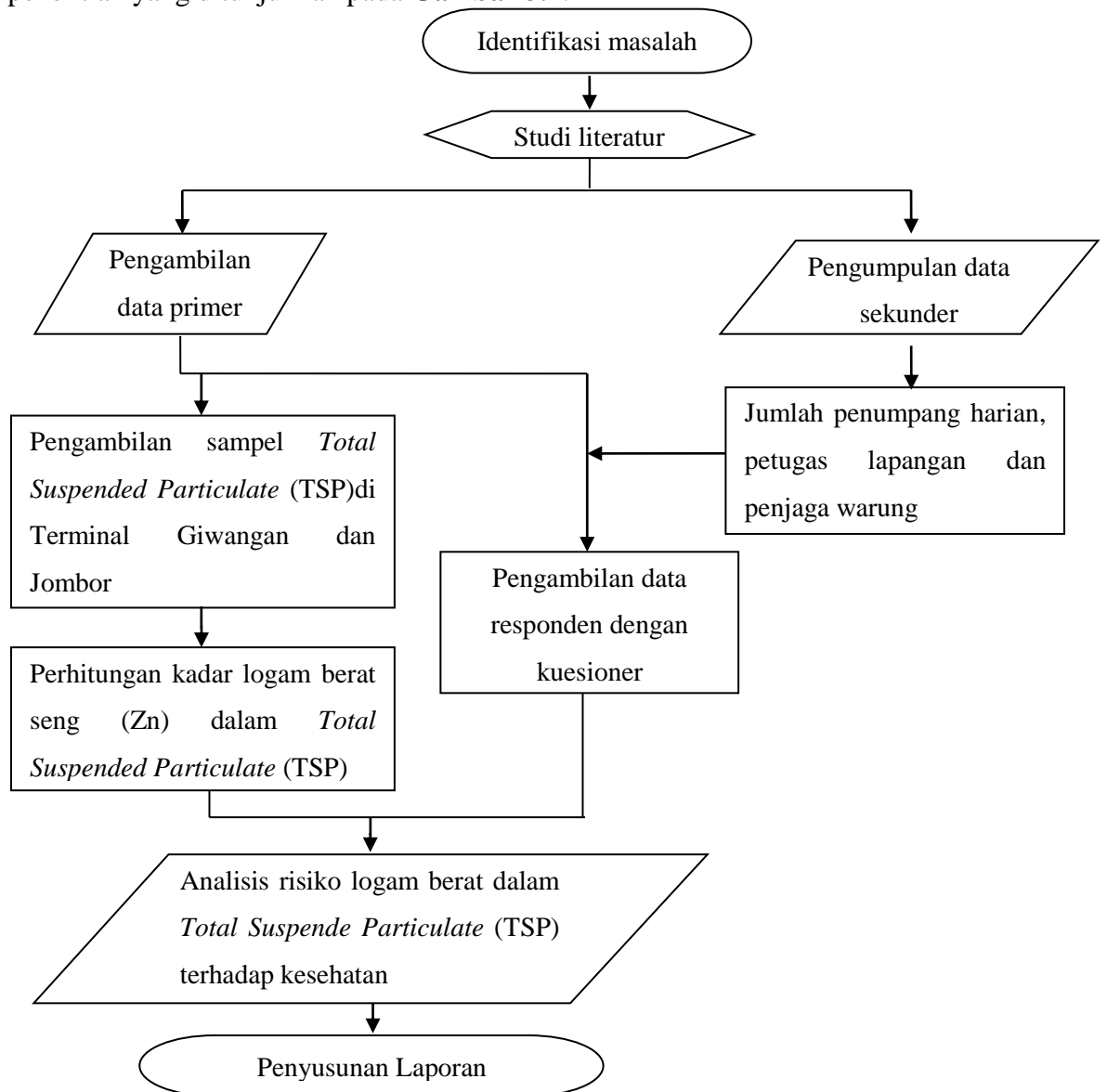


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Rangkaian penelitian yang dilaksanakan mengacu pada diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



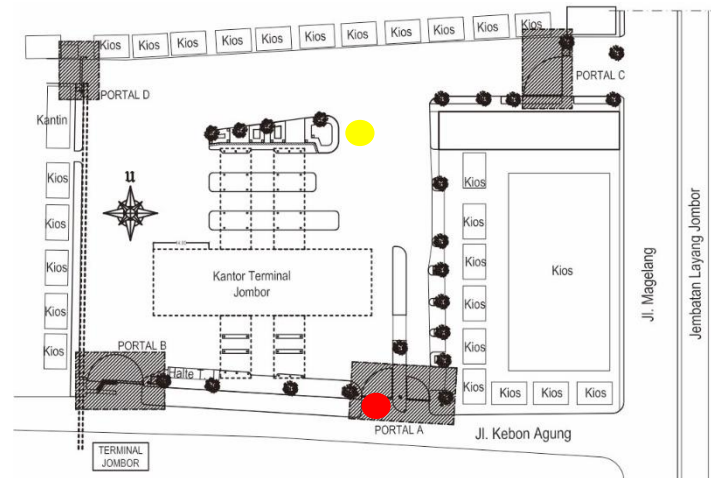
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian yaitu di Terminal Bus Giwangan dan Jombor, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan lokasi penelitian di terminal didasarkan pada potensi tingkat pencemaran udara yang tinggi dikarenakan terminal merupakan fasilitas umum dengan mobilitas transportasi yang cukup tinggi serta berlangsung setiap hari.

Pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) berada di dua titik lokasi yaitu pintu masuk bus di terminal dan tempat naik dan turunnya penumpang. Pemilihan titik pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) didasarkan pada fungsi area. Pintu masuk bus berfungsi sebagai satu-satunya jalur masuk bus menuju terminal sehingga berpotensi menjadi tempat dengan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang tinggi. Petugas lapangan merupakan jenis responden yang terpapar langsung dengan *Total Suspended Particulate* (TSP) di bagian pintu masuk terminal. Sementara itu, tempat naik dan turunnya penumpang (*bus drop area*) merupakan area lanjutan jalur bus setelah melalui pintu masuk terminal, sehingga berpotensi memiliki konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang tinggi pula. Disamping itu, area ini merupakan pusat aktivitas penumpang dan penjaga warung paling tinggi sebagai responden yang terpapar langsung oleh *Total Suspended Particulate* (TSP).

Penentuan titik pengambilan sampel juga mengacu pada SNI 19-7119-6:2005 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien. Beberapa ketentuan yang mendasari penentuan titik pengambilan sampel yaitu tata guna lahan dan area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Adapun titik pengambilan sampel masing-masing terminal dapat dilihat pada **Gambar 3.2 dan 3.3.**

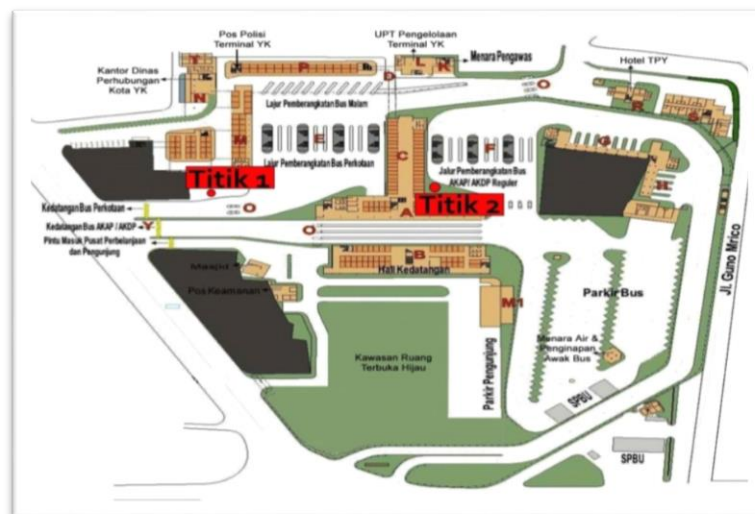


Keterangan:

- Titik 1
- Titik 2

Gambar 3. 2. Titik Pengambilan Sampel Terminal Jombor

Sumber: Dinas Perhubungan DIY



Gambar 3. 3. Titik Pengambilan Sampel Terminal Giwangan

Waktu penelitian dilakukan selama delapan jam yaitu pukul 08.00-16.00 WIB pada masing-masing titik pengambilan sampel dan dilaksanakan pada hari kerja serta akhir pekan. Penentuan waktu pengambilan sampel didasarkan pada tingkat kesibukan aktivitas terminal yang berlangsung, baik dari segi aktivitas manusia dan keluar masuk bus penumpang di masing-masing terminal.

3.3. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan 2 (dua) metode yaitu:

1. Metode pengukuran di lapangan

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) di Terminal Giwangan dan Jombor, D.I.Yogyakarta. Pengambilan sampel di lapangan ini merupakan jenis *active sampling* yang dilakukan sesuai dengan tahapan pengambilan sampel yang tertera dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-3:2017 mengenai uji *Total Suspended Particulate* (TSP) metode gravimetri udara ambien, yaitu menggunakan media penyaring dengan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS).

Pada prinsipnya, HVAS akan menghisap udara ambien menggunakan filter (kertas filter) HVAS dengan bantuan pompa vakum berlaju alir tinggi. Jumlah partikel yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan metode gravimetri (Mukhtar, 2014). Kertas filter pada alat HVAS yang akan digunakan dalam penelitian ini ada jenis filter *micro fiberglass* dengan porositas $< 0,3 \mu\text{m}$ dengan efisiensi pengumpulan partikulat sebesar 95% dengan ukuran diameter $0,3 \mu\text{m}$.

Jenis pengambilan sampel berdasarkan periode waktu termasuk ke dalam jenis *long term sampling* yaitu pengambilan sampel yang dilakukan selama delapan jam.

2. Metode kuesioner

Metode ini dilakukan untuk mengetahui data diri responden yang akan digunakan pada tahap analisis risiko kesehatan. Responden terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan jenis pekerjaan, yaitu penumpang bus yang datang pada hari pengambilan sampel, petugas lapangan serta penjaga warung makan disekitar masing-masing terminal. Penggolongan jenis kuesioner disesuaikan dengan jenis responden yaitu penumpang bus, petugas lapangan dan penjaga warung.

Penentuan jumlah responden dihitung berdasarkan persamaan slovine, yaitu:

$$n = \frac{N}{1+N(e^2)}$$

dimana:

n = jumlah responden yang dibutuhkan

N = Jumlah total responden

e = koreksi kelonggaran ketelitian kesalahan pengambilan sampel yang masih bisa ditolerir (0,1)

Adapun data yang akan dicari dengan metode kuesioner terlampir pada **Lampiran 2**, dengan judul lampiran Formulir Data Diri Responden.

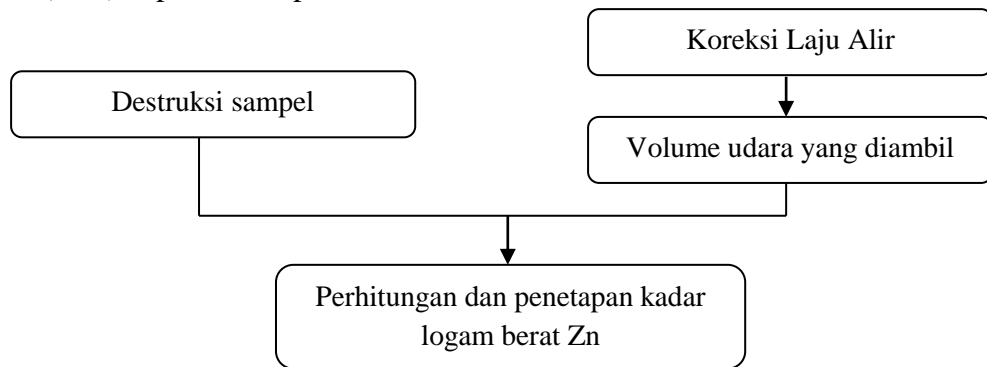
3.4. Metode Analisis Data

3.4.1. Penetapan Konsentrasi Logam Berat Zn dalam *Total Suspended Particulate* (TSP)

Sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) dari pengukuran di lapangan dianalisis dengan metode uji kadar logam berat seng (Zn) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017 mengenai cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala. Prinsip pengujiannya yaitu partikel di udara ambien ditangkap melalui media penyaring dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS).

Selanjutnya, logam berat seng (Zn) yang terkandung di dalam partikel tersuspensi didestruksi dengan menggunakan pelarut asam, kemudian diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala. Prinsip analisis dengan SSA-nyala yaitu adanya interaksi energi radiasi dengan atom unsur yang dianalisis. Nyala akan mengandung atom dari unsur-unsur yang dianalisis akibat larutan sampel yang diaspirasikan menjadi suatu nyala dengan unsur-unsur yang terkandung didalamnya diubah menjadi uap atom. Teknik analisis SSA-nyala sendiri sama dengan

analisis pada spektrofotometri UV-Vis, yaitu metode standar tunggal, kurva kalibrasi, dan adisi standar (Kusumawati, 2010). Tahapan penetapan konsentrasi logam berat seng (Zn) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) dapat dilihat pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3. 4. Alur Analisis Sampel

Adapun tahapan destruksi sampel seng (Zn) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) terlampir pada **Lampiran 1** dengan judul lampiran Analisis Seng (Zn) dalam TSP dengan Metode Destruksi Basah.

Tahapan perhitungan yang harus dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat seng (Zn) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) yaitu:

- a. Koreksi laju alir, dengan persamaan:

$$Q_s = Q_o \left[\frac{T_s \times P_o}{T_o \times P_s} \right]^{1/2}$$

Dimana:

Q_s = laju alir volum dikoreksi pada kondisi standar (m^3 /menit)

Q_o = laju alir volum uji (m^3 /menit), dengan batas bawah sebesar 1,1 m^3 /menit dan batas atas sebesar 1,7 m^3 /menit

T_s = temperatur standar , 298 K

T_o = temperatur absolut ($293 + t$ ukur) dimana Q_o ditentukan

P_s = tekanan barometrik standar, 101,3 kPa (760 mmHg)

P_o = tekanan barometrik dimana Q_o ditentukan.

b. Volume udara yang diambil, dengan persamaan:

$$V = \frac{Q_{s1} \times Q_{s2}}{2} \times T$$

Dimana:

V = volume udara yang diambil (m³)

Q_{s1} = laju alir awal terkoreksi pada pengukuran pertama (m³/menit)

Q_{s2} = laju alir akhir terkoreksi pada pengukuran kedua (m³/menit)

T = durasi pengambilan contoh uji (menit) (SNI 19-7119.3-2005).

c. Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang diperoleh berdasarkan pengambilan sampel di lapangan dikonversi untuk memperoleh konsentrasi dengan waktu pengambilan sampel selama 24 jam sehingga dapat dibandingkan dengan baku mutu udara ambien yang berlaku di Indonesia. Perhitungan konversi konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) menggunakan persamaan Konversi Canter dengan persamaan:

$$C_1 = C_2 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^p$$

Dimana:

C₁ = konsentrasi udara rata-rata dengan lama pencuplikan t₁ (μg/m³)

C₂ = konsentrasi udara rata-rata hasil pengukuran dengan lama pencuplikan contoh t₂ (dalam hal ini, C₂ = [C]) (μg/m³)

t₁ = lama pencuplikan contoh 1 (24 jam)

t₂ = lama pencuplikan contoh 2 dari hasil pengukuran contoh udara (jam)

p = faktor konversi dengan nilai 0,159 (AgusGindo, 2007).

- d. Konsentrasi logam berat seng (Zn) dalam contoh uji, dengan persamaan:

$$C_{Zn} = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{S}{S_t}}{V}$$

Dimana:

C_{Zn} = kadar logam berat seng (Zn) di udara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

C_t = kadar logam berat seng (Zn) dalam larutan contoh uji yang di *spike* ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

C_b = kadar logam berat seng (Zn) dalam larutan blanko ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

V_t = volume larutan contoh uji (mL)

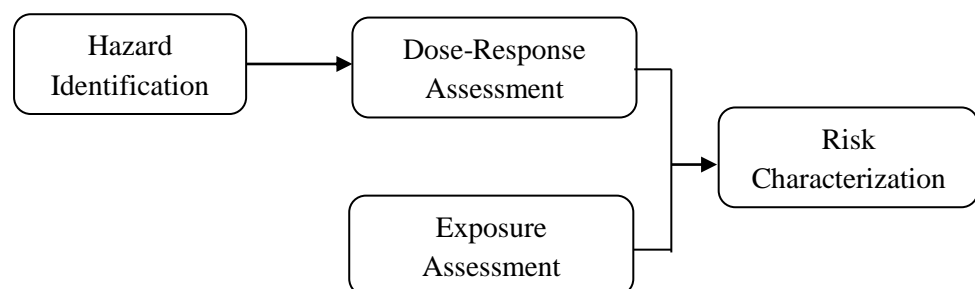
S = luas contoh uji yang terpapar debu pada permukaan filter (mm^2)

S_t = luas contoh uji yang digunakan (mm^2)

V = volume udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal 25 °C, 760 mmHg (m^3).

3.4.2. Konversi Hasil Konsentrasi Seng (Zn) Ke dalam Perhitungan *Intake*

Analisis risiko dilakukan dengan mengikuti Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dan *Environmental Protection Agency* (EPA) United States. Tahapan analisis risiko meliputi *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya), *Dose-Response Assessment* (Analisis Dosis-Respon), *Exposure Assessment* (Analisis Pemajanan), dan *Risk Characterization* (Karakterisasi Risiko). Alur analisis risiko dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5. Alur Analisis Risiko

Adapun penjelasan dari alur diatas adalah sebagai berikut:

1. *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya)

Identifikasi bahaya dilakukan pada tahap awal, guna mengetahui agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan, di media lingkungan mana agen risiko menyebabkan gangguan dan seberapa besar kandungan agen risiko tersebut.

2. *Dose-response Assessment* (Analisis Dosis-Respon)

Analisis dosis-respon dilakukan dengan mencari jalur pajanan agen risiko, memahami efek dari peningkatan kandungan agen risiko yang terpajan, serta mencari nilai RfD, dan/atau RfC, dan/atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus pada analisis risiko.

3. *Exposure Assessment* (Analisis Pemajanan)

Analisis pemajanan dilakukan dengan menghitung intake atau asupan dari agen risiko. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan *intake* pada jalur pemajanan inhalasi (terhirup) yang digunakan merupakan 50% dari nilai konsentrasi paparan seng (Zn). Hal ini dikarenakan asumsi partikel seng dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) yang terhidup (*respirable*) yaitu sebesar 50%. Perhitungan *intake* seng (Zn) jalur paparan inhalasi dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times Te \times Fe \times Dt}{Wb \times t_{avg}}$$

dimana :

I = Kons. agen yang masuk ke dalam tubuh (mg/kg.hari)

C = Konsentrasi agen pada media (mg/L)

R = Laju inhalasi atau volume udara yang masuk per jam (m³/jam)

Te = Lamanya terjadinya pajanan setiap harinya (jam/hari)

Fe = Jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)

Dt = Jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)

Wb = Berat badan manusia yang terpajan (Kg)

t_{avg} = Periode waktu rata-rata (hari)

4. *Risk Characterization* (Karakterisasi Risiko)

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko dari agen yang dianalisis. Karakterisasi terbagi menjadi 2 (dua) yaitu pada efek non karsinogenik dan karsinogenik. Menurut US EPA (1986), logam seng (Zn) termasuk ke dalam klasifikasi kelas D (*Not Classifiable as to Human Carcinogenicity*) sehingga persamaan untuk menghitung tingkat risiko logam seng (Zn) menggunakan persamaan tingkat risiko non karsinogenik, yaitu:

$$\text{Risk Quotien (RQ)} = \frac{I}{RfC}$$

dimana :

I = Intake/asupan (mg/kg.hari)

RQ = Risk Quotien

RfC = Reference Concentration (mg/kg.hari)

Tingkat risiko dikatakan aman apabila intake \leq RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Adapun nilai RfC dari logam seng (Zn) yaitu 3×10^{-1} mg/kg.hr.