

SKRIPSI

ANALISIS KANDUNGAN Pb DAN Cu PADA LOKASI BEKAS TAMBANG BIJIH BESI, BONE SULAWESI SELATAN

(Desa Kahu, Kecamatan. Bontocani, Kabupaten. Bone,

Provinsi Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

TIMOTHY DANIEL DIRKS

D62116701



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN Pb DAN Cu PADA LOKASI BEKAS TAMBANG
BIJIH BESI, BONE SULAWESI SELATAN**

(Desa Kahu, Kecamatan. Bontocani, Kabupaten. Bone, Provinsi Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

TIMOTHY DANIEL DIRKS

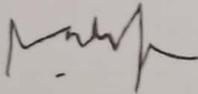
D62116701

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 2 Desember 2022.

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T.

NIP. 196807181993091001

Pembimbing Pendamping,



Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., M.T.

NIP. 199511262022043001

Plt. Ketua Program Studi,



Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT.

NIP. 197310101998021001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Timothy Daniel Dirks

NIM : D62116701

Program Studi : Teknik Pertambangan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ANALISIS KANDUNGAN Pb DAN Cu PADA LOKASI BEKAS TAMBANG BIJIH BESI,
BONE SULAWESI SELATAN}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 20 Januari 2023

Yang Menyatakan



Timothy Daniel Dirks

ABSTRAK

Area bekas tambang yang ditinggalkan setelah kegiatan tidak lagi beroperasi dan dibiarkan begitu saja dapat menyebabkan pencemaran pada area di sekitarnya. Pada area bekas tambang yang berada di daerah Bontocani, Kabupaten Bone dibiarkan begitu saja tanpa ada penanganan lebih lanjut dari pihak perusahaan, sehingga menyebabkan pencemaran unsur logam berat seperti timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis sampel air yang diambil dari 5 stasiun berbeda pada area bekas tambang dan membuat model pola penyebaran kedua unsur tersebut. Pengambilan sampel dilakukan pada dua musim berbeda untuk mengetahui pengaruh musim pada kadar logam berat Pb dan Cu. Air yang diambil kemudian dianalisis menggunakan metode AAS untuk mengetahui jumlah kadar Pb dan Cu yang terdapat pada air di sekitar area bekas tambang, Setelah jumlah kadar logam Pb dan Cu diketahui maka dibuat model pola penyebaran logam menggunakan aplikasi *surfer*. Hasil pengukuran menunjukkan kadar Pb dan Cu berdasarkan dua musim berbeda ditemukan konsentrasi Pb tertinggi pada musim kemarau berjumlah 0,277 ppm dan Cu konsentrasi tertinggi pada musim hujan berjumlah 1,072 ppm. Pola penyebaran pencemaran kedua unsur logam berat Pb dan Cu pada area bekas tambang menunjukkan tingkat tertinggi pada stasiun 3 dan 4. Berdasarkan PP no.82 tahun 2021 kadar logam Pb pada stasiun 2 dan 5 di musim hujan tidak melebihi batas sedangkan stasiun yang lainnya melebihi batas, sedangkan untuk unsur Cu keseluruhan stasiun di kedua musim melebihi batas standar sehingga dikategorikan tercemar.

Kata kunci: Area bekas tambang, Bontocani, Pencemaran logam berat, Pb, Cu, AAS, *surfer*, model penyebaran.

ABSTRACT

The abandoned mining area that is left after the activity is no longer operating and left alone can cause pollution to the surrounding area. In the abandoned mining area in the Bontocani area, Bone Regency, it is left alone without any further handling from the company, causing pollution of heavy metal elements such as lead (Pb) and copper (Cu). This research was conducted by analyzing water samples was taken from 5 different stations in the site mining and modeling the distribution pattern of the two elements. Sampling was carried out by repasenting two different seasons to determine the effect of seasons on heavy metal levels of Pb and Cu. The water samples then analyzed using the AAS method to determine the amount of Pb and Cu levels contained in the water around the research area. After the amount of Pb and Cu metal levels were known, a metal distribution pattern model was made using a surfer application. The measurement results showed Pb and Cu levels based on two different seasons found the highest Pb concentration in the dry seasons was 0.277 ppm and the highest Cu concentration was 1.072 ppm in the rainy season. The distribution pattern of the pollution of the two heavy metal elements Pb and Cu in the ex-mining area shows the highest level at stations 3 and 4. Based on PP no. 82 of 2021 the levels of Pb at stations 2 and 5 in the rainy season do not exceed the limit while the other stations exceed the limit, while the Cu element in all stations in both seasons exceeded the standard limit so that it was categorized as polluted.

Keywords: Abandoned mining area, Bontocani, Heavy metal pollution, Pb, Cu, AAS, surfer, distribution model.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Analisis Kandungan Pb Dan Cu Pada Lokasi Bekas Tambang Besi, Bone Sulawesi Selatan.

Terima kasih kepada dosen pembimbing selaku Kepala Laboratorium Hidrologi dan Lingkungan Tambang Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T selaku pembimbing I dan Bapak Asta Arjunoarwan Hatta, ST., MT selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan, dan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Kepada Bapak Dr. Eng. Purwanto, ST., MT., dan Ibu Dr. Eng. Rini Novianti Sutarjo Tui. ST., M.B.A., MT selaku dosen penguji.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Terima kasih kepada teman-teman ROCKBOLT 2016, dan seluruh anggota Laboratorium Hidrologi dan Lingkungan Tambang Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin yang tidak bisa disebut satu persatu atas dukungannya kepada penulis selama mengerjakan skripsi. Penulis juga berterima kasih kepada kedua orang dan adik terkasih yang selalu memberikan motivasi, dukungan doa, moral, dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat kedepannya, dan sebagai referensi dan menambah wawasan bagi pembaca, kritik dan saran sangat penulis harapkan agar skripsi ini makin bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Makassar, 8 November 2022

Timothy Daniel Dirks

DAFTAR ISI

Halaman	
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Tahapan Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Air Limpasan	6
2.2. Definisi logam berat.....	12
2.2 Timbal (Pb)	14
2.3 Tembaga (Cu)	15
2.4 Dampak Timbal dan Tembaga pada tubuh manusia	17
2.5 Baku Mutu Air Sungai.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Studi Literatur	22
3.2 Pengambilan Data	22
3.3 Pengolahan Data	31
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	34
BAB IV Analisis Unsur Pb dan Cu pada Area Bekas Tambang Bijih Besi	36

4.1	Area Geologi Daerah Penelitian.....	36
4.2	Analisis Unsur Pb dan Cu Daerah Penelitian.....	37
4.3	Perbedaan Unsur Pb dan Cu pada Area Bekas Tambang Akibat Pengaruh Cuaca.	40
4.4	Pola Penyebaran Unsur Pb dan Cu Pada Area Bekas Tambang Menggunakan Aplikasi Surfer.....	44
4.5	Nilai Pb dan Cu Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 82 Tahun 2001	50
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Tahap Penelitian	4
1.1 Lokasi Penelitian	5
2.1 Alur pajanan Pb dalam lingkungan.....	19
3.1 Proses pengambilan sampel air di lokasi penelitian.....	23
3.2 Bentuk rangkaian <i>Atomic absorption spectroscopy</i>	27
3.3 Halaman awal	31
3.4 Data hasil analisis AAs	32
3.5 <i>Home page</i> aplikasi <i>surfer</i>	32
3.6 Pemilihan pengolahan data menggunakan <i>surfer</i>	33
3.7 Hasil model pola penyebaran unsur Pb.....	33
3.8 Pola penyebaran berserta warna dan skala warna.....	34
3.9 Diagram air penelitian	35
4.1 Peta Geologi Regional.....	36
4.2 Peta kontur daerah penelitian.....	37
4.3 Data Curah Hujan 5 tahun Terakhir Kabupaten Bone	40
4.4 Diagram perbedaan unsur Pb.....	41
4.5 Diagram perbedaan unsur Cu.....	42
4.6 Pola penyebaran Pb pada musim panas	45
4.7 Pola penyebaran Pb pada musim hujan.....	46
4.8 Pola penyebaran Cu pada musim panas	48
4.9 Pola penyebaran Cu pada musim hujan.....	49
4.10 Diagram batas strander timbal	50
4.11 Diagram batas standar tembaga.....	52

4.12	Diagram batas standar batas pH.....	54
------	-------------------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Batas kandungan logam berat untuk air minum di Indonesia	21
4.1 Tingkat konsentrasi unsur Pb dan Cu pada musim panas	38
4.2 Tingkat konsentrasi unsur Pb dan Cu pada musim hujan	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data AAS	60
B. Peta Lokasi Penelitian	63
C. Dokumentasi Kegiatan	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan pertambangan merupakan proses untuk mengambil mineral-mineral berharga yang terdapat di dalam bumi. Proses pengambilan mineral-mineral tersebut dapat berlangsung sampai bertahun-tahun bahkan puluhan tahun tergantung banyaknya endapan mineral tersebut yang terdapat pada area pertambangan tersebut, pada saat endapan tersebut telah habis maka kegiatan pertambangan pun akan berakhir, setelah berakhir maka lokasi tersebut menjadi area bekas tambang. Area bekas pertambangan haruslah tetap di perhatikan, jika perusahaan tersebut merupakan perusahaan yang menaati peraturan dan undang-undang maka dilakukannya reklamasi area pertambangan. Hal tersebut bertujuan agar membuat kondisi area tersebut menjadi lebih baik dan dampak dari kegiatan pertambangan itu berkurang, Namun ada beberapa perusahaan tidak melakukan reklamasi dan membiarkan area bekas tambang begitu saja. Akibat yang terjadi jika suatu area bekas tambang di biarkan begitu saja dapat memberikan dampak pencemaran lingkungan yang berbahaya.

Tambang bijih besi merupakan salah satu industri dalam pertambangan yang penting karena kebutuhan besi dalam kehidupan sangat penting. Namun jika area bekas tambang besi tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Logam berat secara umum terbagi atas dua, logam esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan Zink (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia selama dalam kadar yang tidak berlebihan. Sebaliknya logam-logam berat yang nonesensial (elemen mikro) tidak mempunyai fungsi di dalam tubuh manusia, dan bahkan sangat berbahaya hingga dapat

menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia. Logam nonesensial diantaranya: timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan cadmium (Cd).

Pada penelitian ini membahas area bekas pertambangan bijih besi yang terdapat di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Perusahaan tambang besi dengan sistem tambang terbuka namun perusahaan tersebut sudah tidak beroperasi lagi dan membiarkan lahan bekas tambangnya begitu saja tanpa ada penanganan apapun, sehingga dapat menimbulkan pencemaran logam berat apa daerah sekitar area bekas tambang. Unsur logam berat yang di teliti adalah unsur Pb dan Cu yang dimana jika berjumlah tinggi dapat beracun pada lingkungan dan masyarakat yang tinggal di sekitar area bekas tambang tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Area tambang besi yang ditinggalkan tanpa ada penanganan atau reklamasi dapat berpeluang besar menyebabkan pencemaran logam berat seperti pencemaran unsur Pb dan Cu. Area bekas tambang besi di daerah Bontocani dibiarkan begitu saja tanpa ada penanganan dari pihak perusahaan sehingga berpotensi terjadi pencemaran unsur logam terutama Pb dan Cu. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mencari tingkat konsentrasi Pb dan Cu dan mengetahui pola penyebaran masing-masing unsur di area bekas tambang.

1.3. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Menganalisis tingkat konsentrasi Pb dan Cu yang terdapat pada *void* dan aliran air di area bekas tambang.
2. Menganalisis pola penyebaran konsentrasi Pb dan Cu pada aliran air di area bekas tambang.

3. Mengidentifikasi tingkat konsentrasi Pb dan Cu pada aliran air area bekas tambang berdasarkan PP No. 18 tahun 2001.

1.4 Manfaat Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat konsentrasi Pb dan Cu yang terdapat pada area bekas tambang, serta membuat model pola penyebaran Pb dan Cu yang terdapat pada lokasi bekas area pertambangan. Selain itu manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi air pada area penelitian berdasarkan PP no.18 tahun 2021 dan memberikan informasi kepada pembaca atau penelitian berikut.

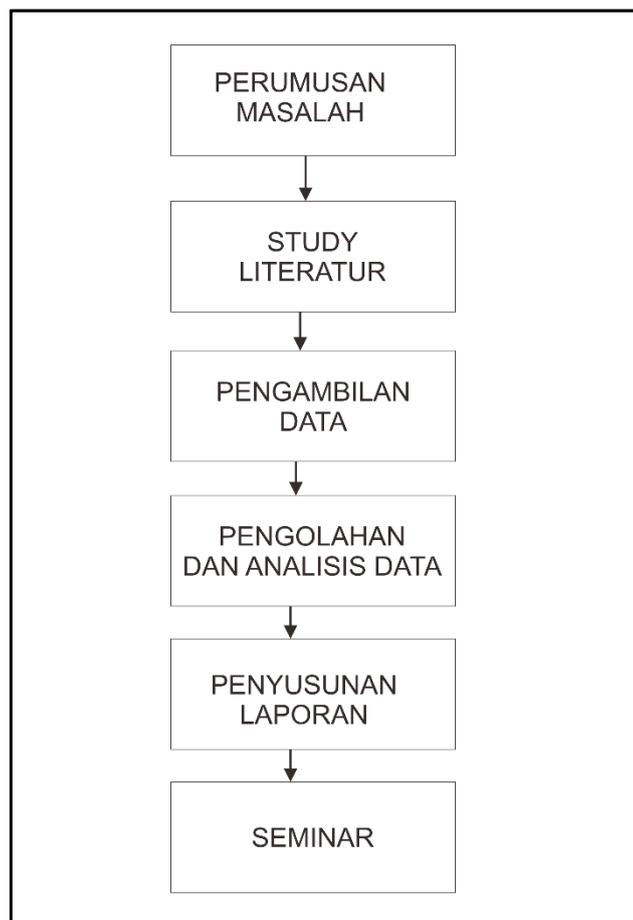
1.5 Tahapan penelitian

Tahap penelitian adalah tahapan yang dilakukan selama penelitian ini berlangsung untuk menyelesaikan penelitian yang dilaksanakan. Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Perumusan masalah adalah tahapan awal untuk memutuskan konsep studi, konsep studi ini meliputi penentuan topik penelitian, mengidentifikasi masalah dan rumusan masalah yang dibahas.
2. Studi literatur adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan referensi yang berhubungan dengan kegiatan penelitian yang dibahas dan menjawab rumusan masalah yang ditentukan dari tahap sebelumnya.
3. Pengambilan data adalah tahapan pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian yang dibahas serta hal-hal yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.
4. Pengolahan dan analisis data yaitu mengolah data yang dikumpulkan kemudian dilakukan pengolahan secara ilmiah untuk mencapai tujuan studi kasus berdasarkan metodologi penelitian. Kegiatan selanjutnya setelah pengolahan adalah analisis

data untuk mengetahui hasil dari penelitian dan penyelesaian dari rumusan masalah dalam penelitian, sehingga menjadi rekomendasi yang diajukan.

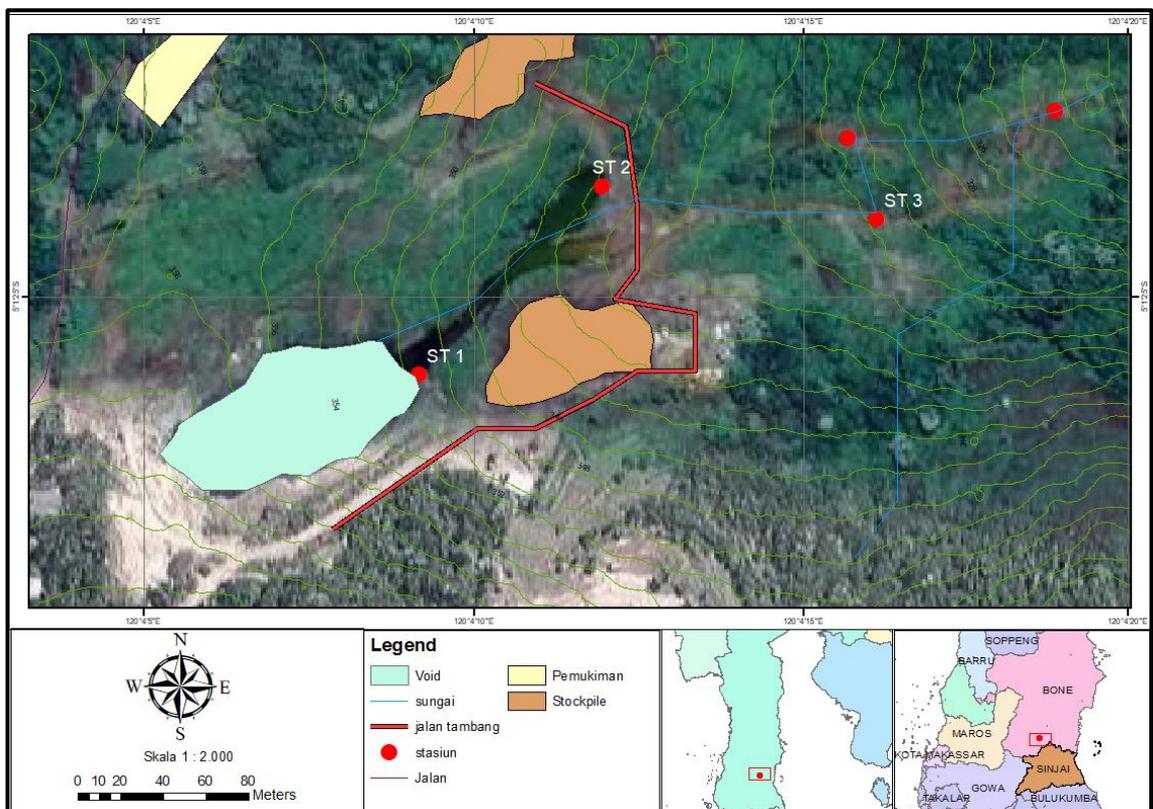
5. Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari rangkaian kegiatan penelitian. Keseluruhan data yang diperoleh, diolah, dianalisis, diakumulasi kemudian ditulis dalam bentuk *draft* laporan hasil penelitian (skripsi). Laporan hasil penelitian tersebut dibuat sesuai dengan format dan kaidah penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin.
6. Seminar adalah tahap akhir yang dilakukan dalam penelitian ini. Hasil penelitian yang telah berbentuk skripsi akan dipresentasikan dalam seminar hasil dan ujian sidang.



Gambar 1.1 Tahap penelitian

1.6 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian secara geografis terletak pada berkordinat $4^{\circ}13' - 5^{\circ}6'$ Lintang Selatan dan antara $120^{\circ}42' - 120^{\circ}30'$ Bujur Timur, Berlokasi Pada Kabupaten Bone, Kecamatan Bontocani, Sulawesi Selatan. Daerah ini secara adminitratif sebelah utara, berbatasan dengan Kabupaten Wajo dan Soppeng. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sinjai dan Gowa. Sebelah timur berbatasan dengan Teluk Bone. Sebelah arat berbatasan dengan Kabupaten Maros, Pangkep, dan Barru.



Gambar 1.2 Lokasi Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Limpasan

Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang mengangkut zat-zat dan partikel tanah. Limpasan terjadi akibat intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi, saat laju infiltrasi terpenuhi maka air akan mengisi cekungan yang terdapat pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut terisi air dan penuh, maka air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (*surface runoff*). Air limpasan dibedakan menjadi dua yaitu *sheet* dan *rill surface runoff* akan tetapi apabila aliran air tersebut telah masuk ke dalam sistem saluran air atau kali, maka disebut disebut *stream flow runoff* (Asdak, 2010).

Menurut Mawardi (2012) laju dan kapasitas infiltrasi dapat di tentukan dengan menggunakan metode percobaan lapangan secara langsung dengan menggunakan infiltrometer, atau dapat di perkirakan menurut rumus empiris yang telah ada seperti rumus empiris yang sudah dikembangkan. Tingkat kerusakan akibat erosi maupun banjir diakibatkan dengan besarnya nilai aliran permukaan. Besarnya nilai permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, vegetasi, penutup lahan, serta adanya bangunan penyimpan air dan faktor-faktor lainnya.

2.1.1 Pengertian Limpasan Air Permukaan (*surface run-off*)

Menurut Asdak Air Larian atau Limpasan air permukaan (*surface run-off*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, dan lautan (Asdak, 2010). Bagian yang penting dari *surface run-off* yang erat kaitannya dengan rancang bangunan pengendali *surface run-off* adalah besarnya debit

puncak (*peak flow*) dan waktu tercapainya debit puncak, volume, dan penyebaran *surface run-off* (Kodoatie, 2012). Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, lalu air tersebut ke luar ke permukaan tanah lagi dan mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan itu disebut air larian atau limpasan permukaan (*surface run-off*). Sebelum air dapat mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan terlebih dahulu harus memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk cekungan tanah (*surface detentions*) dan bentuk penampungan air lainnya.

Air Larian atau Limpasan air permukaan (*surface run-off*) berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah pengisian air pada cekungan tersebut selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas. Ada bagian air larian atau limpasan air permukaan yang berlangsung agak cepat untuk selanjutnya membentuk aliran debit. Bagian air aliran lain, karena melewati cekungan-cekungan permukaan tanah sehingga memerlukan waktu beberapa hari atau bahkan beberapa minggu sebelum akhirnya menjadi aliran debit. Dengan demikian, kondisi aliran air permukaan yang berbeda akan menentukan bentuk dan besaran hidrograf aliran (bentuk hubungan grafis antara debit dan waktu) suatu daerah aliran sungai. Faktor-faktor yang mempengaruhi Air Larian atau Limpasan permukaan (*surface run-off*) Aliran sungai itu tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Faktor-faktor ini dibagi menjadi 2 kelompok, yakni elemen-elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dan elemen-elemen daerah

pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik daerah pengaliran (Sosrodarsono dan Takeda, 1993).

1. Elemen-elemen meteorologi terdiri atas:
 - a. Jenis presipitasi pengaruhnya terhadap limpasan sangat berbeda, yang tergantung pada jenis presipitasinya yakni hujan atau salju. Jika hujan maka pengaruhnya adalah langsung dan hidrograf itu hanya dipengaruhi intensitas curah hujan dan besarnya curah hujan.
 - b. Intensitas curah hujan pengaruh intensitas curah hujan pada limpasan permukaan tergantung dari kapasitas infiltrasi, jika infiltrasi curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan. Akan tetapi, besarnya peningkatan limpasan itu tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan lebih, yang disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah
 - c. Lamanya curah hujan disetiap daerah aliran terdapat suatu lamanya curah hujan yang kritis. Jika lamanya curah hujan itu lebih panjang, maka lamanya limpasan permukaan itu juga menjadi lebih panjang. Lamanya curah hujan juga mengakibatkan penurunan kapasitas infiltrasi. Untuk curah hujan yang jangka waktunya panjang, limpasan permukaannya akan menjadi lebih besar meskipun intensitasnya adalah relatif sedang.
 - d. Distribusi curah hujan dalam daerah pengaliran jika kondisi-kondisi seperti topografi, tanah, dan lainlain di seluruh daerah pengaliran itu sama dan apabila jumlah curah hujan itu sama, maka curah hujan yang distribusinya merata akan mengakibatkan debit puncak minimum. Banjir di daerah pengaliran yang besar kadang-kadang terjadi oleh curah hujan lebat yang distribusinya merata, dan sering kali terjadi oleh curah hujan biasa yang mencakup daerah yang luas meskipun intensitasnya kecil. Sebaliknya, di daerah pengaliran yang kecil, debit

puncak maksimum dapat terjadi oleh curah hujan lebat dengan daerah hujan yang sempit. Mengingat limpasan yang diakibatkan oleh curah hujan itu sangat dipengaruhi oleh distribusi curah hujan, maka untuk skala penunjuk faktor ini digunakan koefisien distribusinya. Distribusi koefisien adalah harga curah hujan maksimum dibagi harga curah hujan rata-rata di daerah pengaliran itu. Jadi curah hujan yang jumlahnya tetap mempunyai debit puncak yang lebih besar yang sesuai dengan koefisien distribusinya yang bertambah besar.

- e. Arah pergerakan curah hujan umumnya pusat curah hujan itu bergerak. Jadi suatu curah hujan lebat bergerak sepanjang sistem aliran sungai akan sangat mempengaruhi debit puncak dan lamanya limpasan permukaan.
- f. Curah hujan terdahulu dan kelembaban tanah jika kadar kelembaban lapisan teratas tanah itu tinggi, maka akan mudah terjadi banjir karena kapasitas infiltrasi yang kecil. Demikian pula jika kelembaban tanah itu meningkat dan mencapai kapasitas lapangan, maka air infiltrasi akan mencapai permukaan air tanah dan memperbesar aliran air tanah. Selama perioda pengurangan kelembaban tanah oleh evapotranspirasi dan lain-lain, suatu curah hujan yang lebat tidak akan mengakibatkan kenaikan permukaan air, karena air hujan yang menginfiltrasi itu tertahan sebagai kelembaban tanah. Sebaliknya, jika kelembaban tanah itu sudah meningkat karena curah hujan terdahulu yang cukup besar, maka kadang-kadang curah hujan dengan intensitas yang kecil dapat mengakibatkan kenaikan permukaan air yang besar dan kadang-kadang dapat mengakibatkan banjir.
- g. Kondisi-kondisi meteorology yang lain seperti telah dikemukakan di atas, dari elemen-elemen meteorologi, curah hujan mempunyai pengaruh yang terbesar pada limpasan. Secara tidak langsung, suhu, kecepatan angin, kelembaban relative, tekanan udara rata-rata, curah hujan tahunan dan seterusnya yang

berhubungan satu dengan yang lain juga mengontrol iklim di daerah itu dan mempengaruhi limpasan.

2. Elemen daerah pengaliran terdiri atas:
 - a. Kondisi penggunaan tanah (*landuse*) hidrograf sebuah sungai adalah sangat dipengaruhi oleh kondisi penggunaan tanah dalam daerah pengaliran itu. Daerah hutan yang ditutupi tumbuh-tumbuhan yang lebat adalah sulit mengadakan limpasan permukaan karena kapasitas infiltrasinya yang besar. Jika daerah hutan ini dijadikan daerah pembangunan dan dikosongkan (hutannya ditebang), maka kapasitas infiltrasi akan turun karena pemampatan permukaan tanah. Air hujan akan mudah berkumpul ke sungai-sungai dengan kecepatan yang tinggi yang akhirnya dapat mengakibatkan banjir yang belum pernah dialami terdahulu.
 - b. Daerah pengaliran jika semua faktor-faktor termasuk besarnya curah hujan, intensitas curah hujan dan lain-lain itu tetap, maka limpasan itu (yang dinyatakan dengan rata-rata banyaknya air) selalu sama, dan tidak tergantung dari luas daerah pengaliran. Berdasarkan asumsi ini, mengingatkan aliran per satuan itu tetap, maka hidrograf itu adalah sebanding dengan luas daerah pengaliran itu. Akan tetapi, sebenarnya makin besar daerah pengaliran itu, makin lama limpasan itu mencapai tempat titik pengukuran. Jadi panjang dasar hidrograf debit banjir itu menjadi lebih besar dan debit puncaknya berkurang. Salah satu sebab dari pengurangan debit puncak ialah hubungan antara intensitas curah hujan maksimum yang berbanding balik dengan luas daerah hujan itu. Berdasarkan asumsi tersebut di atas, curah hujan itu dianggap merata. Akan tetapi mengingat intensitas curah hujan maksimum yang kejadiannya diperkirakan terjadi dalam frekuensi yang tetap menjadi lebih kecil sebanding dengan daerah pengaliran yang lebih besar, maka ada pemikiran bahwa puncak banjir akan menjadi lebih kecil. Seperti telah dikemukakan di atas, debit banjir yang diharapkan per satuan daerah

pengaliran itu adalah berbanding balik dengan daerah pengaliran, jika karakteristik-karakteristik yang lain itu sama. Luas daerah tidak menghasilkan peristiwa yang disebut diatas ini, tetapi jika faktor-faktor lain yang berbeda maka akan terjadi perbedaan besar dalam debit banjir.

- c. Kondisi topografi dalam daerah pengaliran corak, elevasi, gardien, arah, dan lain-lain dari daerah pengaliran mempunyai pengaruh terhadap sungai dan hidrologi daerah pengaliran itu. Corak daerah pengaliran adalah faktor bentuk, yakni perbandingan panjang sungai utama terhadap lebar rata-rata daerah pengaliran yang sama, maka hujan lebat yang merata akan berkurang dengan perbandingan yang sama sehingga sulit akan terjadi banjir. Elevasi daerah pengaliran dan evelasi rata-rata mempunyai hubungan yang penting terhadap suhu dan curah hujan demikian pula gardiennya mempunyai hubungan dengan infiltrasi, limpasan permukaan, kelembaban dan pengikisan air tanah.gardien daerah pengaliran adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi waktu mengalirnya aliran permukaan, waktu konsentrasi ke sungai dari curah hujan dan mempunyai hubungan langsung terhadap debit banjir.arah daerah pengaliran itu mempunyai pengaruh terhadap kehilangan evaporasi dan transpirasi karena mempengaruhi kapasitas panas yang diterima dari matahari.
- d. Jenis tanah mengingat bentuk butir-butir tanah, coraknya, dan cara mengendapnya adalah faktor-faktor yang menentukan kapasitas infiltrasi, maka karakteristik limpasan itu sangat dipengaruhi oleh jenis tanah daerah pengaliran itu, juga bahan-bahan kolodial merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi karena bahan-bahan ini mengembang dan menyusut sesuai dengan variasi kadar kelembaban tanah.
- e. Faktor-faktor lain yang memberikan pengaruh disamping hal-hal yang dikemukakan di atas, maka faktor-faktor penting lain yang mempengaruhi

limpasan adalah karakteristik jaringan sungai-sungai, adanya daerah pengaliran yang tidak langsung, drainase buatan dan lainlain. Untuk mempelajari puncak banjir, debit air rendah, debit rata-rata dan lain-lain, diperlukan penyelidikan yang cukup dan perkiraan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2.2. Definisi logam berat

Logam berat umumnya disebut sebagai logam yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari 5 g/cm^3 dan mempengaruhi lingkungan dan organisme hidup (Jarup, 2003). Beberapa logam berfungsi untuk biokimia dan fungsi fisiologis dalam organisme hidup dalam konsentrasi yang sangat rendah, namun mereka menjadi berbahaya ketika melebihi ambang batas pada konsentrasi tertentu. Logam berat memiliki banyak efek yang negatif terhadap kesehatan pada jangka waktu yang panjang, paparan logam berat terus dan meningkat di banyak tempat di dunia. Beberapa logam berat merupakan polutan lingkungan yang signifikan dan toksisitas yang tinggi (Jaishankaretal, 2013; Nagajyoti, 2010).

Secara umum terdapat dua jenis berat yaitu logam esensial dan logam non esensial, logam esensial adalah unsur logam penting yang diperlukan makhluk hidup. Logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan zink (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia, selama dalam kadar yang tidak berlebihan. Sebaliknya logam logam berat yang nonesensial (elemen mikro) tidak mempunyai fungsi didalam tubuh manusia, dan bahkan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia. Logam nonesensial diantaranya: timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan cadmium (Cd). Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kerak bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang

cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Yudo, 2006).

Logam berat umumnya disebut sebagai logam yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari 5 g/cm^3 dan mempengaruhi lingkungan dan organisme hidup (Jarup, 2003). Logam ini klasik untuk mempertahankan berbagai biokimia dan fungsi fisiologis dalam organisme hidup ketika dalam konsentrasi yang sangat rendah, namun mereka menjadi berbahaya ketika mereka melebihi ambang batas konsentrasi yang tertentu. Meskipun diakui bahwa logam berat memiliki banyak efek yang merugikan kesehatan dan terakhir untuk jangka waktu yang panjang, paparan logam berat terus dan meningkat di banyak bagian dunia. Logam berat adalah polutan lingkungan yang signifikan dan toksisitas mereka adalah masalah peningkatan signifikansi untuk alasan ekologi, evolusi, gizi dan lingkungan (Jaishankar et al, 2013; Nagajyoti, 2010).

Air limbah menjadi tempat paling sering ditemukan dalam logam berat termasuk arsenik, kadmium, kromium, tembaga, timah, nikel, dan seng, yang semuanya menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Lambert et al., 2000). Berbagai sumber logam berat termasuk erosi tanah, pelapukan alami kerak bumi, pertambangan, limbah industri, limpasan perkotaan, pembuangan limbah, agen pengendalian serangga atau penyakit diterapkan untuk tanaman, dan banyak lainnya (Morais, 2012).

Sumber buatan berupa logam-logam berat yang dibebaskan oleh proses industri atau kegiatan pertambangan. Beberapa jenis logam yang termasuk kategori logam berat sebagai berikut: Aluminium (Al), Antimony (Sb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Cobalt (Co), Merkuri (Hg), Cufrum (Cu), Ferrum (Fe), Manganese (Mn), Molybdenum (Mo), Selenium (Se), Silver (Ag), Tin (Sn), Plumbum (Pb), Vanadium (V) dan Zinc (Zn). Logam berat seperti; Merkuri (Hg), Cadmium (Cd), Plumbum (Pb), Chromium (Cr), Cufrum (Cu), Cobalt (Co) sangat berbahaya bila kadar yang terlarut dalam tubuh manusia cukup tinggi

atau melebihi ambang batas baku. Logam-logam berat tersebut bersifat sangat toksik yang dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa cara yaitu makanan, pernafasan dan penetrasi kulit (Sutamihardja, 2006).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara absorpsi dan kombinasi. Biota air yang hidup dalam perairan yang tercemar logam berat, dapat mengakumulasi logam berat tersebut pada jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam dalam perairan akan semakin tinggi pula kandungan yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Kar et al, 2008).

2.2 Timbal (Pb)

Timbal tersebar di alam dalam jumlah yang sangat sedikit. Penyebaran logam ini diseluruh lapisan bumi hanya sekitar 0,0002% dari kerak bumi (Palar, 2008). Timbal dapat berbentuk logam murni maupun senyawa inorganik dan organik. Dalam bentuk apapun logam ini memiliki dampak toksisitas yang sama bagi makhluk hidup (Darmono, 2001).

Timbal sifatnya lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Senyawa ini banyak ditemukan dalam pertambangan seluruh dunia (Titin, 2010). Timbal jarang terjadi secara alami dan dapat ditemukan di bijih, terutama dengan tembaga, seng dan perak. Mineral timbal utama adalah timbal sulfida (galena, PbS). Mineral umum lainnya adalah *cerussite* (timbal karbonat, $PbCO_3$) dan *anglesite* (timbal sulfat, $PbSO_4$). Timbal halus dari *galena* (PbS) dengan pemanasan. Sejumlah besar timbal juga di ambil lagi dari daur ulang. Logam ini bertitik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif, sehingga dapat digunakan untuk

melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Bila dicampur dengan logam lain, membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya, mempunyai kepadatan melebihi logam lain (Darmono, 1995).

Kegiatan manusia seperti pertambangan, manufaktur dan pembakaran bahan bakar fosil telah mengakibatkan akumulasi timbal dan senyawanya di lingkungan, termasuk udara, air dan tanah. Timbal digunakan untuk produksi baterai, kosmetik, produk logam seperti amunisi, solder dan pipa, dll (Martin & Griswold, 2009).

Timbal sangat beracun dan karenanya penggunaannya dalam berbagai produk, seperti cat, bensin, dll, telah sangat berkurang saat ini. Sumber utama paparan timbal adalah cat memimpin berbasis, bensin, kosmetik, mainan, debu rumah tangga, tanah yang terkontaminasi, emisi industri (Gerhardsson et al., 2002). Keracunan timbal yang disebabkan oleh pekerjaan dapat terjadi dalam industri baterai, cat, percetakan, pembuatan tembikar, dan proses peleburan timbal (Wong et al., 2003).

Efek keracunan timbal secara akut dan subakut sangat khas, berkaitan dengan paparan dosis yang relatif tinggi, waktu paparan yang relatif singkat, baik dalam hitungan hari atau bulan. Efek keracunan timbal secara akut juga dapat terjadi secara dramatis, kematian yang tiba-tiba, kram perut yang parah, anemia, perubahan perilaku, dan kehilangan nafsu makan. Pada kejadian keracunan timbal, tidak semua efek yang telah dipaparkan muncul secara lengkap, tetapi hanya sebagian efek saja yang teramati dengan jelas (Markowitz, 2000).

2.3 Tembaga (Cu)

Tembaga (*cuprum*) dilambangkan dengan Cu. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai berat atom 63,546 (Palar 2004). Tembaga kadang-kadang ditemukan asli (tidak berkombinasi dengan logam lain), dan juga ditemukan di banyak mineral seperti oksida cuprite (Cu_2O),

carbonates malachite ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) dan azurite ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) and sulfida, chalcopyrite (CuFeS_2) and bornite (Cu_5FeS_4). Sebagian besar bijih tembaga ditambang atau diekstraksi sebagai sulfida tembaga. Tembaga kemudian diperoleh dengan peleburan dan pencucian yang pada akhirnya menghasilkan tembaga mentah yang dimurnikan dengan elektrolisis yang melibatkan pelapisan ke katoda tembaga murni.

Logam Cu merupakan logam yang juga akibat dari proses metabolisme tubuh manusia. Logam ini memegang peranan dalam oksidasi enzim. Kekurangan logam tembaga pada tubuh manusia dapat mengakibatkan gejala kekurangan darah. Logam ini dalam konsentrasi rendah tidak membahayakan, tetapi dalam konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada ginjal (Setyowati dkk., 2005).

Logam Cu digolongkan pada logam penghantar listrik yang terbaik setelah perak, karena itu logam Cu banyak digunakan dalam bidang elektronika dan listrik. Dalam bidang industri lainnya, senyawa Cu juga digunakan pada industri cat, insektisida, dan fungisida (Palar 2004).

Logam Cu masuk ke dalam perairan sebagai akibat peristiwa erosi dan dari udara yang terbawa oleh air hujan, dan ada juga dari aktivitas manusia berasal dari limbah industri. Logam Cu merupakan logam esensial yang bermanfaat dalam pembentukan haemosianin sistem darah dan enzimatik bagi hewan air (Darmono 1995). Namun, keberadaannya yang tinggi pada perairan dapat berakibat buruk bagi ikan, seperti menghambat oksidasi asam laktat dalam insang. Konsentrasi Cu dalam badan air bila berada dalam kisaran 2,5-3,0 ppm akan membunuh ikan yang ada didalamnya (Palar 2004). Apabila ikan yang tercemar logam Cu dikonsumsi oleh manusia akan mengakibatkan pengaruh buruk bagi kesehatan manusia itu sendiri. Gejala yang timbul pada manusia akibat keracunan akut adalah mual, muntah, sakit perut, hemolisis, metrifisis, kejang dan akhirnya mati. Pada keracunan kronis, logam Cu tertimbun di dalam hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2

dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel, akibatnya sel bisa pecah (Darmono 1995).

2.4 Dampak Timbal dan Tembaga pada tubuh manusia

Tubuh manusia memerlukan beberapa unsur logam namun jika dalam kadar yang berlebihan dapat bersifat beracun, namun ada juga unsur logam yang bersifat toksin jika masuk ke dalam tubuh manusia seperti timbal (Pb).

a. Timbal

Timbal memengaruhi semua organ dan sistem, termasuk sistem gastrointestinal, Susunan Saraf Pusat (SSP), imunitas, ginjal, hematologi, muskuloskeletal (gigi dan tulang), sistem kardiovaskuler, motorik, endokrin, dan lain-lain. Tanda-tanda klinis utama keracunan mineral timah hitam menurut Pilliang (2002), yaitu terjadinya *microcytic hypochromic anemia*, muntah, diare, gangguan abdomen, sekresi saliva meningkat, bobot badan menurun dan keguguran.

Pada anak-anak dengan BLL > 20 µg/dL memiliki risiko dua kali lipat mengalami keluhan sistem gastrointestinal. Kadar BLL yang melebihi 100 µg/dL dapat menyebabkan disfungsi tubular ginjal. Timbal juga dapat menginduksi terjadinya sindrom Fanconi. Gejala SSP yang terjadi adalah akibat dari pembengkakan otak (edema serebral) dan peningkatan tekanan intrakranial. Gejala tersebut dapat berupa nyeri kepala, perubahan perilaku, letargi, edema papil, kejang, dan koma yang dapat berujung (Aminah, 2006).

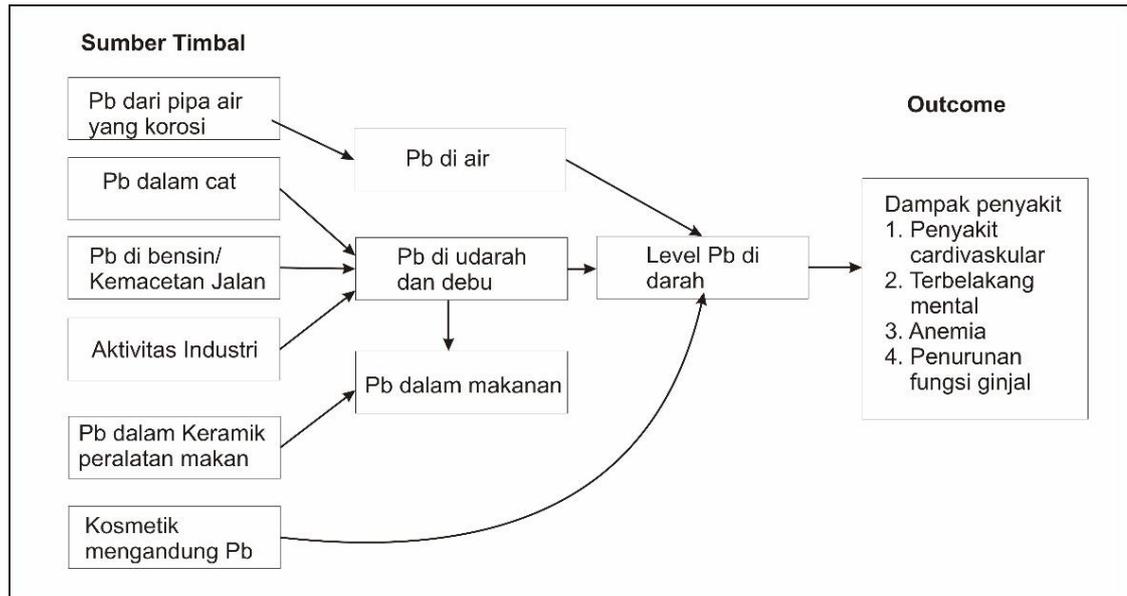
Pada manusia maupun pada ternak, Pb bersifat akumulatif dalam tubuh dan dapat merusak seluruh sistem organ dalam tubuh. Pada anak-anak, keracunan Pb dapat menyebabkan kemunduran mental yang bersifat permanen. Lebih lanjut dinyatakan bahwa Pb yang terkandung dalam makanan orang dewasa rata-rata terserap 5 – 10% oleh tubuh, sedang pada bayi dan anak-anak hingga 40% atau

lebih dan dapat ditekan dengan adanya kalsium (Ca) dan fosfor (P), sehingga konsumsi kalsium (Ca) yang tinggi akan menekan pengambilan Pb tubuh. Badan dunia WHO (1984) telah menetapkan batas maksimum serapan Pb oleh manusia dewasa sebesar 400 – 450 µg /hari (Kadem, 2004).

Dampak lebih jauh dari keracunan Pb adalah dapat menyebabkan hipertensi dan salah satu faktor penyebab penyakit hati. Ketika unsur ini mengikat kuat sejumlah molekul asam amino, haemoglobin, enzim, RNA, dan DNA; maka akan mengganggu saluran metabolik dalam tubuh. Keracunan Pb dapat juga mengakibatkan gangguan sintesis darah, hipertensi, hiperaktivitas, dan kerusakan otak (Kadem, 2004).

Menurut Palar (1973) berdasarkan sifat toksik dari Pb memberikan efek klinis, seperti:

1. Pada saluran cerna terjadi kolik usus disertai konstipasi berat pada sistem hematopoitik menghambat aktivitas enzim aminolevulenat dehidratase dalam eritroblas sumsum tulang dan eritrosit, sehingga memperpendek umur sel darah merah
2. Efek pada sistem syaraf (organ yang paling sensitif), keracunan pb dapat mengakibatkan epilepsi, halusinasi, delirium, dan kerusakan otak besar
3. Pada ginjal dan urinaria terjadinya kerusakan ginjal oleh adanya gagal ginjal
4. Pada sistem reproduksi terjadi penurunan kemampuan reproduksi
5. Pada jantung pada anak-anak ditemukan ketidaknormalan fungsi jantung pada sistem indokrin mengakibatkan kekurangan iodium.



Gambar 2.1 Alur pajanan Pb dalam Lingkungan

b. Tembaga

Tembaga terdapat di lingkungan kita secara alami, namun logam ini juga dapat merupakan hasil dari aktivitas manusia (non alamiah). Peristiwa-peristiwa alam seperti erosi dari batuan mineral yang terjadi merupakan salah satu factor adanya tembaga secara alamiah dilingkungan. Debu dan atau partikulat partikulat tembaga yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan juga merupakan sumber alamiah tembaga dilingkungan (Darmono,1995). Sumber tembaga yang non alamiah sebagian besar akibat dari aktifitas manusia. Contohnya adalah hasil limbah industri yang memakai tembaga dalam proses produksinya seperti industry galangan kapal, industri pengolahan kayu, dan buangan rumah tangga (Darmono,1995). Di lingkungan perairan, tembaga bisa berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan dapat berasal dari aktifitas yang dilakukan manusia. Pada kondisi normal keberadaan Cu di perairan ditemukan dalam bentuk ion CuCO_3^- dan CuOH^- . Pada saat terjadi peningkatan kelarutan tembaga dan melebihi ambang batas akan terjadi peristiwa biomagnifikasi terhadap biota perairan. Peristiwa biomagnifikasi dapat diidentifikasi melalui

akumulasi tembaga dalam tubuh biota perairan tersebut. Akumulasi dapat terjadi sebagai akibat dari terjadinya konsumsi tembaga dalam jumlah berlebihan, sehingga tidak mampu dimetabolisme oleh tubuh (Darmono,1995).

Tembaga bersifat racun pada kadar tertentu bagi tubuh manusia. Keracunan logam ini dapat bersifat akut, atau dengan terakumulasi terlebih dahulu. Keracunan akut menimbulkan gejala seperti mual, muntah, sakit perut, hemolisis, nefrosis, kejang, dan dapat berakibat kematian. Sedangkan keracunan kronis, tembaga menumpuk di hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. Hemolisis dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat (Darmono,1995).

2.5 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya di dalam air, sedangkan kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Klasifikasi dan kriteria mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menetapkan mutu air ke dalam empat kelas, yaitu:

1. Kelas satu, peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi

tanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Kelas tiga, peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pembagian kelas ini didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaannya bagi suatu peruntukan air. Peruntukan 7 lain yang dimaksud dalam kriteria kelas air di atas, misalnya kegunaan air untuk proses produksi dan pembangkit tenaga listrik, asalkan kegunaan tersebut dapat menggunakan air sebagaimana kriteria mutu air dari kelas yang dimaksud.

Batasan kandungan logam untuk air yang dapat digunakan terdapat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 82 Tahun 2001 yang disajikan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Batasan kandungan logam berat untuk air minum di Indonesia

Parameter	Nilai ambang batas
Ph	6,0-9,0
Tembaga (Cu)	0,02 mg/L
Timbal (Pb)	0,03 mg/L