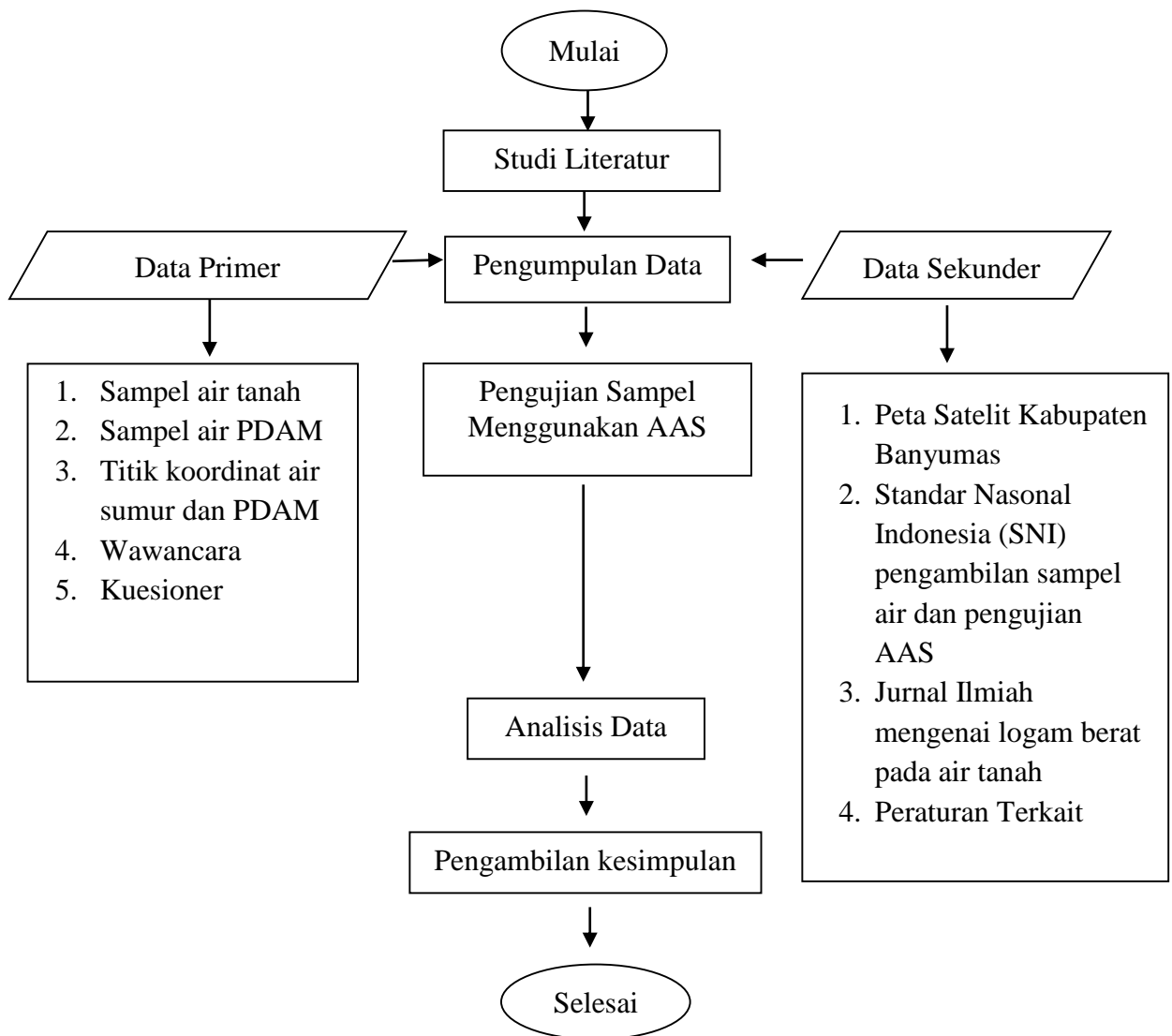


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian mengenai konsentrasi logam berat pada air PDAM dan air tanah yang telah diambil dari sekitar TPA Gunung Tugel, berikut ini merupakan tahapan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian mengenai kandungan logam berat pada air sumur dan air PDAM ini dilakukan di area sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Gunung Tugel. Lokasi penelitian ini masuk kedalam wilayah administrasi Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada TPA Gunung Tugel dengan metode pengolahan menggunakan sistem *open dumping*. Objek dari penelitian ini adalah kandungan logam berat pada air tanah, dan air PDAM. Lokasi pengambilan sampel baik air tanah atau air PDAM terdapat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian
Sumber: peta-Hd.com

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan melibatkan data primer dan sekunder, data primer meliputi data hasil sampel air tanah dan air PDAM, titik koordinat dari sumur dan PDAM yang digunakan sebagai sampel, penentuan titik koordinat ini menggunakan bantuan *Global Positioning System* (GPS) wawancara dan pemberian kuisioner pada warga sekitar yang airnya digunakan menjadi sampel. Sedangkan data sekunder meliputi data observasi, peta citra Kabupaten Banyumas, jurnal ilmiah penelitian sebelumnya terkait pencemaran pada air tanah

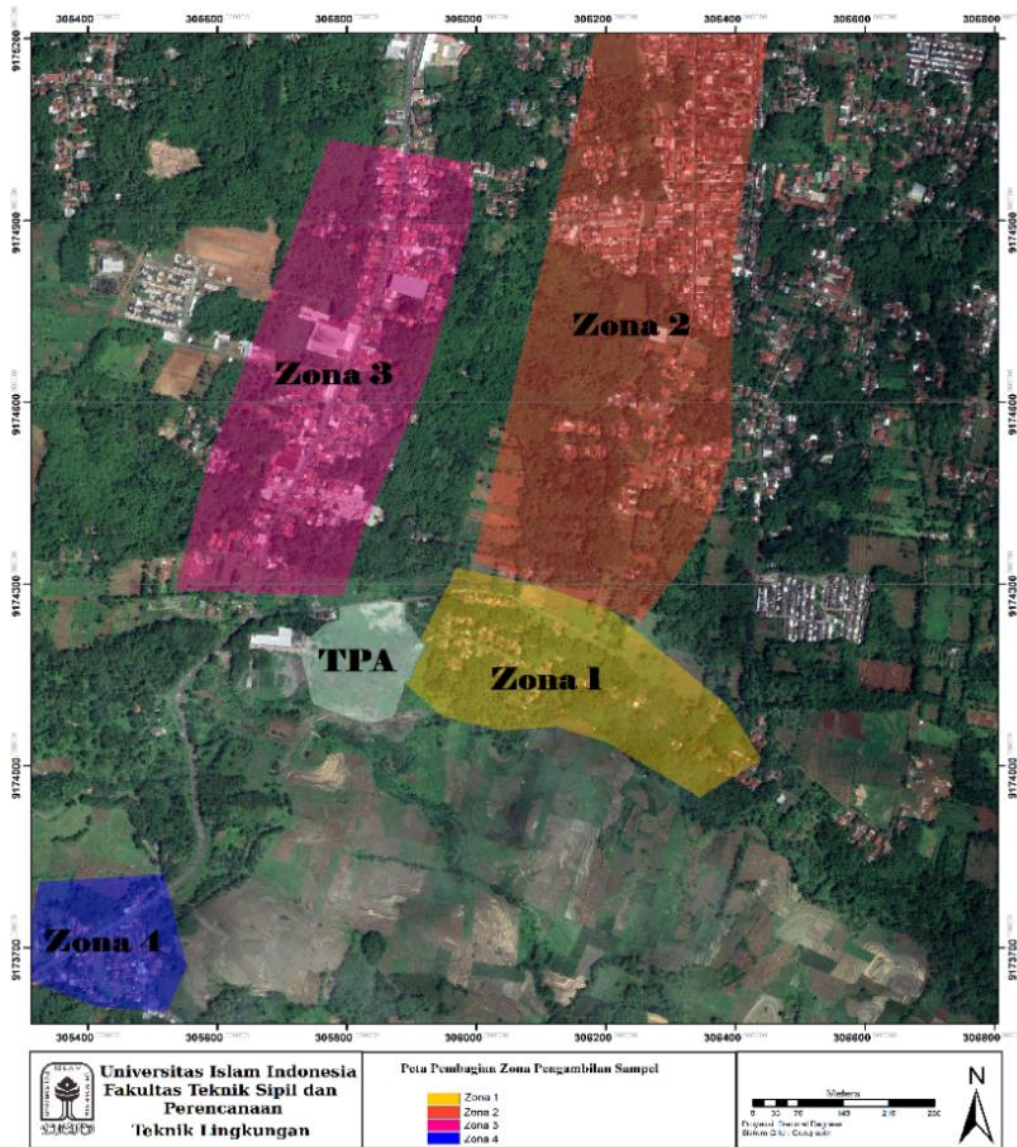
di sekitar TPA dan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai proses sampling dan analisis penelitian ini yaitu SNI 6989.58: 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air tanah, dan SNI 7828:2012 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Minum dari Instalasi pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan dan SNI mengenai penggunaan instrumen AAS pada logam berat.

3.4 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan contoh uji atau *sampling* dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia dan literatur terkait dengan pengambilan sampel yang dilakukan. Pada penelitian ini mengambil dua jenis sampel yaitu sampel air tanah dan sampel air PDAM. Metode pengambilan sample adalah metode *stratified sampling* adalah penentuan pengambilan sampel air yang didasarkan pada pengelompokan strata pada suatu populasi. Dimana pengelompokan dibagi berdasarkan zona yang telah di tentukan dan titik pengambilan sampel dilakukan secara acak dari setiap strata atau zona.

Pada pengambilan sampel air tanah dan PDAM dilakukan dengan metode berdasarkan pertimbangan tertentu, dalam hal ini kriteria sumur yang diuji adalah sumur milik warga sekitar yang memanfaatkan air sumur dan telah tinggal dalam kurun waktu yang lama. Sehingga diharapkan titik *sampling* yang telah dipilih dapat mendukung penelitian. Terdapat dua cara pada pengambilan sampel pada air yang akan dianalisis yaitu berdasarkan SNI 6989.58: 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air tanah, dan SNI 7828:2012 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Minum dari Instalasi Pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan. Berikut ini adalah prosedur pengambilan *sampling* yang akan dilakukan.

3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air tanah dan Air PDAM



Gambar 3.3 Pembagian Wilayah Sampling untuk Air Tanah dan Air PDAM

Lokasi pengambilan sampel air tanah dan air PDAM dibagi menjadi 4 zona pengambilan, dimana setiap zona akan diuji air tanah dan air PDAMnya selain keempat lokasi tersebut juga mengambil sampel perbandingan dengan jarak minimum 10 km. Pembagian zona sampling bertujuan untuk mempermudah pengambilan sampel dan mengelola data, selain itu pembagian zona dilakukan untuk mengetahui perbandingan persebaran konsentrasi logam berat pada tiap titiknya. Pembagian empat zona ini didasarkan pada perumahan penduduk yang dapat diambil sampel airnya.

Berdasarkan gambar 3.3 pengambilan sampel air tanah dilakukan dengan cara mendatangi tiap rumah pada keempat zona tersebut yang diketahui memiliki sumur, sampel sumur yang diambil adalah sumur yang masih digunakan atau digunakan dalam kurun waktu yang lama dan tidak tercampur dengan air PDAM, dari tiap zona diambil 10 sampel air sumur dan air PDAM minimal 1 titik dari tiap zona. Akan tetapi dikarenakan kondisi lapangan pada zona 4 hanya 8 sampel yang didapatkan karena sebagian besar warga telah menggunakan air PDAM.

3.4.2 Pengambilan sampel berdasarkan SNI 6989.58: 2008 dan SNI 7828:2012

Metode pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan SNI 6989.58: 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air tanah dan SNI 7828:2012 Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Minum dari Instalasi pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan. Berdasarkan SNI 6989.58:2008 alat yang digunakan untuk mengambil sampel dari air sumur gali dengan timba menggunakan ember khusus. Prinsip pengambilan sampel ini adalah dengan melakukan pencucian atau pembersihan wadah sampling berupa botol menggunakan sabun cuci dan dibilas dengan larutan asam nitrat (HNO_3) dengan perbandingan 1:1 sebanyak tiga kali. Selanjutnya sampel diambil dengan ember khusus yang telah dibilas aquades dan dipindahkan kedalam botol plastik berukuran 100 ml yang telah dibilas HNO_3 .

Sedangkan pada pengambilan sampel air pada sumur bor menggunakan alat berupa botol sampel yang telah dilakukan pencucian, pengambilan sampel dilakukan dengan cara membuka keran selama satu menit kemudian setelah satu menit air dari keran tersebut dimasukkan kedalam botol sampel, sedangkan untuk air PDAM berdasarkan SNI 7828:2012 pengambilan sampel air dilakukan dengan cara membuka keran selama 1 sampai 2 menit kemudian sampel dimasukkan kedalam botol langsung dari kerannya. Setelah sampel masuk kedalam botol sampel dilakukan proses pengawetan dengan cara menambahkan HNO_3 beberapa tetes sampai pH di bawah 2. Pengujian pH air sumur dilakukan hanya pada 8 titik, hal ini dikarenakan keterbatasan *indicator universal* yang dimiliki sehingga hanya dilakukan perwakilan dari beberapa titik saja. Selanjutnya sampel yang telah diambil di simpan pada ruangan yang menggunakan *air conditioner* selama kurang lebih satu minggu sampai proses sampling selesai, terakhir sampel dibawa

menggunakan *stairform box* yang telah diletakan *ice gel* menuju tempat pengujian sampel.

3.5 Pengujian Sampel

Tahapan pengujian sampel ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat yang ada di sampel air PDAM dan air tanah yang telah di ambil. Pada pengujian ini menggunakan instrumen yaitu *Atomic Absorbsion Spektrophotometri* (AAS). Pada pengujian ini dilakukan pengujian secara duplo untuk memastikan hasil dari konsentrasi dari setiap sampel air tanah dan air PDAM. AAS yang digunakan pada pengujian ini adalah AAS Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dengan merk AAS Berca dan HNO₃ pekat yang digunakan adalah HNO₃ 65% Emsure-Merck untuk analisis, penambahan HNO₃ ini bertujuan untuk mempercepat proses destruksi, menghancurkan bahan-bahan organik yang sulit dihilangkan dan meminimalisir terjadinya penguapan logam yang akan diuji. Sedangkan aquades yang digunakan adalah aquades yang diproses dari air tanah di FTSP

3.5.1 Penentuan kandungan Logam Berat dengan Atomic Absorbsion Spektrophotometri (AAS)

Pada penelitian ini pengujian dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) menggunakan prosedur sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) terdapat beberapa SNI mengenai Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang disesuaikan dengan kandungan logam yang akan diuji. Berikut ini merupakan SNI penggunaan SSA pada sampel air berdasarkan logam yang diuji. SNI yang digunakan terdapat pada tabel 3.1

Table 3. 1 SNI yang Digunakan dalam Pengujian Logam Berat Menggunakan AAS

No	Logam Berat	Acuan SNI
1.	Besi (Fe)	6989.4: 2009
2.	Mangan (Mn)	6989.5: 2009
3.	Seng (Zn)	6989.7: 2009
4.	Timbal (Pb)	6989.8: 2009
5.	Kadmium (Cd)	6989.18: 2009
6.	Krom (Cr-T)	6989.17: 2009
7.	Tembaga (Cu)	6989.67: 2009

Terdapat beberapa SNI yang dapat digunakan sebagai acuan pengujian SSA, secara umum isi dari SNI yang dicantumkan pada tabel 3.1 memiliki isi yang sama hanya terdapat pembeda pada bahan dan panjang gelombang. Sebagai acuan prosedur dan prinsip menggunakan SNI 6989.17 2009 Mengenai Cara Uji Total Krom (Cr-T) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Sebelum dilakukan analisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) harus dilakukan preparasi sampel terlebih dahulu. Prinsip pada pengujian menggunakan instrumen AAS adalah dengan mengubah analit logam krom menggunakan udara asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, kemudian menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit pada logam berat tersebut. Sehingga konsentrasi logam berat dapat diketahui.

Pada proses analisis pada penelitian terdapat modifikasi untuk proses destruksi dari SNI. Dimana proses duplo yang telah dilakukan pada proses destruksi digabungkan menjadi satu dengan rentang sisa air pada proses destruksi dari kedua sampel antara 10-20 ml selanjutnya ditambahkan aquades sampai 25 ml kemudian diuji menggunakan AAS. Perlakuan modifikasi ini dilakukan untuk mengantisipasi tidak terbakarnya sampel air yang diuji.

3.6 Metode Analisa Data

3.6.1 Analisis Kandungan Logam Berat Menggunakan AAS

Analisis kandungan logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spektrophotometri* (AAS) meliputi logam berat Tembaga (Cu), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Mangan (Mn), Kromium (Cr), Timbal (Pb), dan Besi (Fe). Analisis dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Setelah diuji menggunakan akan dilakukan perhitungan akhir logam berat, pemekatannya dan analisis anova.

3.6.2 Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Dengan Metode IDW

Pemetaan pola aliran air tanah bertujuan untuk mengetahui arah aliran air tanah, dan kemungkinan persebaran logam berat dapat terjadi, dalam pemetaan ini menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Pemetaan ini dilakukan setelah hasil pengujian sampel air tanah didapatkan di laboratorium, dimana hasil dari analisis dilaboratorium beserta koordinat titik sampel dan data pendukung lainnya diolah di *excel* dan dimasukkan kedalam software ArcGIS untuk mengetahui pemetaan arah alirannya, selanjutnya arah sebaran air dilakukan dengan metode manual dengan menarik garis tegak lurus antara kontur yang dibuat dari hasil metode *Inverse Distance Weighted* (IDW), hal ini dikarenakan arah aliran air selalu tegak lurus dengan kontur air.

3.6.3 Persebaran Logam Berat Menggunakan Perhitungan Darcy 1985

Perhitungan persebaran logam berat menggunakan perhitungan *darcy* bertujuan untuk mengetahui gerakan air tanah, dalam hal ini kecepatan aliran air tanah. Sehingga dapat mengetahui seberapa jauh, persebaran logam berat yang mungkin dapat terjadi akibat adanya TPA. Untuk memperkirakan kecepatan gerak air tanah diperlukan informasi mengenai nilai permeabilitas tanah, gradient hidraulik dan informasi tambahan mengenai panjang aliran dan perbedaan elevasi sumur. Berikut ini merupakan rumus menghitung kecepatan *darcy* 1985.

$$V = K \text{ (meter/hari)} \times i$$

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

Dimana:

K : konduktivitas hidraulik

I : Gradien Hidraulik

L : Panjang Aliran yang dicari

Δh : Perbedaan tinggi elevasi muka air tanah

3.6.4 Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Analisis resiko kesehatan lingkungan (ARKL) bertujuan untuk mengukur dan memperkirakan besar dampak yang ditimbulkan oleh logam berat (Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Pb dan Zn) pada masyarakat di sekitar TPA Gunung Tugel. Dengan menggunakan perhitungan asupan (intake) dari penggunaan air minum dari sumur di sekitar TPA Gunung Tugel. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut.

A. Perhitungan Intake Oral pada Efek Non Karsinogenik dan HQ pada Logam Berat

1. Intake pada Jalur Pemajanan Ingesti (Tertelan)

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Dimana:

- Ink (Intake) : Jumlah Konsumsi/Konsentrasi Agen Resiko yang Masuk ke dalam Tubuh Manusia (mg/kg.hari)
- C (*Concentration*) : Konsentrasi Agen Resiko Pada Air Minum (mg/L)
- R (Rate) : Laju Konsumsi atau Banyak Volume Air yang Diminum (Liter/hari)
- f_E (*frequency of expose*) : Lamanya Terjadi Pajanan Setiap Tahunnya
- D_t (*Duration time*) : Lamanya Terjadi Pajanan
- W_b (*Weight of body*) : Berat Badan Manusia
- T_{avg} (*Time average*) : Periode Waktu Rata-Rata

2. Perhitungan Tingkat Resiko pada Efek Non Karsinogenik (RQ)

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

Dimana:

- RQ (*Risk Quotien*) : Tingkat Resiko Non Karsinogenik
- RfD (*Reference Dose*) : Nilai referensi agen resiko pada pemasukan ingesti
- I (*Intake*) : Jumlah Konsumsi/Konsentrasi Agen Resiko yang Masuk ke dalam Tubuh Manusia (mg/kg.hari)

B. Perhitungan Intake Oral pada Efek Karsinogenik dan HQ pada Logam Berat

1. Intake pada Jalur Pemajanan Ingesti (Tertelan)

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Dimana:

- Ink (*Intake*) : Jumlah Konsumsi/Konsentrasi Agen Resiko yang Masuk ke dalam Tubuh Manusia (mg/kg.hari)
- C (*Concentration*) : Konsentrasi Agen Resiko Pada Air Minum (mg/L)
- R (*Rate*) : Laju Konsumsi atau Banyak Volume Air yang Diminum (Liter/hari)
- f_E (*frequency of expose*) : Lamanya Terjadi Pajanan Setiap Tahunnya
- D_t (*Duration time*) : Lamanya Terjadi Pajanan
- W_b (*Weight of body*) : Berat Badan Manusia
- T_{avg} (*Time average*) : Periode Waktu Rata-Rata
-

2. Perhitungan Tingkat Resiko pada Efek Karsinogenik (ECR)

$$ECR = I \times SF$$

Dimana:

- ECR (*Excess Cancer Risk*) : Tingkat Resiko untuk Efek Karsinogenik
- SF (*Slope factor*) : Nilai Agen Resiko dengan Efek Karsinogenik

- *I (Intake)* : Jumlah Konsumsi/Konsentrasi Agen Resiko yang Masuk ke dalam Tubuh Manusia (mg/kg.hari)

Untuk mendapatkan nilai tingkat resiko non karsinogenik diperlukan nilai RfD dari setiap parameter logam berat, nilai RfD adalah nilai referensi agen resiko yang didapatkan dari *Integrated Risk Information System* yang berasal dari *United States Environmental Protection Agency (US-EPA)* dan juga *Value from Health Canada*. Nilai RfD dari setiap parameter logam berat dan sumbernya terdapat pada tabel 3.2

Table 3. 2 Nilai RfD dan Sumbernya pada Tiap Parameter Logam Berat

Parameter Logam Berat	Nilai RfD (mg/kg.hari)		Sumber
	Anak-anak	Dewasa	
Cd	0.0005	0.0005	IRIS
Cr	0.003	0.003	IRIS
Cu	0.111	0.141	Value from Health Canada
Fe	0.7	0.7	Value from Health Canada
Mn	0.14	0.14	IRIS
Pb	0.0035	0.0035	IRIS
Zn	0.3	0.3	IRIS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”