbatas konsentrasi. Hal ini dapat dinyatakan dalam model seperti $y = bx + a$. Maka model ini digunakan untuk menghitung sensitivitas b dan LOD dan LOQ. Oleh karena itu LOD dan LOQ dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{LOD} = 3 S_a / b \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\text{LOQ} = 10 S_a / b \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

S_a = Standard deviasi

b = *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 (S_y / x).

a. Batas deteksi (LOD)

Karena $k = 3$, simpangan baku (S_b) = S_y / x , maka :

$$\text{LOD} = (3 S_y / x) / S_l$$

b. Batas kuantitasi (LOQ)

Karena $k = 10$, Simpangan baku (S_b) = S_y / x , maka:

$$\text{LOQ} = (10 S_y / x) / S_l.$$

3.6 Pengambilan Sampel Air Tanah

Pengambilan contoh air tanah dilakukan dengan metode SNI 6989.58:2008 di wilayah sekitar SPBU yang mengalami kebocoran *storage tank*. Sampel air tanah kemudian ditampung menggunakan wadah berwarna gelap yang telah dicuci bersih dengan deterjen dibilas menggunakan aquadest dan dibilas sampel air tanah untuk menghindari terjadinya kontaminasi, pemilihan wadah gelap adalah untuk menghindari terjadinya kontaminasi atau perubahan struktur senyawa jika terkena cahaya matahari saat dilakukan pengangkutan sampel selain itu pemilihan wadah berwarna gelap harus memenuhi syarat SNI 6989.58:2008 sebagai berikut :

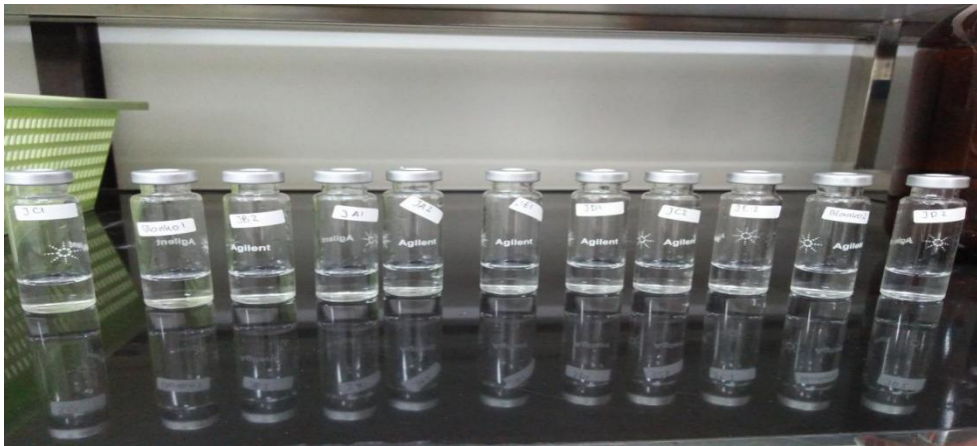
- a) terbuat dari bahan gelas atau plastic poli etilen (PE) atau poli propilen (PP) atau Teflon (Poli Tetra Flouro Etilen, PTFE)
- b) dapat ditutup dengan kuat dan rapat
- c) bersih dan bebas kontaminan
- d) tidak mudah pecah
- e) tidak berinteraksi dengan contoh

Pengambilan sampel air menyesuaikan kondisi di lapangan, ada beberapa titik sampel yang tidak memungkinkan pengambilan dengan alat bailer yang dimodifikasi, sehingga dilakukan pengambilan langsung dari mulut keran. Jumlah sampel yang diambil adalah 37 sumur sampel dengan masing-masing berasal dari 7 sampel air sumur untuk SPBU A, 10 sampel air sumur untuk SPBU B, 8 sampel air sumur untuk SPBU C dan 8 sampel air sumur untuk SPBU D, sedangkan untuk sampel air sumur

di masing-masing SPBU adalah 1 sampel air sumur. Sampel disimpan pada kulkas dengan suhu 4⁰ C dengan pemberian label berisi lokasi pengambilan dan tanggal pengambilan (ampiran c SNI 6989.58.2008 terlampir). Langkah-langkah pengambilan sampel terlampir pada lampiran 1.

3.7 Pengujian Senyawa BTEX

Pengujian senyawa BTEX dilakukan dengan menggunakan kondisi kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS) yang telah dioptimasi (paling optimal). Pengujian dilakukan pada 37 sampel dengan langkah – langkah pengujian sampel air sumur telah terlampir.



Gambar 3.7 Pengujian Sampel
(sumber: Dokumentasi penelitian)

3.8 Pengelolaan Data Kuisisioner

Data-data kuisisioner yang didapat secara langsung dari masyarakat akan digunakan sebagai penunjang perhitungan selanjutnya, sedangkan untuk variabel data lain seperti CSF, RFC, RQ dan ECR merupakan suatu ketetapan berdasarkan studi literatur yang diperoleh. Adapun tabel 3.2 merupakan penjelasan variabel data *intake oral* maupun *dermal* yang akan digunakan dalam perhitungan :

Tabel 3.2 Variabel Data *Intake*

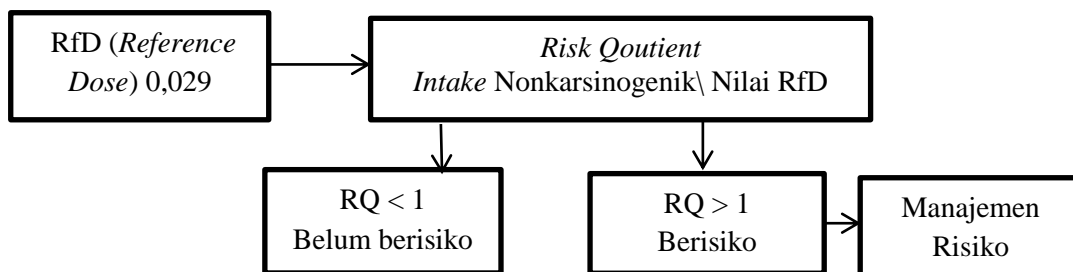
| No | Variabel | Definisi Operasional | Alat Ukur | Cara Ukur | Satuan |
|----|-------------------------------------|---|--|--|------------|
| 1 | Konsentrasi (C) BTEX pada air tanah | Potensi kandungan BTEX terhadap air tanah di 4 Lokasi penelitian | Headspace GC-MS | Pengambilan sampel disesuaikan dengan peraturan SNI 6989.58:2008 Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Sampel langsung diambil melalui keran. sampel dimasukkan kedalam botol penjerap dalam kondisi penuh. Hasil sampel diberi label sesuai zona pengambilan dan lokasi pengambilan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk mengukur besaran konsentrasi menggunakan Headspace-GCMS | mg/l |
| 2 | <i>Intake</i> /asupan (I) | Jumlah Asupan <i>Risk agent</i> yang diterima individu per berat badan per hari | $I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$ | Berdasarkan perhitungan Rumus. | mg/kg/hari |
| 3 | Berat Badan (Wb) | Berat badan responden saat dilakukan penelitian | Timbangan <i>Bathroom</i> dengan ketelitian 0,5 kg | Penimbangan langsung | Kg |
| 4 | Umur | Lama waktu hidup (sejak dilahirkan atau diadakan) | Kuisisioner | menggunakan kuisisioner untuk wawancara | Tahun |
| 5 | Laju Asupan [®] | Jumlah lamanya pajanan benzena melalui oral dan dermal dalam satu hari. | Kuisisioner | perhitungan dengan menggunakan data kuisisioner | l/ hari |

| No | Variabel | Definisi | Alat Ukur | Cara Ukur | Satuan |
|----|---------------------------------|--|-------------|---------------------------------|------------|
| 6 | Waktu pajanan (te) | Periode waktu populasi berisiko terpajan oleh BTEX dihitung berdasarkan jumlah jam konsumsi populasi (jam responden dalam satu hari) | Kuisisioner | Wawancara langsung | Jam/hari |
| 7 | Frekuensi Pajanan (Fe) | Jumlah hari responden terpajan benzena melalui oral dan dermal dalam satu tahun | Kuisisioner | Wawancara langsung | hari/tahun |
| 8 | Durasi pajanan (Dt) | Lamanya waktu terpajan oleh BTEX melalui dermal atau oral dalam satu tahun | Kuisisioner | Wawancara Langsung | Tahun |
| 9 | Periode(waktu) rata-rata (tAvg) | Periode waktu rata-rata untuk non karsinogenik memakai angka default 365 hari/tahun, mengacu pada faktor-faktor pemajan Amerika | Perhitungan | Kalkulator | Tahun |
| 10 | Rfc (Konsentrasi Referensi) | Nilai referensi uji toksisitas kemudian diterapkan pada populasi penelitian dalam bentuk konsentrasi referensi oral dan dermal | Kalkulator | Literatur dan hasil perhitungan | 1/kg-hari |

| No | Variabel | Definisi | Alat Ukur | Cara Ukur | Satuan |
|----|-----------------------|---|------------|-------------|--|
| 11 | Risiko Nonkanker (RQ) | Perkiraan besaran risiko nonkanker yang menggambarkan kemungkinan timbulnya gangguan kesehatan | Kalkulator | Perhitungan | RQ > 1 berarti beresiko, RQ ≤ 1 berarti tidak beresiko |
| 12 | Risiko Kanker (ECR) | Perkiraan besar risiko kanker, dihitung dengan intake benzena (kanker) % nilai estimasi kanker (<i>Cancer Slope Factor</i>) | Kalkulator | perhitungan | Jumlah kasus per populasi |

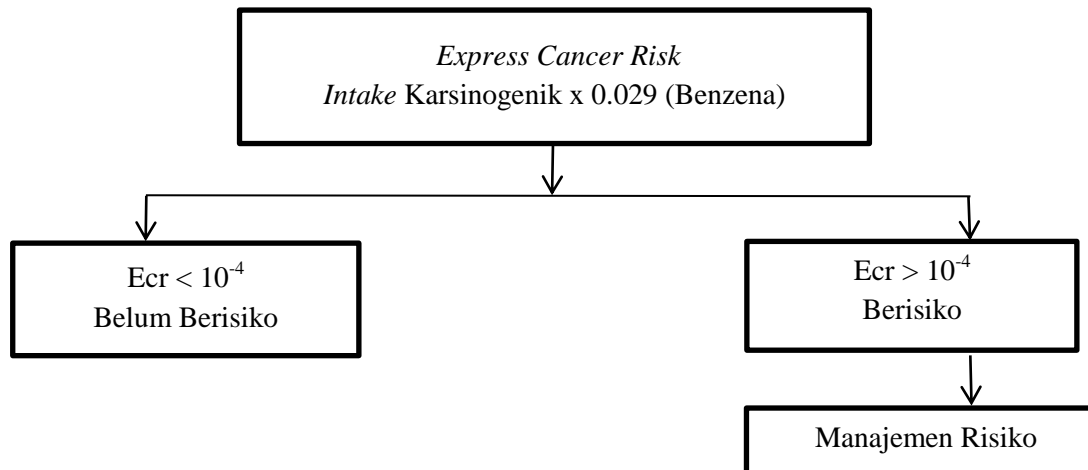
3.9 Perhitungan Analisis Risiko Lingkungan

Perhitungan analisis risiko lingkungan menggunakan 2 nilai yakni RfD dan ECR. RfD atau RfC merupakan toksisitas nonkarsinogenik, dengan menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat (IPCS, 2004). Penelitian ini menggunakan nilai RfD yang telah menjadi indikator yang banyak digunakan dalam toksisitas kronis, dan telah ditetapkan untuk nilai oral dan inhalasi terhadap senyawa berbahaya paling umum, yaitu dengan nilai RfD (0,029) untuk senyawa benzena (Watts, 1997).



Gambar 3.8 Alur analisis perhitungan *Risk Qoutient*

Untuk risiko karsinogenik data yang digunakan adalah CSF (*Cancer Slope Faktor*). Nilai CSF yang digunakan adalah nilai yang diadopsi dari US-EPA dan berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Rothman et al, (US-EPA, 1996) yaitu dengan nilai *slope* faktor pada senyawa bahan kimia umum untuk Benzena adalah 0,029 (Watts, 1997). Risiko kanker merupakan risiko untuk populasi tertentu yang digunakan dalam penelitian penentuan oral *unit risk* yang diambil oleh IRIS US-EPA, dan dapat ditentukan nilai *Cancer Slope Factor* (CSF) dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 3.9 Alur analisis perhitungan *Express Cancer Risk*