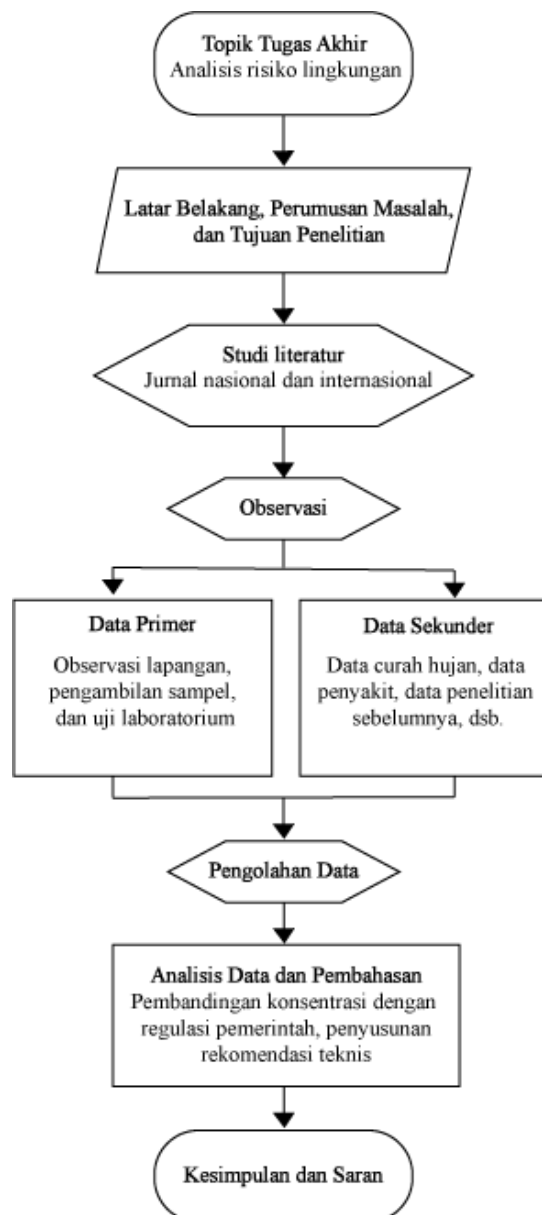


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Penelitian

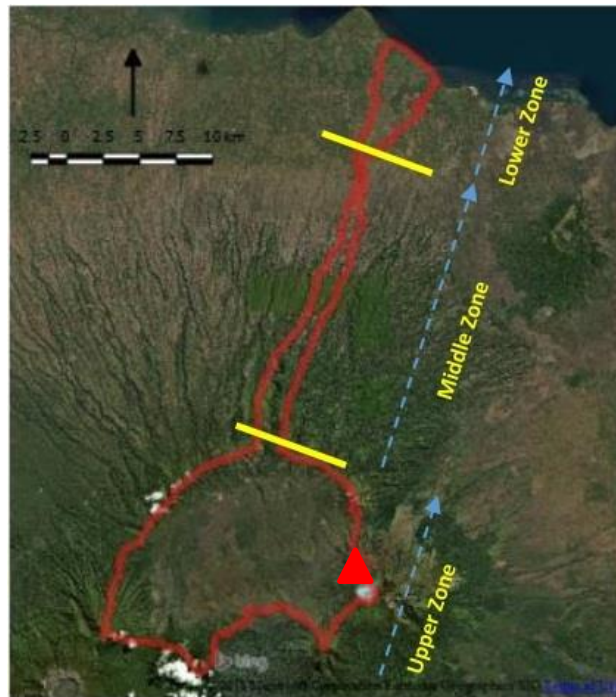
Penelitian yang dikerjakan merupakan studi tentang perkiraan risiko lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran alami. Objek yang akan diteliti yaitu air sungai dan airtanah, dan penelitian ini bersifat kuantitatif. Tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Skema Kerangka Penelitian

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilakukan pada hulu DAS Banyupahit-Banyuputih (*upper zone*) serta beberapa titik lokasi sumur di wilayah administrasi Kecamatan Asembagus (*lower zone*). Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah. Pengambilan sampel lapangan dilakukan pada musim kemarau, yaitu pada Bulan Juli 2019. Kemudian, pengujian sampel air akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3.2 Peta Pembagian wilayah DAS Banyupahit-Banyuputih

### 3.3 Alat dan Bahan

#### A. Observasi Lapangan

##### a). Alat

1. Botol PE untuk pewadahan sampel
2. pH meter untuk pengukuran pH air
3. Pipet tetes, untuk memasukkan larutan pengawet ke dalam sampel air
4. Marker untuk pelabelan wadah sampel.

##### b). Bahan

Larutan  $\text{HNO}_3$  yang telah diencerkan dengan perbandingan 1:1, ditetaskan hingga pH sampel berada  $<2$  dan disimpan pada suhu ruangan.

## B. Uji Laboratorium

### a). Alat

1. Erlenmeyer 250 mL
2. Gelas ukur 25 dan 100 mL
3. Corong kaca
4. Pipet volumetric
5. Karet hisap
6. Kertas saring
7. Botol vial 25 mL
8. Kompor listrik
9. Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom

### b). Bahan

1. HNO<sub>3</sub> pekat
2. Aquades

## 3.4 Prosedur Pengambilan dan Analisis Data

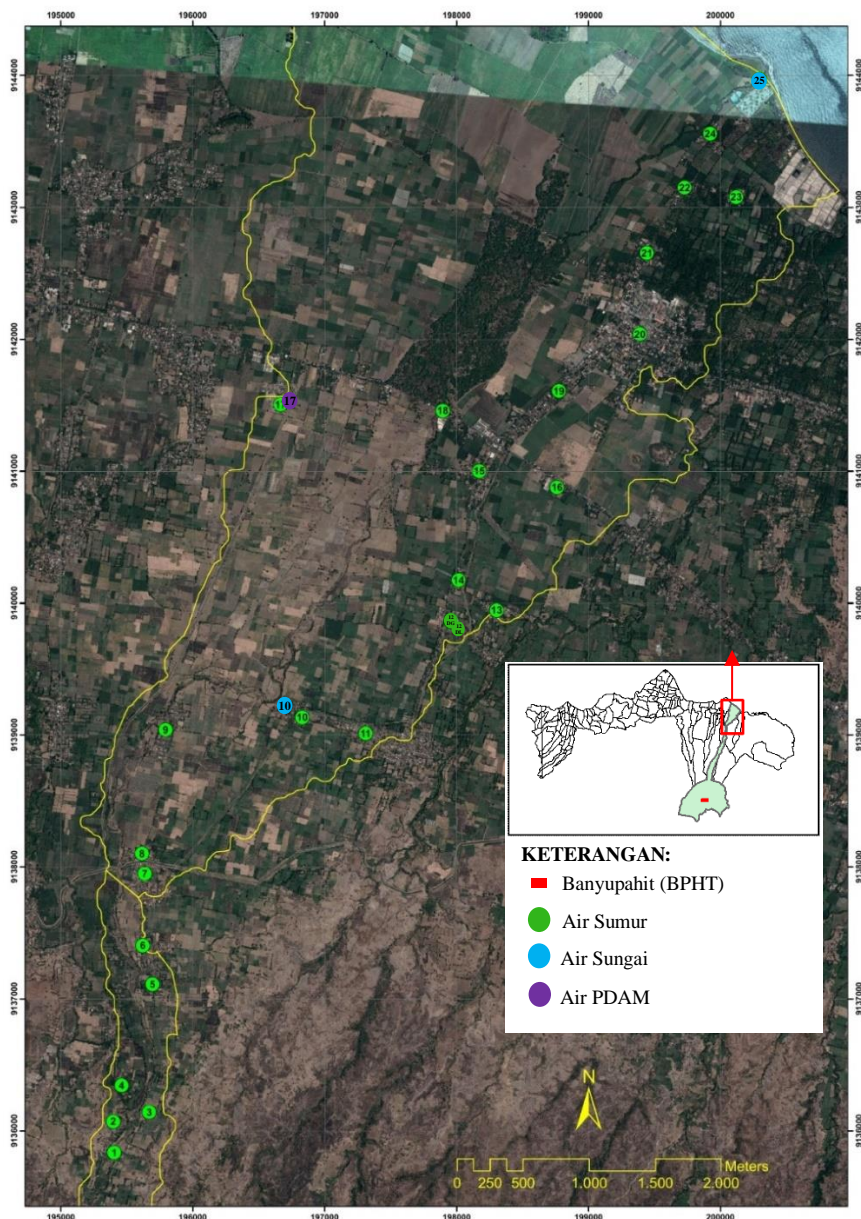
### 3.4.1 Pengambilan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi, pengambilan sampel air pada Sungai Banyupahit-Banyuputih serta beberapa sumur masyarakat di Kecamatan Asembagus. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan penentuan titik sampel berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga sampel yang diambil dapat merepresentasikan kondisi air sungai maupun airtanah yang sesuai dengan kajian penelitian.

Sebaran titik-titik sumur pada blok-blok pemukiman ditentukan dengan pertimbangan jarak antar blok pemukiman, kepadatan penduduk, serta potensi terdampaknya. Semula, Titik sampel berjumlah 25 dengan tambahan 1 sampel air PDAM serta 1 sampel air sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui berapa besar logam berat yang berdampak buruk pada sumber air masyarakat Asembagus. Namun, pada akhirnya jumlah titik sampel menjadi 23 dengan 1 sampel air PDAM dan 3 sampel air sungai. Titik 1, 2, 4, 15, 19, dan 20 tidak

dapat diambil karena medan yang cukup parah serta akses menuju lokasi yang tidak terjangkau oleh mobil.

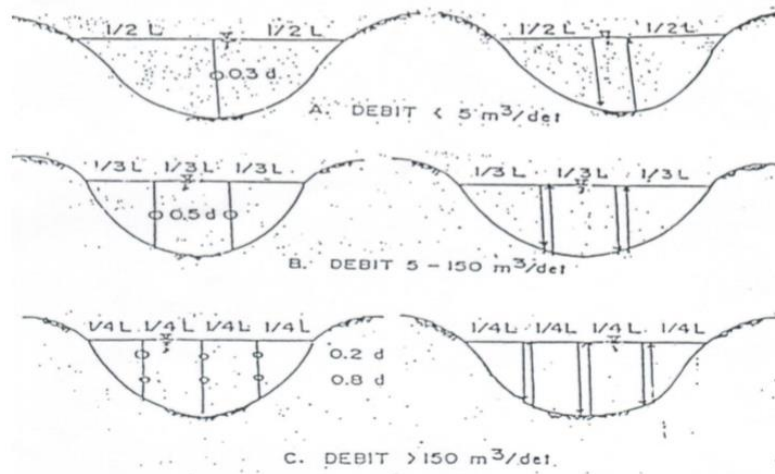
Titik pengambilan air sungai terdapat pada titik 10 dan 25 serta Air Terjun Banyupahit (*Upper Zone*). Titik pengambilan air PDAM terdapat pada titik 17 dan sisanya adalah titik pengambilan air sumur. Pengecualian pada titik 12, warga menggunakan dua jenis sumur yaitu sumur dangkal dan sumur dalam, sehingga sampel diambil dua kali, satu untuk sumur dangkal dan satu untuk sumur dalam. Lebih jelasnya, peta lokasi titik sampel dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah.



Gambar 3.3 Titik Pengambilan Sampel Air

a. Pengambilan Sampel Air Sungai

Metode pengambilan sampel air sungai mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang metode pengambilan air permukaan. Titik sampel untuk air permukaan akan diambil pada bagian *upper zone* dan *lower zone* berdasarkan gambar 3.2. Dengan mempertimbangkan wilayah *upper zone* sebagai konsentrasi awal logam Fe, Cd, Cu, Zn, Pb, dan Mn dari air asam kawah ijen yang masuk ke dalam air sungai. Kemudian *lower zone* sebagai *impact area* yang bersinggungan langsung dengan aktivitas konsumsi manusia. Kedalaman pengambilan sampel air sungai pada setiap titik sampel akan dilakukan sesuai dengan kriteria (A) pada gambar 3.3 di bawah.



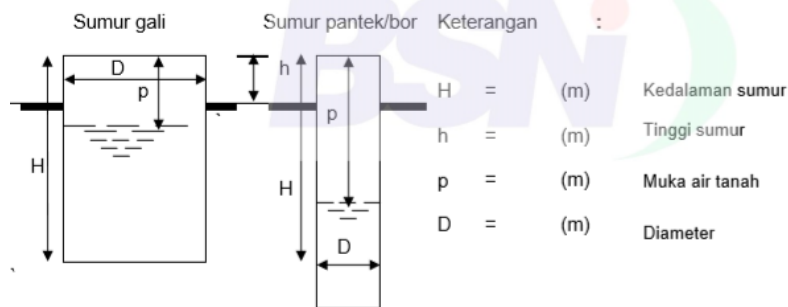
Gambar 3.4 Titik pengambilan sampel air sungai

(sumber: SNI 6989.57:2008)

b. Pengambilan Sampel Airtanah

Metode pengambilan sampel airtanah mengacu pada dan SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan air tanah. Titik sampel untuk airtanah akan diambil pada sumur warga yang masuk ke dalam *lower zone* DAS Banyupahit-Banyuputih. Jumlah titik sampel akan diwakili oleh setiap blok pemukiman yang terdapat di dalam *impact area*. Kedalaman pengambilan sampel airtanah pada setiap titik

sampel akan dilakukan sesuai dengan kriteria sumur pada gambar 3.4 di bawah.



Gambar 3.5 Titik pengambilan air sumur

(sumber: SNI 6989.58:2008)

### 3.4.2 Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder yang berkaitan dengan dokumen pendukung data primer diambil dari lembaga terkait dan beberapa pustaka antara lain:

1. Jurnal mengenai penelitian tentang logam Fe, Cd, Cu, Zn, Pb, dan Mn di Kecamatan Asembagus.
2. Literatur buku, artikel, maupun surat kabar yang mendukung penelitian mengenai analisis risiko logam Fe, Cd, Cu, Zn, Pb, dan Mn.
3. Peraturan terkait baku mutu air untuk parameter Fe, Cd, Cu, Zn, Pb, dan Mn pada Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air serta Permenkes Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.
4. Data curah hujan serta data riwayat penyakit yang dialami masyarakat Kecamatan Asembagus yang diperoleh dari Profil Kesehatan Kabupaten Situbondo.

### 3.4.3 Prosedur Analisis Data

#### A. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium kandungan logam berat dilakukan dengan uji laboratorium menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) yang dipekatkan terlebih dahulu. Metode pengujian dirangkum pada tabel 3.1 di bawah.

Tabel 3.1 Metode Uji Laboratorium

No.	Parameter	Metode
1	Besi (Fe)	SNI 6989.4:2009
2	Kadmium (Cd)	SNI 6989.16:2009
3	Tembaga (Cu)	SNI 6989.6:2009
4	Seng (Zn)	SNI 6989.7:2009
5	Timbal (Pb)	SNI 6989.8:2009
6	Mangan (Mn)	SNI 6989.5:2009

Konsentrasi yang didapatkan dari pengujian menggunakan AAS kemudian dimasukkan ke dalam persamaan dibawah ini:

$$C_{\text{aktual}} = C_{\text{AAS}} \times \frac{V_a}{V_o} \times F_p$$

Keterangan:

$C_{\text{aktual}}$  = Konsentrasi logam yang sebenarnya (mg/L)

$C_{\text{AAS}}$  = Konsentrasi dari hasil pengukuran AAS (mg/L)

$V_a$  = Volume akhir sampel setelah dipekatkan (mL)

$V_o$  = Volume awal sampel sebelum dipekatkan (mL)

$F_p$  = Faktor pengenceran

#### B. Analisis Perbandingan

Metode yang digunakan adalah deskripsi kualitatif, dengan membandingkan data yang telah didapatkan dengan data sekunder berupa penelitian sebelumnya agar didapatkan perbandingan konsentrasi aktual pada tahun 2019 dan tahun sebelumnya. Perubahan yang didapatkan menjadi pertimbangan untuk memberikan solusi teknis terkait permasalahan ini dan perkiraan dampaknya terhadap masyarakat Kecamatan Asembagus.

#### C. Pemetaan Persebaran Logam Berat

Analisis spasial dilakukan untuk melihat karakteristik wilayah yang meliputi jarak, jenis aliran, kemiringan aliran air, serta debit air di DAS Banyupahit-Banyuputih, Kecamatan Asembagus. Analisis spasial ini

berupa pemetaan sebaran logam berat dengan menggunakan *software* pendukung *Geographic Information System (GIS)*, yaitu "ArcGis".

Hasil dari analisis kandungan logam berat yang diuji di laboratorium adalah data-data yang akan dimasukkan dan disusun ke dalam Microsoft Excel, disimpan dalam format Microsoft Excel tahun 1997 dan diinput ke *software* ArcGIS. Di dalam data Microsoft Excel ini terdapat titik koordinat masing-masing sampel air yang akan diolah lebih lanjut dalam ArcGIS. Data hasil pemetaan ini berupa peta Kecamatan Asembagus beserta titik-titik sampel air sungai dan airtanah, serta perkiraan persebaran logam beratnya.

#### D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Pelaksanaan ARKL menurut Pedoman ARKL Kementerian Kesehatan (2012) meliputi empat langkah yaitu:

##### 1. Identifikasi bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala-gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis.

##### 2. Analisis dosis-respon (*Dose-response Assessment*)

Analisis dosis-respon bertujuan untuk mencari nilai RfD, dan/atau RfC, dan/atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis-respon cukup dengan merujuk pada literatur yang tersedia (EPA:*Iris Assessment*).

##### 3. Analisis pajanan (*Exposure Assessment*)

Analisis pajanan dilakukan dengan mengukur atau menghitung intake/asupan dari agen risiko. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data atau data sekunder dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai *default*



yang tersedia. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Intake karsiogenik pada jalur pemajanan ingesti (tertelan):

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

**I<sub>nk</sub>** (*intake*): Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya. (mg/kg hari)

**C** (konsentrasi): Konsentrasi agen risiko pada air bersih (mg/L)

**R** (*rate*): Laju konsumsi atau banyaknya volume air (Liter/hari)

- Dewasa (pemukiman)= 2 Liter/hari
- Anak-anak (pemukiman)= 1 Liter/hari

**F<sub>E</sub>** (*frecuency of exposure*): Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya. (Hari/tahun)

- Pajanan pada pemukiman= 350 Hari/tahun

**D<sub>t</sub>** (*duration time*): Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan

- Pemukiman (dewasa)= 30 Tahun
- Pemukiman (Anak-anak)= 6 Tahun

**W<sub>b</sub>** (*weight of body*): Berat badan manusia (Kg)

- Dewasa Indonesia= 55 kg
- Anak-anak Indonesia= 15 kg

**t<sub>avg</sub>** (*time average*): Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogenik. (Hari)

- 30 tahun x 365 hari/tahun

#### 4. Karakterisasi risiko (*Risk characterization*)

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Tingkat risiko untuk efek non

karsinogenik dinyatakan dalam notasi Risk Quotien (RQ), dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{I}{RfC}$$

**I** (*intake*): Intake pada perhitungan pajanan (mg/kg hari)

**RfC** (*reference concentration*): referensi agen risiko pada pemajanan ingesti (EPA: *Iris Assessment*)

- **Fe** (0,006 mg/kg/hari); **Cd** (0,0005 mg/kg/hari); **Cu** (0,04 mg/kg/hari); **Zn** (0,3 mg/kg/hari); **Pb** (0,00049 mg/kg/hari); **Mn** (0,14 mg/kg/hari)

RQ  $\leq$  1 dapat dinyatakan “AMAN”, sedangkan tingkat risiko dikatakan TIDAK AMAN bilamana RQ  $>$  1.

Setelah melakukan keempat langkah ARKL di atas maka dapat diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Pengelolaan risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko. Strategi pengelolaan risiko meliputi penentuan batas aman yaitu:

- a. Penentuan konsentrasi aman (C; (mg/liter))

$$C_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t}$$

- b. Penentuan jumlah konsumsi aman (R; (gram/liter))

$$R_{nk(aman)} = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times D_t}$$

\*) Keterangan variabel seperti pada persamaan (1)