

**Bidang Unggulan : Strategi Pemberdayaan Potensi Daerah  
Untuk Penguatan Budaya dan Kesejahteraan Masyarakat  
Kode>Nama Rumpun Ilmu : 422/Teknik Lingkungan**

**LAPORAN AKHIR TAHUN  
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**MODEL PENGELOLAAN PENAMBANGAN EMAS  
TRADISIONAL BULADU KABUPATEN GORONTALO UTARA**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

**TIM PENGUSUL**

**Dr. MARIKE MAHMUD, S.T, M.T (KETUA)**

**NIDN : 0007086905**

**Dr. BEBY SINTIA DEWI BANTENG, M.Si.P (ANGGOTA)**

**NIDN : 0024027503**

**FRICE DESEI, S.T, M.Sc (ANGGOTA)**

**NIDN : 0003097303**

**YANTI SALEH, S.P, M.Pd**

**NIDN: 0024047102**

**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
OKTOBER 2016**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul : MODEL PENGELOLAAN PENAMBANGAN EMAS  
TRADISIONAL BULADU KABUPATEN  
GORONTALO UTARA

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Dr. MARIKE MAHMUD ST., M.Si  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo  
NIDN : 0007086905  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Sipil  
Nomor HP : 08124463239  
Alamat surel (e-mail) : marikemahmud@yahoo.com

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dr BEBY SINTIA DEWI BANTENG S.T  
NIDN : 0024027503  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : FRICE LAHMUDIN DESEI S.T  
NIDN : 0003097303  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

**Anggota (3)**  
Nama Lengkap : YANTI SALEH S.P, M.Pd  
NIDN : 0024047102  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo  
Institusi Mitra (jika ada) : -  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 90.000.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 339.575.000,00

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



(Mohammad Hidayat Koniyo, S.T, M.Kom)  
NIP/NIK 197304162001121001

Gorontalo, 24 - 10 - 2016  
Ketua,



(Dr. MARIKE MAHMUD ST., M.Si)  
NIP/NIK 196908071995012001

Menyetujui,  
Ketua LPPM UNG



(Prof. Dr. Fenty U. Puluhulawa, SH, M.Hum)  
NIP/NIK 196804091993032001

## Ringkasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pengelolaan penambangan emas tradisional Buladu di Kabupaten Gorontalo Utara. Penelitian awal telah dilakukan oleh Mahmud, dkk (2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada muara Sungai Pasolo adalah 0,008 mg/l. Konsentrasi merkuri tersebut telah berada di atas ambang baku kualitas air laut bagi kehidupan biota laut yang ditetapkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP 51 Tahun 2004 yaitu 0,001 mg/l. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pengelolaan penambangan emas tradisional Buladu di Kabupaten Gorontalo Utara.

**Pada tahun pertama** kegiatan yang akan dilakukan adalah mengkaji potensi masalah, melakukan pengumpulan data-data awal dan mendesain model. Parameter yang akan diukur yaitu parameter merkuri pada air, sedimen, hewan aquatik, manusia dan kesehatan masyarakat. Potensi masalah dan data awal yang dikumpulkan berupa mengkaji dampak penambangan tradisional terhadap konsentrasi merkuri di dalam air dan sedimen (abiotik); tumbuhan, hewan aquatik dan manusia (biotik); dan kesehatan masyarakat (*culture*). Berdasarkan hasil analisis potensi masalah dan data awal tersebut, maka dilakukan desain model pengelolaan penambangan emas tradisional.

Hasil analisis tahun pertama menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada air, sedimen, tumbuhan, hewan aquatic dan rambut kepala telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri di rambut kepala bagi masyarakat di Penambangan Emas Buladu, dari total 20 sampel, 20% melebihi batas ambang yang ditetapkan, 20% cenderung mendekati batas ambang dan 60% berada di bawah ambang batas yang direkomendasikan oleh NCR sebesar 12 ppm. Berdasarkan hasil ini maka masyarakat yang bermukim di lokasi penambangan emas Buladu telah terkontaminasi merkuri.

**Output dari tahun pertama** adalah model persebaran spasial merkuri di lingkungan dan suatu desain model pengelolaan penambangan emas tradisional Buladu di Kabupaten Gorontalo Utara.

**Pada tahun kedua** yang dilakukan adalah penerapan model dan uji valliditas model. **Output pada tahun kedua** adalah model pengelolaan pertambangan tradisional yang ramah lingkungan.

Kata Kunci: Model pengelolaan, tambang tradisional

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	2
<b>RINGKASAN</b>	3
<b>DAFTAR ISI</b>	4
<b>DAFTAR TABEL</b>	6
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	8
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	11
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang	12
1.2    Rumusan Masalah	14
1.3    Keterkaitan dengan Riset Unggulan UNG	14
1.4    Rencana Target Capaian Luaran	15
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Pemodelan Kualitas Air	17
2.2    Konsep Penambangan Emas Tradisional	17
2.3    Pencemaran Mercury	17
2.4    Peta Jalan Penelitian	19
<b>BAB III    TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	
3.1    Tujuan Penelitian	20
3.2    Manfaat Penelitian	20
<b>BAB IV    METODE PENELITIAN</b>	
4.1    Tempat dan Waktu Penelitian	21
4.2    Metode Tahun Pertama (2016)	22
4.3    Metode Tahun Kedua (2017)	28
<b>BAB V     HASIL DAN LUARAN PENELITIAN</b>	
5.1    Hasil Analisis Spasial Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai dan Laut	31
5.2    Hasil Analisis Spasial Konsentrasi Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing	34
5.3    Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri di Air	38
5.4    Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri di Sedimen	52
5.5    Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Tumbuhan	68
5.6    Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Ikan	77
5.7    Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Manusia	83
5.8    Disain Model Konseptual Pengembangan Penanggulangan Pencemaran Merkuri di Penambangan Emas Buladu	90

5.9	Luaran yang di capai	92
<b>BAB VI</b>	<b>RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA</b>	93
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	95
7.1	Kesimpulan	
7.2	Saran	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		98
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>		102
	Kegiatan Penelitian	102
	Abstrak Makalah Seminar Nasional	108
	Bukti Seminar Nasional	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Uraian	Hal
1.1	Capaian Target Luaran Tahun ke-1	15
4.1	Jenis Data dan Teknik Pengukuran	22
5.1	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Pada Sampling I	38
5.2	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut Pada Sampling ke I	40
5.3	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tambang Sampling ke I	41
5.4	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Pada Sampling ke II	43
5.5	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut pada Sampling ke II	45
5.6	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Sampling ke II	46
5.7	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Sampling ke III	48
5.8	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut Sampling ke III	50
5.9	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Samling ke III	51
5.10	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Hulawa Pada Sampling ke I	53
5.11	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling ke I	54
5.12	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling ke I	56

5.13	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Pasolo Pada Sampling ke II	57
5.14	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling ke II	60
5.15	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling ke II	61
5.16	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Pasolo Pada Sampling ke III	63
5.17	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling ke III	65
5.18	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling ke III	66
5.19	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun di Sebelah Sungai Hulawa	68
5.20	Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan Yang Hidup di Sekitar Sungai	70
5.21	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan Yang Hidup Dekat Tailing	72
5.22	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan Yang Hidup Dekat Tailing	73
5.23	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan Pada Pekarangan Penduduk	74
5.24	Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan Pada Pekarangan penduduk	75
5.25	Hasil Analisis konsentrasi Merkuri Pada Ikan	78
5.26	Hasil Konsentrasi Merkuri Pada Manusia	84
5.27	Hasil Wawancara Indikator Kesehatan Masyarakat	84
5.28	Indikator Kesehatan Masyarakat dengan Jumlah Konsentrasi Merkuri di Rambut Kepala	87

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Roadmap Penelitian	19
4.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Sedimen Pada Sungai	21
4.2	Diagram Alir Penelitian	30
5.1	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi Pada Sampling I	31
5.2	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi Pada Sampling II	33
5.3	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi Pada Sampling III	34
5.4	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Pada Sampling I	35
5.5	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Pada Sampling II	36
5.6	Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Pada Sampling III	37
5.7	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai pada Sampling ke I	39
5.8	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut pada Sampling ke I	41

5.9	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah pada Sampling ke I	42
5.10	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai pada Sampling ke II	44
5.11	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut pada Sampling ke II	46
5.12	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing pada Sampling ke II	47
5.13	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai pada Sampling ke III	49
5.14	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut pada Sampling ke III	51
5.15	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing pada Sampling ke III	52
5.16	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai pada Sampling ke I	54
5.17	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut pada Sampling ke I	55
5.18	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing pada Sampling ke I	57
5.19	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai pada Sampling ke II	59
5.20	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut pada Sampling ke II	61
5.21	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing pada Sampling ke II	63
5.22	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai pada Sampling ke III	64

5.23	Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut pada Sampling ke III	65
5.24	Flow Chart Rencana Pengelolaan Dengan Sistem Filtrasi	92
6.1	Disain Pengolah Limbah Merkuri Menggunakan Filter	93

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Uraian	Hal
1	Bukti Seminar Nasional UNS Surakarta	102

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sampai saat ini, manusia masih memerlukan dukungan hasil sumberdaya pertambangan dan komoditi tambang untuk mempertahankan serta meningkatkan kesejahteraannya. Keberadaan pertambangan secara signifikan merupakan sektor yang strategis dalam kerangka pembangunan umat manusia. Sumberdaya mineral merupakan satuan tatanan geologis sebagai bagian dari ekosistem. Keberadaan sumberdaya pertambangan dapat berbentuk logam dan non logam serta dalam kualitas dan kuantitasnya. Bagi Indonesia, keberadaan sektor pertambangan masih strategis dan bagi daerah yang kaya sumberdaya pertambangannya merupakan tulang punggung pendapatan daerah.

Data Dinas Kehutanan, Pertambangan dan Energi Kabupaten Gorontalo utara Tahun 2011 menunjukkan bahwa Gorontalo Utara memiliki potensi non logam seperti emas seluas 47.534 Ha yang tersebar pada Kecamatan Sumalata 8.500 Ha, Kecamatan Atinggola 5.000 Ha, Galena seluas 6.200 Ha terdapat di Kecamatan Kwandang dan Sumalata, batuan 8.72 Ha (Anonimous, 2011). Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi emas di daerah Buladu oleh Pemerintah Hindia Belanda yang dimulai sejak Zaman Hindia Belanda (abad ke-18). Bukti sejarah yang terdapat di daerah ini antara lain 3 buah kuburan Belanda di Pantai Buladu yang meninggal tahun 1899, lubang-lubang tambang dengan rel dan lori, alat pengolahan bijih emas berupa belanga berukuran besar, dan tailing padat yang terdapat di sekitar lokasi tambang. Sekitar tahun 1970an, Kegiatan eksploitasi tersebut dilanjutkan dengan model pertambangan rakyat. Lokasi pertambangan dibuka kembali oleh masyarakat setempat, pada saat itu aktivitas pencarian emas dilakukan secara tradisional dengan cara mendulang endapan-endapan pasir dan batuan di sepanjang Sungai Buladu (Balihristi, 2008).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahmud, dkk (2014) menunjukkan bahwa jumlah tromol yang berada di Desa Sumalata sebesar 152 tromol, Desa Padengo sebesar 52 tromol, Desa Ilangata Barat sebesar 133 tromol dan Desa Ilangata sebesar 128 tromol. Total sebanyak 204 tromol sisa limbah yang dibuang dan dialirkan ke sungai yang aliran limbahnya mengalir dan masuk ke Laut Sulawesi. Sebanyak 261 tromol mencemari air tanah di daerah sekitar Ilangata. Total jumlah tromol di Gorontalo Utara berjumlah 465 tromol. Berdasarkan hasil penelitian ini maka dikhawatirkan akan membahayakan masyarakat yang hidup dan mendiami lokasi ini dan lokasi sekitarnya di Kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan tromol yang terdapat di Kec Tulabolo berjumlah 188 tromol (Mahmud, 2012).

Hasil penelitian awal yang dilakukan oleh Mahmud, dkk (2014) menunjukkan bahwa kualitas air pada muara Laut Sulawesi juga sebesar 0.008 mg/l. KepMen LH No.Kep 51T tahun 2004 tentang baku mutu kualitas air laut bagi kehidupan biota laut untuk parameter air raksa sebesar 0.001 mg/l. Konsentrasi merkuri sebesar 0.008 mg/l sudah berada di atas ambang yang disyaratkan. Hal ini akan membahayakan utamanya manusia yang mengkonsumsi hewan akuatik yang hidup di perairan Laut Sulawesi.

Penelitian yang dilakukan oleh Panda *et al*, (2003) di Sungai Kahayan menunjukkan bahwa merkuri di sepanjang Sungai Kahayan mengancam penduduk yang mengkonsumsi ikan di sungai tersebut. Akumulasi merkuri tertinggi dalam sedimen sungai (0,336 ug) dikutip dalam daging *M.numerus* (0,303 ug/g  $\pm$  0,342) dan air (0,058 mg/l). Asupan merkuri mingguan yang dapat ditoleransi menurut WHO adalah 24,4 ug sehari jika dimungkinkan seseorang mengkonsumsi 100g daging *M.Numerus* sehari, 30,3 ug/g yang masuk ke tubuh. Penelitian yang dilakukan oleh Brabo *et al*, (2003) konsentrasi merkuri di sedimen dasar tanpa dipengaruhi kegiatan antropogenik di Acre State sebesar 0,042 mg/kg Dengan demikian kegiatan tambang tradisional yang berada di Kecamatan Sumalata memerlukan penelitian yang mendalam yaitu masalah kegiatan tambang tradisional akan memberi dampak pencemaran terhadap ekosistem di Sungai Pasolo dan mengancam penduduk yang mengkonsumsi ikan atau air dari sungai tersebut.

Potensi daerah berupa emas dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat di satu sisi dan dapat mencemari lingkungan disisi lainnya. Penelitian ini sangat penting dilakukan.

Penelitian ini dilakukan 2 tahap yang dilakukan selama 2 tahun. Tahun I dilakukan kajian mendalam terhadap permasalahan tambang tradisional. Kajian ini meliputi kajian terhadap konsentrasi merkuri terhadap air, sedimen, hewan aquatik, tumbuhan, manusia dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan data potensi masalah tersebut, maka didesain suatu model pengelolaan tambang tradisional yang ramah lingkungan. Tahun ke 2 dilakukan suatu penelitian untuk menerapkan model pengelolaan pertambangan khususnya terkait model pengolahan air bagi masyarakat sehingga aktifitas penambangan yang dilakukan tidak akan membahayakan masyarakat yang mengkonsumsi air sungai tersebut dan buangan air yang dialirkan ke laut Sulawesi tidak akan membahayakan hewan aquatik khususnya ikan dan manusia yang mengkonsumsinya. Penelitian selanjutnya diharapkan adalah pengembangan model yang dihasilkan untuk diterapkan bagi masyarakat Gorontalo Utara.

Seiring dengan rencana strategis dari Universitas Negeri Gorontalo yang ditujukan untuk pemberdayaan potensi daerah melalui penciptaan teknologi tepat guna untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat maka penelitian ini juga penting. Penelitian ini untuk mengembangkan suatu model yang tepat untuk pengolahan air limbah dan air minum bagi masyarakat.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah konsentrasi merkuri di air dan sedimen (abiotik), tumbuhan, hewan aquatik dengan manusia (biotik) serta kesehatan masyarakat (*culture*)?
2. Bagaimanakah model pengelolaan pertambangan rakyat yang ramah lingkungan?

## **1.3. Keterkaitan dengan Riset Unggulan UNG**

Topik unggulan riset UNG adalah Strategi Pengembangan Potensi Daerah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat berbasis budaya lokal. Salah satu sub topic dalam riset unggulan adalah pengelolaan lingkungan hidup. Penelitian ini merupakan salah satu wujud untuk mengembangkan potensi daerah yaitu potensi tambang emas yang ramah lingkungan. Dengan adanya model pengelolaan tambang yang ramah lingkungan, maka

potensi ini dapat terus dikembangkan tanpa memberikan risiko terhadap pencemaran lingkungan.

#### 1.4.Rencana Target Capaian Luaran

Capaian target luaran dalam penelitian ini ditunjukkan pada

Tabel 1.1. Capaian Target Luaran Tahun ke -1

No	Jenis Luaran		Capaian
			TS (2016)
1	Publikasi Ilmiah	Internasional	Draf Indonesian Journal Geografic
		Nasional Terakreditasi	
2	Pemakalah dalam pertemuan 1	Nasional	Sudah dilaksanakan Seminar Nasional Pemanfaatan Informasi Geospasial Untuk Peningkatan Sinergi Pengelolaan Lingkungan Hidup Tanggal 3 September 2016 di Hotel The Alana Surakarta
3	Pemakalah dalam pertemuan 2	Nasional	Draf. Rencana diseminarkan pada Konferensi dan Seminar Nasional BKPSL pada Tanggal 8 Desember di Bogor.
4	Keynote speaker dalam pertemuan ilmiah	Internasional	Tidak ada
		Nasional	Tidak ada
5	Visiting Lecturer	International	Tidak ada
6	Buku Ajar		Draf
7	Hak atas kekayaan intelektual (HKI)	Patent	Tidak ada
		Patent sederhana	Tidak ada
		Hak Cipta	Tidak ada
		Merk Dagang	Tidak ada
		Rahasia Dagang	Tidak ada
		Desain produk industri	Tidak ada

		Indikasi Geografis	Tidak ada
		Perlindungan varitas tanaman	
		Perlindungan topografi sirkuit terpadu	
8	Teknologi Tepat Guna	Tidak Ada	
9	Model / Purwarupa/Desain/ Karya Seni		Disain Model Konseptual Pengelolaan Tambang Emas Tradisional

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pemodelan Kualitas Air**

Menurut Suratmo (2002), model adalah gambaran dari sistem interaksi antar komponen di alam dengan meniadakan komponen yang pengaruhnya kecil, sehingga analisis model selalu memiliki kesalahan atau ketidaktepatan. Kesalahan dari model adalah kesalahan dalam memilih komponen yang dihilangkan. Beberapa penelitian menggunakan kriteria berikut : tingkat kebenaran di atas 95% di sebut sangat baik, 85 – 94% baik, 75 – 84% cukup baik dan dibawah 75% disebut tidak baik (Purnama, dkk .2006).

#### **2.2. Konsep Penambangan Emas Tradisional**

Pertambangan rakyat tanpa ijin atau yang dikenal dengan penambangan tradisional adalah kegiatan masyarakat di bidang pertambangan pada suatu wilayah yang tidak memiliki ijin dari pemerintah daerah dimana dalam aktivitasnya menggunakan alat-alat sederhana, seperti kegiatan pertambangan galian C dan usaha pertambangan umum lainnya seperti pertambangan emas, penggalian benda-benda berharga (Balihristi, 2008).

#### **2.3. Pencemaran Merkuri**

Kepekatan merkuri dalam spesies perairan sangat berhubungan dengan kedudukannya pada rantai makanan (Ratkowsky dkk, 1975), khususnya jika bergerak dari herbivore ke predator besar (Bryan, 1979). Young dkk.(1980) tidak menemukan adanya biomagnifikasi pada Ag, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, dan Zn pada beberapa ekosistem perairan di selatan California, tetapi merkuri, khususnya dalam bentuk organik pada umumnya meningkat sesuai dengan tingkat tropik (Connel dan Miller, 2006).

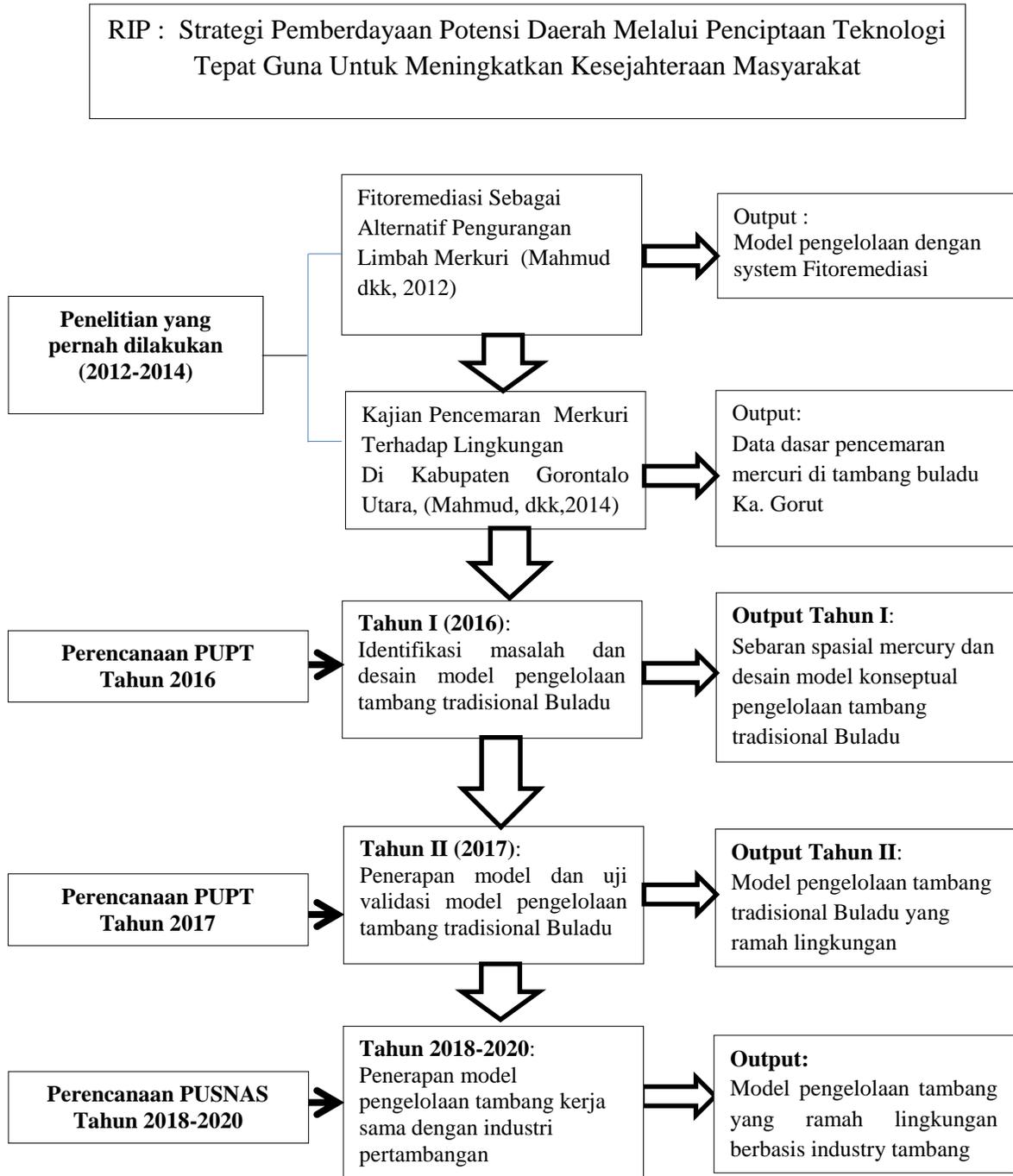
Merkuri anorganik dapat mengalami *transformasi* menjadi merkuri organik dengan bantuan aktivitas mikroba, baik pada kondisi aerob maupun anaerob. Pada kadar merkuri

anorganik yang rendah, akan terbentuk dimetil merkuri; sedangkan pada kadar merkuri anorganik yang tinggi, akan terbentuk monometil merkuri. Pada perairan alami, kadar monometil merkuri dan dimetil merkuri dipengaruhi oleh mikroba, karbon organik, kadar merkuri anorganik, pH dan suhu. Kedua bentuk senyawa metil merkuri tersebut dapat dipecah oleh bakteri yang hidup pada sedimen. Metil merkuri dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi pada biota perairan, baik secara langsung ataupun melalui jala makanan (*food web*) (Efendi, 2003; Palar, 1994; Darmono, 1995 dalam Mahmud, 2012).

Hubungan dosis respon biasanya berciri kuantitatif dan hal tersebut yang membedakan dengan paparan di alam di mana kita hanya mendapatkan kemungkinan perkiraan dosis. Suatu respon dari adanya paparan dapat berupa respon yang mematikan (*lethal response*) dan respon yang tidak mematikan (*non-lethal response*). Bahan kimia dengan tingkat toksisitas rendah memerlukan dosis besar untuk menghasilkan efek keracunan dan bahan kimia yang sangat toksik biasanya memerlukan dosis kecil untuk menghasilkan efek keracunan. Pengujian bahan kimia dengan tolak ukur kematian, relatif lebih mudah ditangani. Tolak ukur kematian tersebut merupakan pengukuran kasar karena tidak mengandung informasi mengenai sesuatu yang mendasari toksisitas (Mukono, 2005).

## 2.4. Peta Jalan Penelitian

Peta jalan penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Roadmap Penelitian

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji dampak penambangan tradisional terhadap konsentrasi merkuri di air dan sedimen (abiotik), tumbuhan, hewan akuatik dengan dan manusia (biotik) dan kesehatan masyarakat (*culture*) di Kabupaten Gorontalo Utara
2. Mengembangkan model yang tepat untuk proses pengolahan air sebagai upaya penurunan pencemaran merkuri di Sungai Pasolo di Kabupaten Gorontalo Utara.

#### **3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

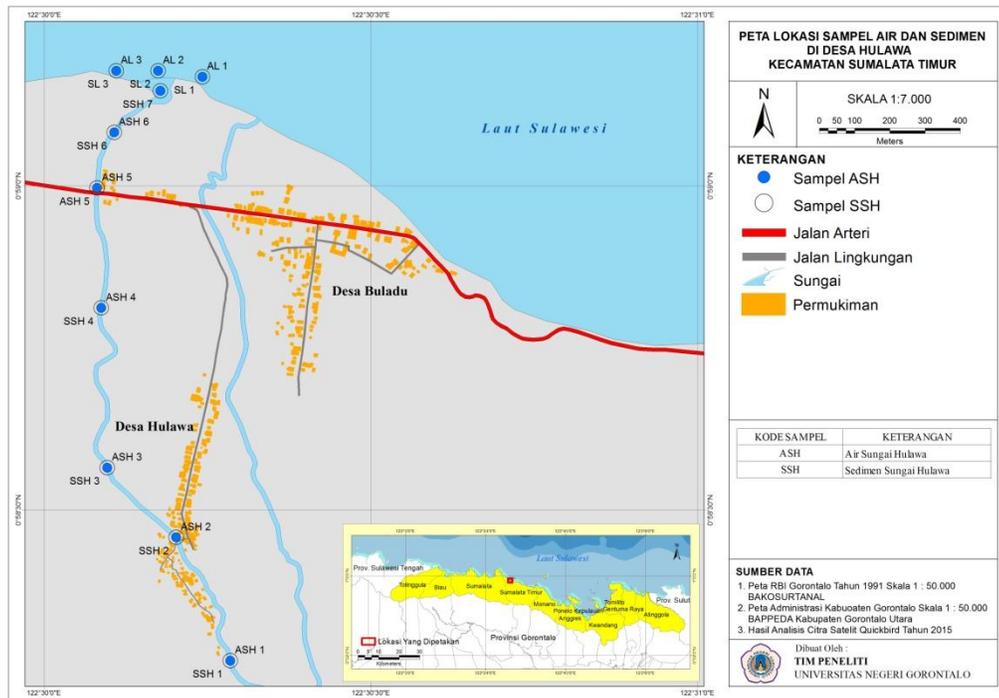
1. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh masyarakat dan pemerintah Kabupaten Gorontalo Utara untuk mengetahui pencemaran merkuri baik pada abiotik, biotik dan kesehatan masyarakat pada wilayah pertambangan Buladu Kabupaten Gorontalo Utara.
2. Dapat menjadi data dasar dalam pendataan sebaran konsentrasi merkuri karakteristik wilayah di Kabupaten Gorontalo Utara.
3. Dapat menjadi dasar pengelolaan dan monitoring sebaran aktivitas penambangan tradisional Buladu di Kabupaten Gorontalo Utara serta untuk pengembangan ilmu dan teknologi.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif penyelesaian persoalan air bersih dan air minum bagi masyarakat dan pemerintah. Bagi pemerintah dapat menjadi bahan referensi untuk pengambilan keputusan dalam rangka penanganan pencemaran kualitas air di Kabupaten Gorontalo Utara.

## **BAB IV**

## METODE PENELITIAN

### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Tahun I di lapangan, dilakukan pada lokasi yaitu lokasi tambang tradisional Buladu di Kecamatan Sumalata. Pengambilan sampel di air dan sedimen dilakukan di Sungai Hulawa, Sungai Padengo dan Laut Sulawesi. Lokasi ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena lokasi ini dijadikan masyarakat sebagai tempat pembuangan limbah aktivitas penambangan rakyat dan memberi dampak terhadap pencemaran air tanah dangkal dan air sungai sebagai sumber air minum masyarakat Kabupaten Gorontalo Utara. Analisis untuk menemukan model terbaik dilakukan pada Tahun ke II. Uji coba dilakukan di lapangan. Lokasi yang dipilih adalah di Lokasi Sumalata khususnya di Sungai Hulawa/Sungai Pasolo. Gambar lokasi pengambilan sampel air dan sedimen pada Sungai Pasolo, laut dan tailing ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Sedimen pada Sungai Pasolo, Laut Sulawesi dan Limbah Tailing

### 4.2 Metode Tahun Pertama (2016):

Pada tahun pertama, kajian yang dilakukan adalah kajian potensi masalah pencemaran mercury di lokasi tambang tradisional Buladu Kabupaten Gorontalo Utara.

Analisis konsentrasi merkuri di tumbuhan dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada. Analisis konsentrasi merkuri di sedimen dasar, sedimen melayang, rambut di kepala dan hewan *aquatic* dilakukan di laboratorium Pembinaan dan Pengujian Mutu Perikanan Provinsi Gorontalo. Lama penelitian sekitar 6 (enam) bulan, meliputi penelitian di lapangan dan di laboratorium.

Data utama dalam penelitian tahun pertama adalah konsentrasi merkuri pada air, sedimen, tumbuhan dan hewan aquatik, manusia dan kesehatan masyarakat. Data lain ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jenis Data dan Teknik Pengukuran

Jenis Data	Tipe Data	Teknik Pengukuran	
		Di Laboratorium	Di lapangan
<b>Data Karakteristik Kecamatan Sumalata dan Kecamatan Anggrek</b>			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Luas wilayah Sub DAS	P	Peta RBI	
Batas Sub DAS	P	Peta RBI	
Panjang Sungai	P	Peta RBI	
Jarak tiap lokasi sampel	P	Peta RBI	
Lebar Sungai	P		Pengukuran langsung
Dalam Sungai	P		Pengukuran langsung
Kecepatan aliran	P		Pengukuran langsung
Geologi	S	Peta Geologi	
Jenis Tanah	S	Peta Tanah	
Iklim	S	Stasiun klimatologi	
Penggunaan lahan	S	Data Dalam Angka (DDA)	Kuesioner
<b>Data Sosial Budaya Masyarakat</b>			
Kondisi lingkungan masyarakat	P		
Aspek kesehatan masyarakat	P		
Aspek Respon Masyarakat Terhadap kegiatan Penambang			
<b>Data konsentrasi merkuri</b>			
Air	P	Mercury Analyzer	-
Sedimen Dasar	P	Mercury Analyzer	-
TSS	P	Gravimetri & AAS	-
Manusia	P	Mercury Analyzer	-
Vegetasi	P	Mercury Analyzer	-
Hewan aquatik	P	Mercury Analyzer	-

\*) S = Sekunder; P = Primer

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Peta wilayah administrasi skala 1 : 50.000 digunakan untuk menentukan batas administrasi wilayah penelitian sekaligus sebagai peta lokasi sampel penelitian.
2. Asam Nitrat pH < 2 digunakan untuk mengawetkan air sebelum diperiksa dilaboratorium.
3. Aceton digunakan untuk mencuci rambut kepala sebelum dianalisis dilaboratorium.
4. Es batu untuk mengawetkan hewan *aquatic*

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Seperangkat komputer + printer + scanner untuk pengolahan data lapangan dan data laboratorium serta untuk pengetikan laporan.
2. Program komputer (perangkat lunak) *Arc View* untuk pemrosesan data spasial.
3. Meteran untuk mengukur lebar dan kedalaman sungai yang dijadikan tempat pengambilan sampel air.
4. Jerigen berisi sampel air untuk pemeriksaan kimia.
5. Perahu untuk alat bantu dalam pengambilan sampel di laut.
6. GPS untuk menentukan koordinat lokasi titik sampel.
7. Perangkat alat laboratorium untuk analisis sampel air di lapangan.
8. Kamera digital.
9. *Sediment Sampler* yakni *Grab Sampler* untuk mengambil sedimen di dasar sungai.
10. *Sediment Sampler* tipe USDH 48 untuk mengambil sedimen melayang di sungai.
11. *Mercury Analyzer* untuk analisis kandungan mercury.

Variabel-variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

**b. Sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat**

- a) Tingkat pendidikan
- b) Pendapatan masyarakat
- c) Penggunaan air di sungai (makan dan minum)
- d) Penyakit yang diderita
- e) Umur
- f) Lama tinggal
- g) Jarak tempat tinggal dengan lokasi pengolahan
- h) Jarak lokasi sumber air minum dengan sungai
- i) Keluhan kesehatan : sakit kepala, rasa kesemutan, jarak pandang mata menyempit, pendengaran berkurang, berjalan limbung, tremor, gangguan fungsi ginjal dan daya ingat berkurang.

c. Kandungan merkuri pada air, sedimen, vegetasi, ikan, dan rambut kepala.

**Pengumpulan Data :**

Pengambilan sampel air dan sedimen untuk mengukur kandungan merkuri yang berada di saluran tailing dan sungai. Untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambangan tradisional terhadap faktor biotik maka pada bagian akhir penelitian ini dilakukan analisis merkuri pada tumbuhan, hewan *aquatic* dan manusia sebagai kontrol. Analisis tumbuhan dilakukan pada daun dan akar. Tumbuhan darat diambil di sekitar pengolahan pada jarak  $\pm$  50 m dan tumbuhan air diambil di hulu, tengah dan hilir Sungai Hulawa yang dialiri limbah tambang tradisional. Analisis hewan aquatik diambil di Sungai Hulawa meliputi ikan, kepiting, siput dan udang. Analisis merkuri pada manusia diambil pada rambut kepala. Pengambilan sampel dilakukan pada masyarakat yang berdiam sekitar lokasi tambang di Kecamatan Sumalata.

**a. Pengambilan sampel air untuk pemeriksaan merkuri :**

Jumlah sampel untuk air di Kecamatan Sumalata sebanyak 10 titik pada Sungai Pasolo/Sungai Hulawa dengan 3kali ulangan sehingga total sampel sebanyak 30 sampel. Pengambilan sampel juga dilakukan pada tailing sebanyak 10 titik dengan 3 kali ulangan

sehingga total 30 sampel. Pada sedimen sebanyak 10 sampel dengan 3 kali ulangan sehingga total sebanyak 30 sampel.

Cara pengambilan sampel air untuk pemeriksaan merkuri adalah sebagai berikut :

- 1) Sampel air diambil menggunakan jerigen sebesar 2 liter.
- 2) Jergen diisi air sampai penuh dengan cara dibilas dahulu 2-3 kali dengan air yang akan diambil sampelnya.
- 3) Pengambilan sampel air di sungai menggunakan metode pengambilan contoh berstrata. Penampang sungai dibagi tiga bagian yaitu : bagian penampang atas (permukaan air), bagian tengah penampang dan bagian bawah penampang. Dari ketiga bagian inilah contoh air diambil secara acak untuk dianalisa.
- 4) Bagi parameter logam berat seperti merkuri diadakan pengawetan contoh dengan menggunakan asam nitrat pekat  $\text{pH} < 2$ .
- 5) Sampel yang telah dimasukkan ke dalam wadah, diberi label. Pada label tersebut dicantumkan keterangan mengenai lokasi pengambilan, tanggal pengambilan dan jam pengambilan, cuaca, jenis pengawet dan sketsa lokasi.
- 6) Wadah-wadah contoh yang telah ditutup rapat dimasukkan ke dalam kotak yang telah dirancang secara khusus agar contoh tidak tertumpah selama pengangkutan ke laboratorium.

**b. Pengambilan sampel di sedimen dasar untuk pemeriksaan merkuri.**

Pengambilan sampel di sedimen dasar digunakan *grab sampler*. Peralatan yang digunakan harus cukup menjamin keamanan dari sampel. Untuk sungai dangkal dapat diambil dengan penyebaran yang merata di dalam air dan dimasukkan ke dalam wadah yang tepat. Untuk sungai yang dalam dengan menggunakan galah atau tiang. Endapan sedimen dapat diambil secara langsung di dasar pada permukaan air dan harus mewakili adanya endapan dari sistem sungai di tempat tersebut. Prinsip kerja alat *grab sampler* adalah apabila alat ini diturunkan sampai dasar sungai, alat keruk (*grab*) kedua-duanya terbuka, kabel penggantung dikendorkan dan kemudian ketika sampel ini diangkat, alat keruk sampel akan

tertutup. Jumlah pengambilan sampel pada sedimen sama dengan pada air sehingga total sebanyak 120 sampel.

### **c. Pengumpulan Data Hewan Aquatik dan Vegetasi**

Data yang dikumpulkan berupa data primer. Pengumpulan data dengan pengukuran langsung di lapangan. Sampel tumbuhan yang hidup di darat diambil di pada jarak 100 m dan sekitar pemukiman masyarakat. Sampel tumbuhan darat Kecamatan Sumalata terdiri atas 50 sampel. Total jumlah tumbuhan darat sebanyak sebanyak 100 sampel. Pengambilan sampel pada tumbuhan dilakukan pada akar dan daun. Total jumlah sampel pada tumbuhan sebanyak 200 sampel. Masing- masing sampel diambil beratnya 20 gram. Daun atau akar tersebut dikeringkan kemudian dikemas dalam plastik yang kedap air. Selanjutnya di kirim dan diperiksa di laboratorium.

Untuk hewan *aquatic* yang akan dijadikan sampel adalah jenis-jenis ikan yang dikonsumsi oleh masyarakat. Lokasi pengambilan sampel ikan pada Laut Sulawesi. Jumlah keseluruhan sampel ikan sebanyak 100 sampel. Sampel dipilih secara acak. Sampel ikan dicuci dengan aquades, kemudian dimasukkan ke dalam plastik berisi air dan dibekukan. Plastik yang berisi ikan tersebut dimasukkan ke dalam *cooler* yang telah berisi es batu. Metode yang dipakai dalam penetapan merkuri dalam tumbuhan dan hewan *aquatic* adalah spektrofotometri serapan atom tanpa nyala.

### **d. Pengambilan Data Konsentrasi Merkuri Pada Manusia**

Dalam upaya melihat kontaminasi merkuri pada manusia, maka penelitian dilakukan dengan mengambil sampel pada rambut kepala dari masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi tambang di Kecamatan Sumalata, dengan kriteria penduduk yang termasuk usia produktif, pekerjaan bukan menambang dan mengkonsumsi ikan dari Laut Sulawesi. Kriteria penduduk adalah pekerjaan bukan menambang dengan maksud untuk mengetahui sejauh mana kontaminasi merkuri pada masyarakat yang hidup di wilayah tersebut. Jika masyarakat penambang yang diambil maka sudah jelas masyarakat tersebut sudah terkontaminasi dengan merkuri karena pekerjaan sehari-hari mereka selalu berhubungan dengan merkuri baik pada pengolahan maupun pembakaran amalgam. Jumlah sampel yang diambil pada rambut kepala

dari masyarakat yang tinggal tepi aliran Sungai Hulawa sebanyak 50 sampel dari Kecamatan Sumalata, dengan syarat yang memenuhi kriteria tersebut dan dipilih secara acak sederhana. Berat sampel rambut yang diambil dari masing-masing individu 20 gram yang selanjutnya dikemas dalam plastik yang kedap udara dan selanjutnya diperiksa di laboratorium. Metode yang dipakai untuk penetapan merkuri dalam rambut kepala dengan menggunakan Mercury Analyzer.

#### **e. Pengumpulan Data Sosial Budaya dan Kesehatan Masyarakat**

Pengumpulan data sosial budaya dan kesehatan masyarakat dilakukan dengan teknik wawancara dan daftar pertanyaan pada masyarakat yang bermukim di Kecamatan Sumalata. Responden yang akan diwawancarai adalah juga merupakan responden penelitian yang dijadikan sampel untuk pengambilan rambut kepala pada masyarakat yang bermukim di Kecamatan Sumalata, dengan kriteria yang pekerjaannya bukan menambang emas tradisional, usia produktif dan mengkonsumsi ikan di laut Sulawesi. Laut Sulawesi menerima limbah dari Sungai Hulawa sehingga dikhawatirkan akan membahayakan masyarakat yang mengkonsumsi ikan di laut tersebut. Jumlah sampel diambil total 100 orang yang memenuhi kriteria dan dipilih secara acak.

Aspek yang diwawancarai meliputi kondisi wilayah studi, tingkat pendidikan masyarakat, umur, lama tinggal, jarak tinggal dengan lokasi pengolahan, keluhan kesehatan yang diderita oleh kelompok terpapar dihubungkan dengan gejala penyakit akibat merkuri yang diderita oleh penduduk, penggunaan air di sungai (makan dan minum) dan konsumsi ikan di laut dan persepsi masyarakat terhadap penambangan. Aspek-aspek yang diwawancarai ini untuk mengetahui apakah ada hubungan antara jumlah konsentrasi merkuri yang ada pada rambut kepala dengan keluhan penyakit yang diderita di wilayah penelitian. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengumpulan data sekunder melalui survey secara institusional yang meliputi data survey jumlah penduduk, jumlah penambang, jenis mata pencaharian penduduk, pendapatan penduduk, jenis penyakit yang sering diderita dan sanitasi lingkungannya

### **4.3 Metode Tahun ke II (2017)**

#### **Pengumpulan Data Pada Tahun ke II**

##### **Pelaksanaan Pembuatan Bak Pengolahan Limbah di Lapangan**

Pelaksanaan pembuatan kolam dilakukan pada tahun ke II penelitian.

1. Unit pengolahan harus didahului dengan bak pengendap untuk menghindari clogging pada media koral oleh partikel-partikel besar.
2. Kontruksi berupa bak dari pasangan batu kedap air / cor beton kasar dengan kedalaman  $\pm 1$  m. Ukuran bak 1 x 1 x 1 m.
3. Kolam dilengkapi pipa inlet dan pipa berlubang untuk outlet.
4. Kolam diisi dengan media pasir, koral (batu pecah atau kerikil) , ijuk, arang batok kelapa dan abu terbang batubara. Jumlah kolam dibuat sebanyak 6 buah kolam dengan berbagai komposisi susunan material.

##### **Pengujian Merkuri :**

Pengujian merkuri dilakukan sebelum air masuk ke bak dan sesudah masuk ke bak. Jumlah sampel setiap bak 6 sebelum dan sesudah sehingga total 12 sampel. Setiap kolam dilakukan pengulangan sebanyak 20 kali. Total jumlah sampel pada proses pengolahan air sebanyak 240 sampel. Pengujian pemilihan model terbaik untuk pengolahan dilakukan pada tahun ke 2 penelitian ini.

##### **Tolok Ukur dampak :**

Baku mutu yang digunakan untuk melihat konsentrasi merkuri di air dengan menggunakan Peraturan Pemerintah Tahun 1982 Kelas I tentang pengendalian pencemaran air pada air permukaan dimana disyaratkan tidak melebihi 0.001 mg/l. Baku mutu yang digunakan untuk melihat konsentrasi merkuri dalam sedimen digunakan *European Safety Standard* dengan nilai batas aman yaitu sebesar 2 ppm.

Pengukuran kadar konsentrasi merkuri baik pada hewan *aquatic* dan tumbuhan dilakukan untuk mengetahui apakah dampak penambangan tradisional sudah memberi dampak pada hewan maupun tumbuhan di daerah tersebut.

Nilai ambang batas kadar merkuri dalam tumbuhan dan hewan aquatik secara nasional sebesar 0,5 mg/kg berdasarkan Sk Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89 (Sudarmadji, *et al.* 2004 dan Inswiasri, 2008). *Food and Drug Administration* (FDA) mengestimasi pajanan merkuri dari ikan rata-rata 50 ug/hari. Asupan yang diperkenankan dalam seminggu (*permissible tolerate weekly intake*) oleh WHO untuk merkuri, direkomendasikan 200 ug dengan berat badan rata-rata 70 kg (Rizal, 2003). Nilai batas aman WHO 0,5 ppm (Bapedal dan Cepi, 2000).

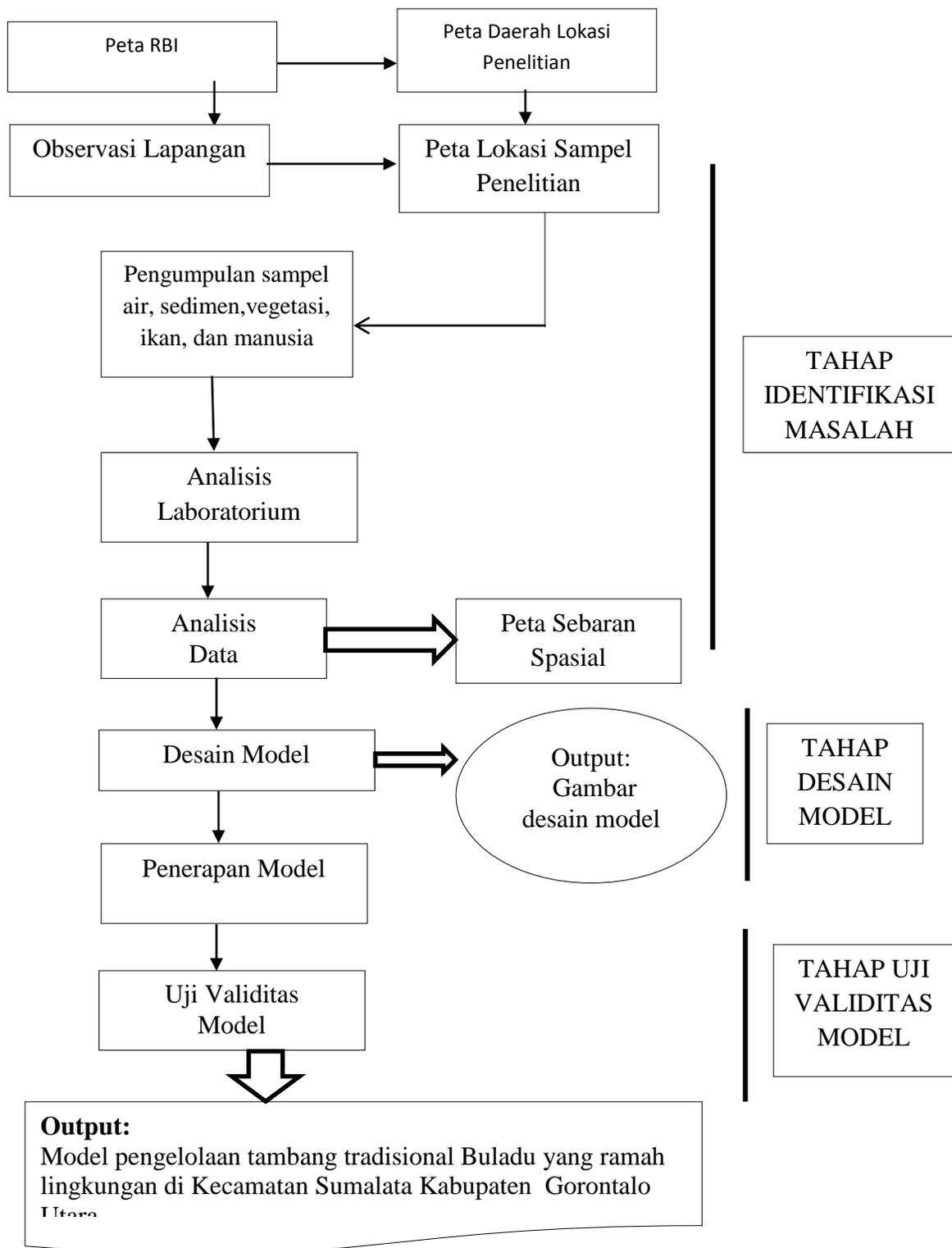
Nilai ambang batas yang ditoleransikan konsentrasi merkuri dalam rambut digunakan rekomendasi dari *National Research Council* (NCR) sebesar 12 ppm (Sudarmadji *et al.*, 2004).

### **Penilaian Dampak Kesehatan Masyarakat :**

Untuk mengetahui dampak penambangan tradisional terhadap kesehatan masyarakat dilihat hubungan antara jumlah konsentrasi merkuri pada rambut kepala dengan keluhan gangguan kesehatan masyarakat setempat pada kelompok terpapar. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengkaji hubungan antara konsentrasi merkuri di rambut kepala dengan keluhan penyakit yang diderita masyarakat. Analisis regresi digunakan untuk menganalisis sejauh mana hubungan antara hasil konsentrasi merkuri di rambut kepala dengan jarak tempat tinggal dengan tambang, lama tinggal dan umur. Analisis pemilihan model terbaik sebagai upaya penurunan pencemaran merkuri dengan menggunakan regresi linier sederhana dan berganda.

Menguji pengolahan air sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan Uji-T. Model persamaan untuk mendapatkan campuran terbaik antara abubatubara, kerikil dan arang batu dengan menggunakan persamaan regresi berganda.

Diagram alir penelitian disajikan dalam Gambar 4.2.



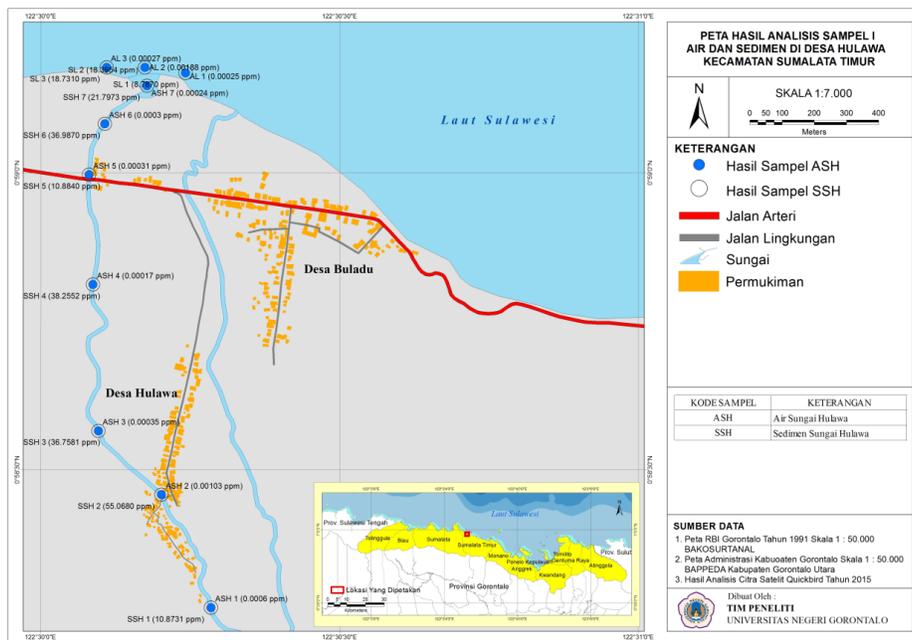
Gambar 4.2. Diagram Alir Penelitian

## BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1. Hasil Analisis Spasial Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai dan Laut

#### Pada Sampling I

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri di air di hulu Sungai Pasolo yakni titik ASH1 sebesar 0.0006 mg/l dan pada muara sebesar 0.00024 mg/l. Pada lokasi ASH1 konsentrasi merkuri rendah karena merupakan titik kontrol. Adanya konsentrasi merkuri pada titik kontrol ASH 1 karena wilayah atas sungai Pasolo terdapat tambang emas tradisional Padengo. Peta hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen ditunjukkan pada Gambar 5.1.



X

Gambar 5.1. Peta Hasil Analisis Spasial Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi

Pada lokasi ASH3 konsentrasi merkuri sangat tinggi sebesar 0.00035 mg/l. Hal ini dapat terjadi karena lokasi ASH 3 terdapat lokasi pengolahan hanya berjarak 5 m dengan sungai.

Konsentrasi merkuri cenderung sama sepanjang sungai karena adanya aktivitas tromol yang sangat dekat dengan sungai. Sungai Pasolo bermuara di Laut Sulawesi. dimana konsentrasi merkuri berkisar antara 0.00025 – 0.00027 mg/l. Hasil ini cukup tinggi karena jarak sungai sebagai lokasi pembuangan limbah dengan laut cukup dekat yakni sebesar 1 Km.

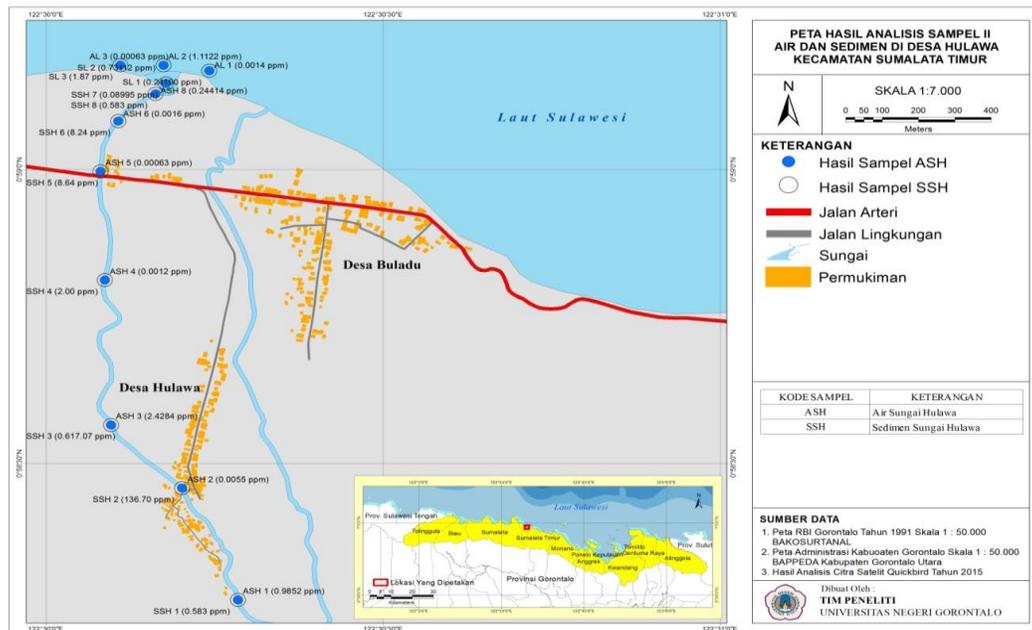
Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada hulu Sungai Pasolo sebesar 10.8731 mg/kg. Pada hilir sungai sebesar 21 mg/kg. Pada lokasi ASH1 konsentrasi merupakan titik kontrol. Adanya konsentrasi merkuri pada titik kontrol ASH 1 karena wilayah atas sungai Pasolo terdapat tambang emas tradisional Padengo. Secara umum konsentrasi merkuri pada sedimen menunjukkan semakin dekat lokasi sumber limbah semakin tinggi merkuri di sedimen sungai. Pola konsentrasi merkuri pada sedimen sungai menunjukkan semakin ke hilir semakin rendah. Pada laut konsentrasi merkuri pada sedimen berkisar antara 8.7870 mg/kg – sampai 25.4630 mg/kg dengan hasil rata-rata sebesar 17.548 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka Laut Sulawesi telah penerima limbah rata-rata sebesar 17.548, ini akan membahayakan hewan aquatik yang hidup di laut tersebut. Berdasarkan hasil ini maka sedimen Laut Sulawesi telah berada di atas baku mutu *European Safety Standard* yakni tidak bisa melebihi 2 mg/kg.

## **Sampling II**

Hasil analisis pada hulu Sungai Pasolo yakni titik ASH1 sebesar 0.9852 mg/l dan pada hilir yakni ASH8 sebesar 0.00565 mg/l. Konsentrasi merkuri berfluktuatif dari hulu menuju hilir karena ada beberapa aktivitas tromol yang sangat dekat dengan sungai. Lokasi ASH3 sangat tinggi yakni sebesar 2.4284 mg/l, hal ini terjadi karena titik ASH3 sangat dekat dengan aktivitas tromol yakni sebesar 5 m dengan sungai. Laut Sulawesi sebagai penerima limbah Sungai Pasolo teridentifikasi konsentrasi merkuri berkisar 0.00063-1.1122 mg/l. Hasil ini sangat tinggi dan akan membahayakan makhluk hidup aquatic.

Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada hulu yakni sebesar 0.582 mg/l. Lokasi ini merupakan lokasi control. Pada lokasi SSH2 konsentrasi sangat tinggi yakni 136.70 mg/kg. Lokasi ini sangat dekat dengan lokasi tromol dan buangnya langsung

dibuang ke sungai. Hal ini merupakan salah satu factor yang menyebabkan tingginya pada lokasi ini. Pada hilir konsentrasi sebesar 0.24414 mg/kg. Konsentrasi merkuri semakin ke hilir semakin rendah. Laut Sulawesi sebagai penampung limbah Sungai Pasolo menunjukkan konsentrasi merkuri berkisar 0.24190 mg/kg – 1.87 mg/kg. Hasil rata-rata pada Laut Sulawesi sebesar 0.94 mg/kg. Hasil ini akan membahayakan hewan aquatik yang hidup di perairan Sulawesi. Peta hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen pada Sampling ke II ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen di Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi Pada Sampling II

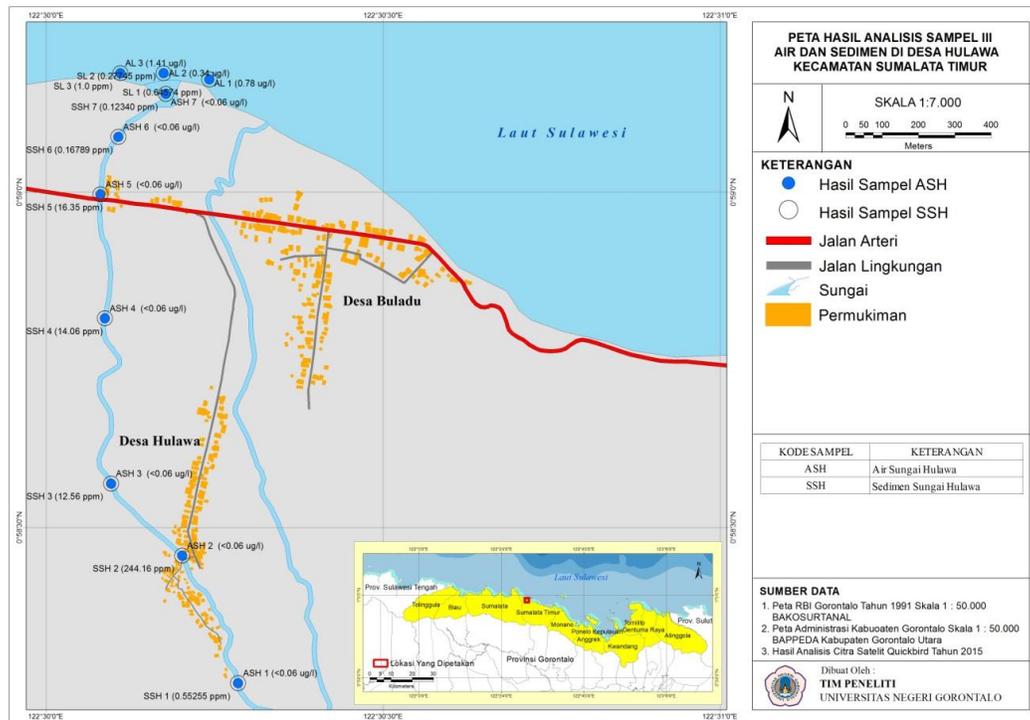
### Samplng III

Konsentrasi merkuri pada sampling ke III sangat kecil yakni rata-rata < 0.00006 mg/l. Pada Laut Sulawesi konsentrasi merkuri berkisar antara 0.00078 mg/kg – 0.00141 mg/kg dengan hasil rata-rata sebesar 0.00084 mg/kg.

Pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada sedimen pada hilir Sungai Pasolo sebesar 0.55255 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi pada SSH2 yakni 244.16 mg/kg. Konsentrasi yang ekstrim pada SSH2 karena lokasi ini merupakan lokasi yang

selalu aktif dan sangat dekat dengan sungai. mg/kg. Pada hilir Sungai sebesar 0.12340 mg/kg.

Hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen pada Sampling ke III ditunjukkan pada Gambar 5.3



Gambar 5.3. Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen di Sungai Pasolo dan Laut Sulawesi Pada Sampling III

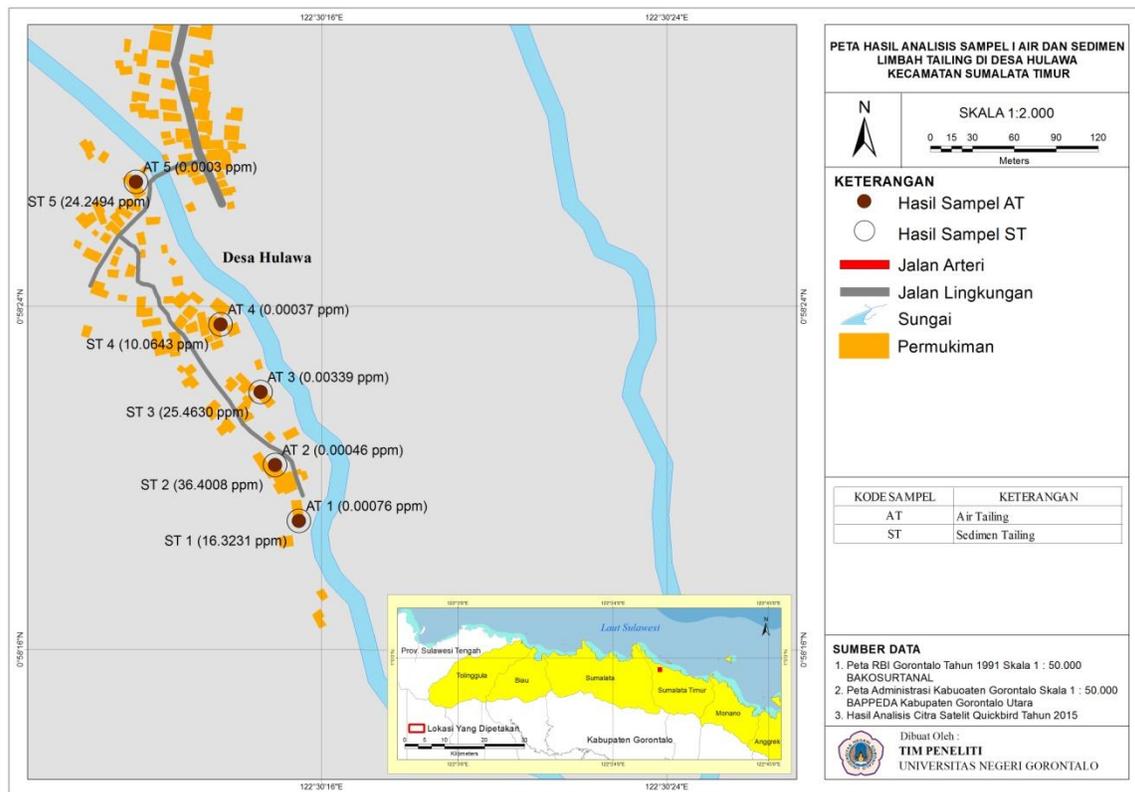
## 5.2. Hasil Analisis Spasial Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing

### Sampling I

Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dalam air limbah tailing yakni berkisar antara 0.00076 – 0.00339 mg/l. Konsentrasi merkuri dalam air pada tailing cenderung sama. Konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi AT2 dan AT3 yakni sebesar 0.00046 dan 0.00339 mg/l. Hal ini terjadi karena lokasi aktivitas tromol rata-rata bekerja dalam seminggu hanya

sekali pada hari Sabtu kecuali lokasi AT3. Pada tromol-tromol tertentu seperti AT2 dan AT3 bekerja terus menerus tergantung hasil tambang yang didapat.

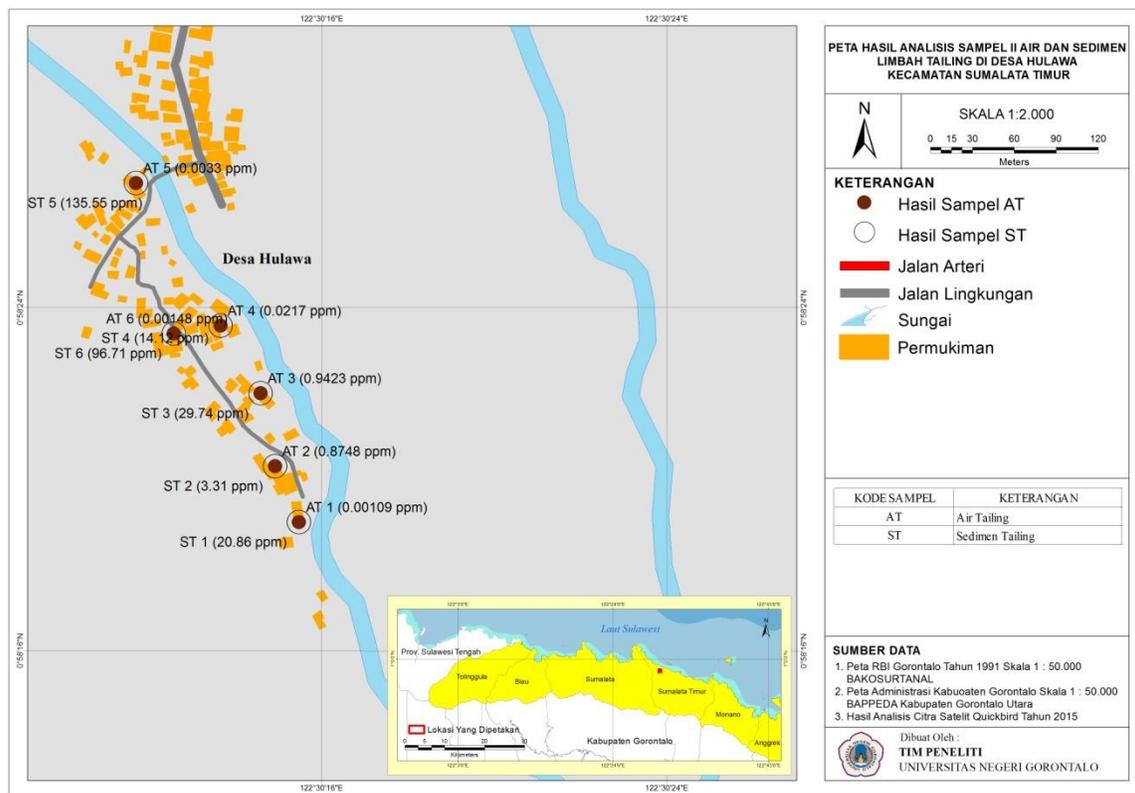
Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada sedimen limbah tailing berkisar antara 16.3231 – 36.4008 mg/kg. Hasil ini sudah berada di atas standard *European Safety Standard* yakni tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi pada lokasi ST 2 yakni 36.4008 dan ST3 yakni 25.4630 mg/kg. Hal ini terjadi karena lokasi ini paling aktif kegiatan pemuatarn tromolnya. Hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen pada limbah tailing pada Sampling ke I ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Sampling I

## Sampling Ke II

Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi limbah AT 2 dan AT 3 yakni masing-masing konsentrasi sebesar 0.8748 mg/l dan 0.9423 mg/l. Nilai konsentrasi merkuri sangat tinggi dan berfluktuatif. Tingginya konsentrasi merkuri pada tailing karena pada proses pengikatan emas dan batuan menggunakan merkuri sehingga terbentuk amalgam. Pada proses pembentukan amalgam tromol diputar selama 3.5 jam dengan menggunakan air. Pada proses pencucian maka sisa-sisa merkuri akan masuk kedalam tailing sehingga menambah beban pada limbah. Selanjutnya air limbah sebagian akan mengalir dan masuk ke sungai dan bermuara ke laut dan sebagian tetap tinggal di pada bak pengolahan. Hal ini mengakibatkan konsentrasi merkuri sangat tinggi pada limbah tailing. Peta hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen pada limbah tailing pada Sampling ke II ditunjukkan pada Gambar 5.5.

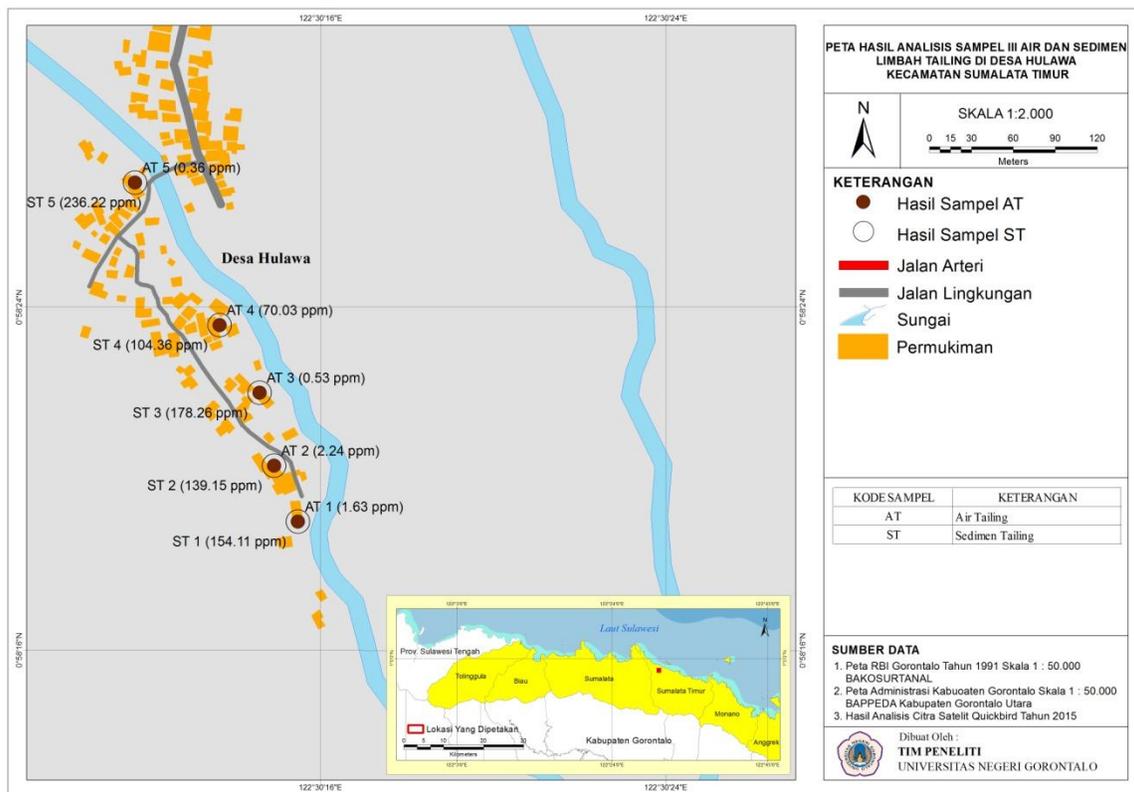


Gambar 5.5. Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Sampling II

Pada peta menunjukkan bahwa hasil analisis merkuri pada sedimen yang dilakukan pada sampling ke II menunjukkan bahwa merkuri tertinggi pada ST 5 yakni sebesar 135.55 mg/kg dan terendah pada titik ST2 yakni 3.31 mg/kg. Besarnya konsentrasi merkuri pada sedimen berfluktuatif dan banyak factor yang mempengaruhinya yakni beban limbah yang dihasilkan, aktivitas tromolnya , pH, suhu dan ukuran partikel.

### Sampling Ke III

Pada peta menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi AT4 yakni sebesar 0.07003 mg/l. Konsentrasi terendah pada lokasi AT5 yakni sebesar 0.00036 mg/l. Proses pengolahan emasnya biasanya menggunakan teknik amalgamasi, yaitu dengan mencampur bijih dengan merkuri untuk membentuk amalgam (logam paduan Au-Hg) dengan media air. Hasil analisis spasial konsentrasi merkuri pada air dan sedimen pada limbah tailing pada Sampling ke III ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6. Peta Spasial Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air dan Sedimen Pada Limbah Tailing Sampling III

Pada peta menunjukkan bahwa hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen berkisar antara 104.36 mg/kg – 236.22 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi pada sedimen sebesar 236.22 mg/kg pada lokasi ST 5. Hasil konsentrasi merkuri pada Sampling ke III rata-rata memiliki nilai yang sangat ekstrim. Ini akan membahayakan karena jika partikel-partikel ini akan terbawa oleh air dan masuk ke sungai dan selanjutnya masuk kelaut sebagai penerima limbah. Partikel-partikel ini dapat masuk ke akar tanaman dan akan membahayakan tumbuhan yang hidup di daerah tersebut.

### 5.3. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri di Air

#### Sampling I

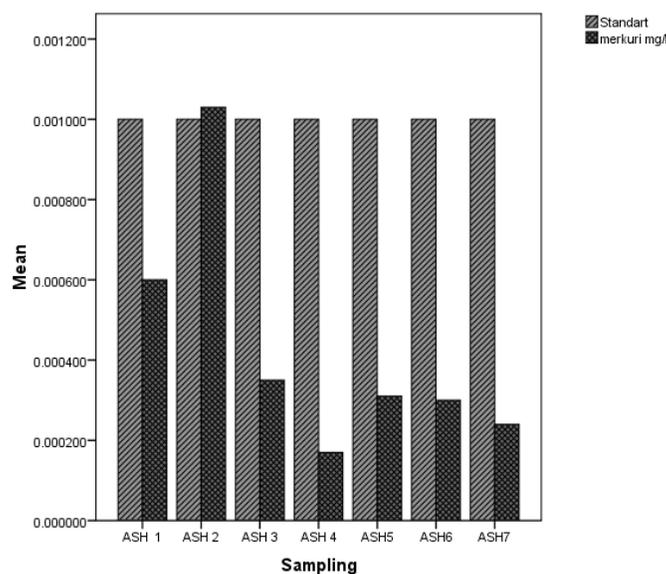
#### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai Pasolo/Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam air Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada sampling I ditunjukkan pada Gambar 5.7. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air sungai pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Pada Sampling I

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
ASH 1	0.0006	0.001
ASH 2	0.00103	0.001
ASH 3	0.00035	0.001
ASH 4	0.00017	0.001
ASH5	0.00031	0.001
ASH6	0.0003	0.001
ASH7	0.00024	0.001

Sumber : Data primer 2016



Gambar 5.7. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sampling I

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sampling I berkisar antara 0.0006 – 0.00035 mg/l. Hasil ini masih berada di bawah ambang baku mutu PP 82 Tahun 2001 Kelas I dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/liter. Lokasi titik ASH1 diambil pada hulu tambang Buladu/Sumalata. Pada lokasi ini terukur konsentrasi merkuri sebesar 0.0006, berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Adanya merkuri pada titik ini karena di hulu Sungai Pasolo terdapat tambang tradisional lain yakni tambang Tradisional Padengo. Lokasi ASH2 konsentrasi merkuri sebesar 0.00103, berada di atas ambang baku mutu yang ditetapkan. Hal ini terjadi karena pada lokasi ini, jarak lokasi tromol dengan sungai hanya berjarak 10 m. Konsentrasi merkuri pada air Sampling I memiliki kecenderungan semakin ke hilir semakin kecil.

Hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Mahmud, (2012) yang menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri di sedimen dasar pada penambangan emas Tulabolo pada berbagai debit memiliki kecenderungan semakin ke hilir semakin rendah. Pada jarak yang lebih dekat akan mempunyai konsentrasi merkuri yang lebih besar dibandingkan dengan jarak yang jauh dari kegiatan penambangan. Hal ini disebabkan adanya

pengenceran atau pencucian oleh air sepanjang aliran sungai yang mengalir dari hulu menuju hilir.

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut

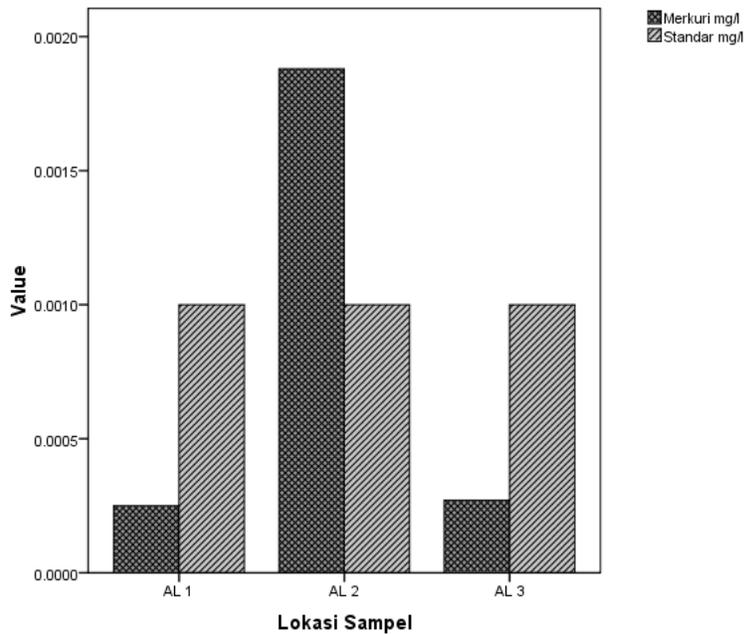
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut Pada Sampling I

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AL 1	0.00025	0.001
AL 2	0.00188	0.001
AL 3	0.00027	0.001

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut berkisar antara 0.00025 – 0.00188 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam air laut cenderung telah mendekati ambang batas baku mutu air laut sesuai dengan KepMen LH No.Kep 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Kualitas Air Laut bagi Kehidupan Biota Laut dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/l. Pada air laut, konsentrasi merkuri AL1 berada pada laut di sebelah kiri dari muara Sungai Pasolo dan sampel AL2 diambil pada laut Sulawesi tepat pada muara dan AL3 diambil pada laut sebelah kanan muara Sungai Pasolo. Konsentrasi merkuri dalam laut pada lokasi AL2 memiliki konsentrasi merkuri tertinggi yakni sebesar 0.00188 mg/l. Nilai konsentrasi ini telah berada di atas baku mutu air laut KepMen LH No.Kep 51 Tahun 2004 yakni tidak melebihi 0.001 mg/l. Nilai ini cukup tinggi karena lokasi pengambilan sampel dilakukan di Laut Sulawesi dan searah muara Sungai Pasolo. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi merkuri di sekitar teluk Manado yang hasilnya tidak terdeteksi pada 4 kawasan di Teluk Manado (Selayar, dkk 2015). Grafik konsentrasi merkuri pada air laut ditunjukkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut Sampling I

#### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Limbah Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air limbah tailing pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.3.

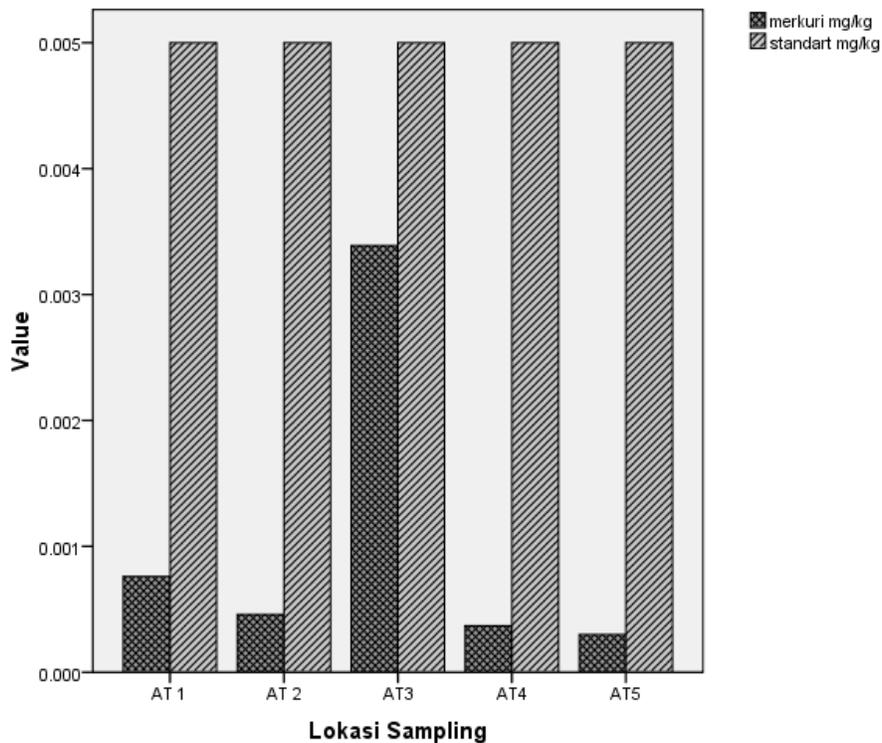
**Tabel 5.3. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Sampling I**

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AT 1	0.00076	0.005
AT 2	0.00046	0.005
AT3	0.00339	0.005
AT4	0.00037	0.005
AT5	0.0003	0.005

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air limbah tailing pada Sampling I berkisar antara 0.00046 – 0.00339 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada air limbah tailing cenderung mendekati ambang baku mutu sesuai dengan Kep Men LH 202/2004 yang ditetapkan oleh pemerintah, dimana konsentrasi merkuri maksimum sebesar

0.005 mg/l. Lokasi sampling tertinggi pada titik AT3 yakni sebesar 0.00339 mg/liter. Konsentrasi merkuri pada tailing berada di bawah ambang batas yang ditetapkan karena waktu beroperasi tromol di lokasi penelitian tidak menentu tergantung stok batuan yang berhasil ditambang oleh masyarakat. Secara umum tingginya konsentrasi merkuri di saluran tailing karena proses amalgamasi yang tidak sempurna. Pada proses amalgamasi emas dilakukan oleh rakyat secara tradisional, merkuri dapat terlepas ke lingkungan pada tahap pencucian dan penggarangan. Grafik konsentrasi konsentrasi merkuri pada air limbah tailing dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Sampling I

## Sampling ke II

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai Pasolo/ Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam air Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada sampling II ditunjukkan pada Gambar 5.2. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air sungai pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 5.4

Tabel 5.4. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Pada Sampling II

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
ASH 1	0.9852	0.001
ASH 2	0.0055	0.001
ASH 3	2.4284	0.001
ASH 4	0.0012	0.001
ASH5	0.00063	0.001
ASH6	0.0016	0.001
ASH7	0.9852	0.001
ASH8	0.00565	0.001

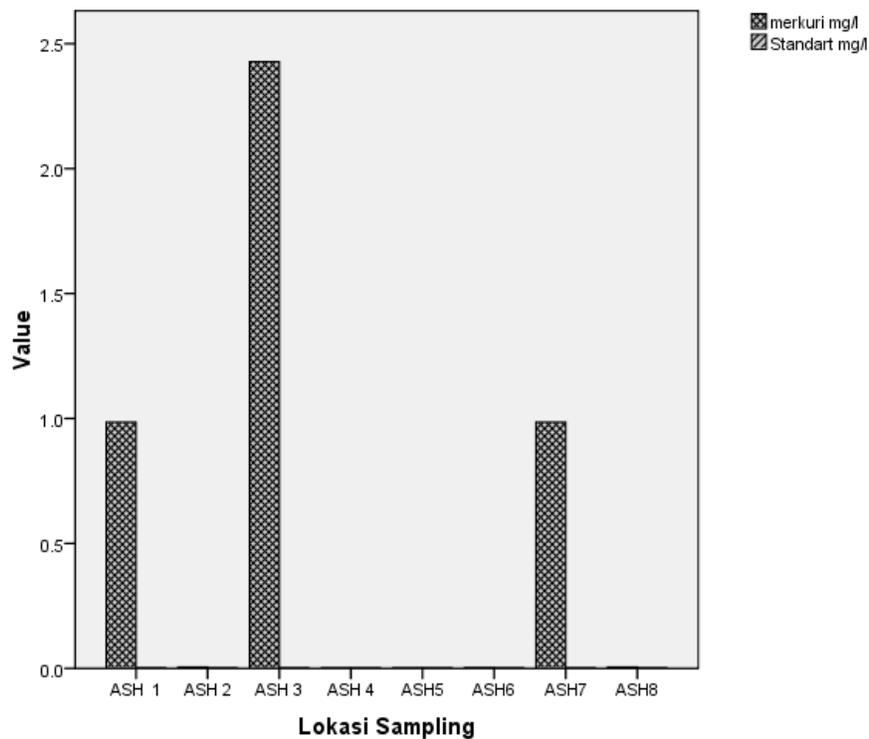
Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sampling II berkisar antara 0.00063 –2.4284 mg/l. Hasil ini telah berada di atas ambang baku mutu PP 82 Tahun 2001 Kelas I dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/liter. Tingginya konsentrasi merkuri pada Sampling ke II karena pengambilan sampel dilakukan pada saat tromol di lokasi tambang sedang beroperasi. Konsentrasi merkuri tertinggi pada ASH7 yakni sebesar 2.4284 mg/l yakni berada pada lokasi muara Sungai Pasolo.

Banyak factor yang mempengaruhi besarnya konsentrasi merkuri di sungai yakni debit air, suhu, pH, ukuran partikel dan jarak lokasi sumber dengan titik yang ditinjau. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahmud,(2012) menunjukkan bahwa pada debit sedang konsentrasi merkuri lebih menurun dibandingkan debit rendah tetapi jumlah konsentrasi merkurnya lebih menyebar masuk dari hulu ke hilir sungai. Hal ini karena debit sedang dilakukan pada musim hujan maka pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran permukaan, partikel-partikel tanah yang berasal dari daerah sekitar pengolahan akan terkelupas dan terangkut dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Demikian pula pada

debit tinggi, konsentrasi merkuri rata-rata cenderung sama dengan debit sedang, karena sampling diambil pada musim hujan. Pada debit tinggi walaupun terjadi proses pengenceran konsentrasi merkuri cenderung sama dengan debit sedang karena limbah yang masuk dari tambang lain di sekitar bertambah jumlahnya. Pengambilan sampel diambil pada musim hujan sehingga kemampuan energi kinetis cukup kuat mengangkut aliran yang mengandung sedimen dari lokasi pengolahan masuk sampai ke hilir sungai.

Grafik konsentrasi merkuri dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai Pasolo Sampling II

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut

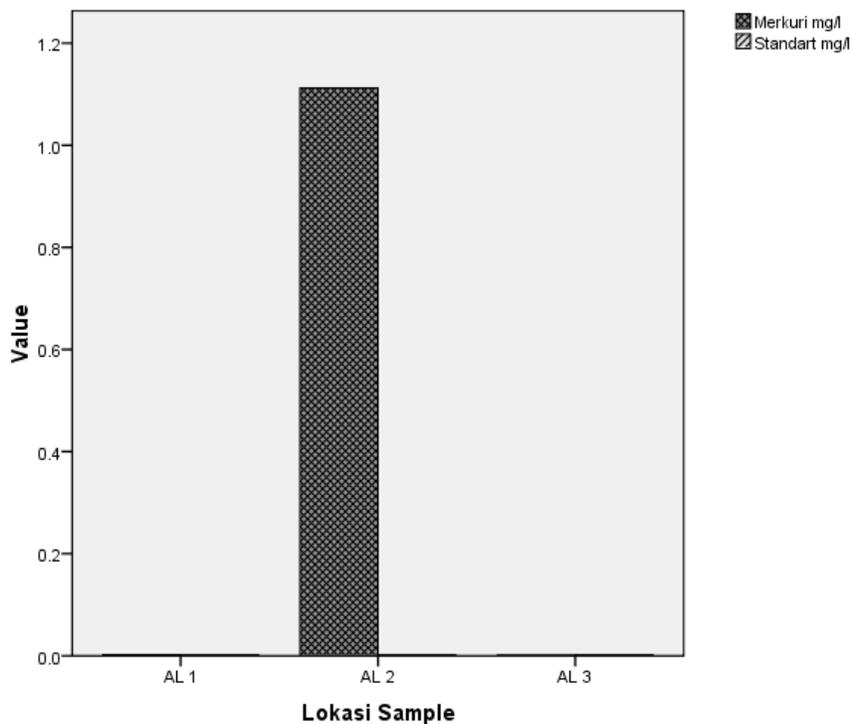
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.11.

Tabel 5.5. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut Pada Sampling II

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AL 1	0.0014	0.001
AL 2	1.1122	0.001
AL 3	0.00063	0.001

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut pada sampling II berkisar antara 0.00063 – 1.1122 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam air laut cenderung telah berada diambang batas baku mutu air laut sesuai dengan KepMen LH No.Kep 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Kualitas Air Laut bagi Kehidupan Biota Laut dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/l. Konsentrasi tertinggi sebesar 1.1122 mg/l dan berada pada muara laut sejajar dengan Sungai pasolo. Terendah pada lokasi AL3 sebesar 0.00063 mg/l. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Selayar, dkk (2015) pada lokasi di sekitar pelabuhan Manado, Trade Centre, RSUP dan Pantai Malalayang menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tidak terdeteksi. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air laut Sampling ke II ditunjukkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut Sampling II

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Limbah Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air limbah tailing pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Sampling II

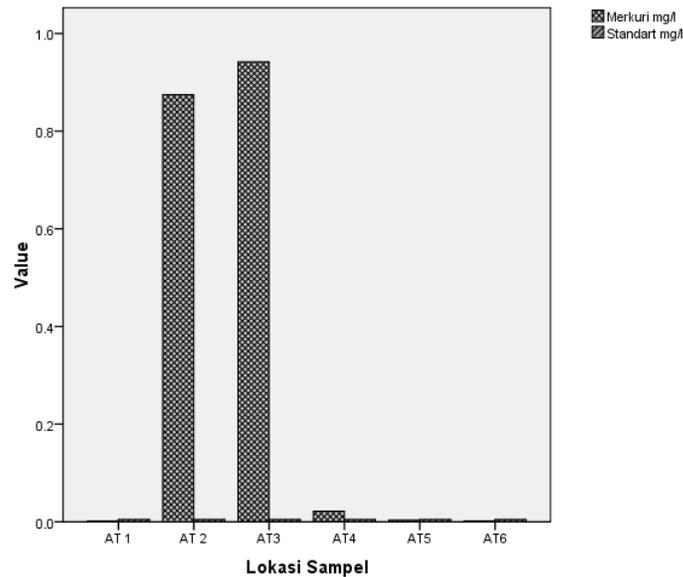
Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AT 1	0.00109	0.005
AT 2	0.8748	0.005
AT3	0.9423	0.005
AT4	0.0217	0.005
AT5	0.0033	0.005
AT6	0.00148	0.005

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air limbah tailing pada Sampling II berkisar antara 0.0033 – 0.9423 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada air limbah tailing cenderung telah berada di atas ambang baku mutu sesuai dengan Kep Men LH 202/2004 yang ditetapkan oleh pemerintah, dimana konsentrasi merkuri maksimum sebesar 0.005 mg/l. Konsentrasi tertinggi pada lokasi AT3 yakni 0.9423 mg/l dan terendah sebesar 0.00109 mg/l.

Konsentrasi merkuri pada penambangan emas Buladu sudah sangat tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi merkuri di lokasi penambangan emas rakyat Desa Cisungsang, Kabupaten Lebak, Propinsi Banten. Hasil penelitiannya menunjukkan konsentrasi tertinggi sebesar 0.265 dan terendah sebesar 0.083 ppm (Pamungkas, dkk, 2015). Hal ini membutuhkan pengawasan yang serius oleh pemerintah setempat. Withiatna (2005), konsentrasi merkuri yang tinggi di tailing pada umumnya disebabkan oleh proses amalgamasi yang tidak sempurna. Dari uji coba yang dilakukan di daerah Cineam menghasilkan merkuri dalam satu putaran amalgamasi sebanyak 9 %. Berdasarkan beberapa

penelitian, diperoleh data yang menunjukkan merkuri yang hilang setelah amalgamasi dapat mencapai 5% - 10% (Withiatna, 2005). Grafik hubungan antara konsentrasi merkuri pada tailing dan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12. Grafik Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Sampling II

### Sampling III

#### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Sungai Pasolo/ Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam air Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada sampling III ditunjukkan pada Gambar 5.3. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air sungai pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.7

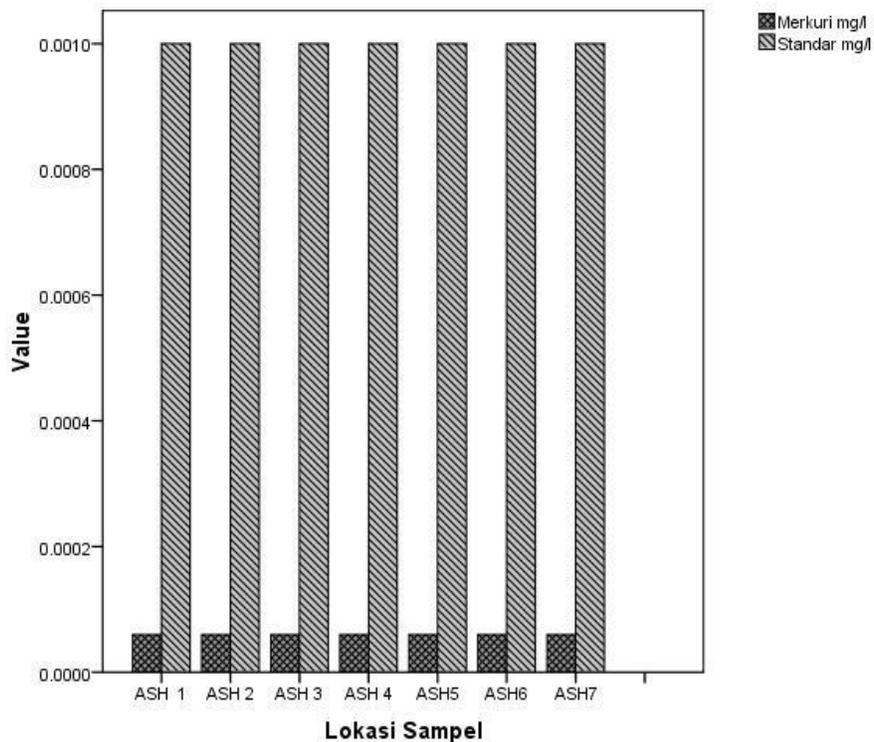
Tabel 5.7. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Sungai Hulawa Pada Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
ASH 1	<0.00006	0.001
ASH 2	<0.00006	0.001
ASH 3	<0.00006	0.001
ASH 4	<0.00006	0.001

ASH5	<0.00006	0.001
ASH6	<0.00006	0.001
ASH7	<0.00006	0.001

Sumber : Data primer 2016

Grafik hubungan antara konsentrasi merkuri pada air sungai Sampling ke III dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada gambar 5.13.



Gambar 5.13. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada air Sungai Pasolo pada Sampling ke III

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sampling III lebih kecil dari 0.06 ug/l. Hasil ini berada di bawah ambang baku mutu PP 82 Tahun 2001 Kelas I dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/liter. Rendahnya konsentrasi merkuri pada sampling ke III karena waktu pengambilan sampel pada kondisi tromol tidak sedang aktif. Proses pengoperasian tromol hanya dilakukan 1 minggu sekali yakni pada hari Minggu. Tetapi hal ini bisa berubah tergantung stok batuan yang ditemukan.

Konsentrasi merkuri dalam air lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi merkuri di sedimen. Hal ini disebabkan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Berbagai faktor yang mempengaruhinya yaitu pH, oksigen, suhu dan total suspended solid (Lacerda *et al*, 1991). Konsentrasi merkuri dalam air pada umumnya selalu berada dibawah batas yang ditentukan, tanpa melihat perubahan jarak dari lokasi tailing. Hal ini disebabkan kondisi fisika dan kimia yang berlaku di dalam air, dimana adanya konsentrasi merkuri yang sangat mudah terlarut (Lindqvist *et al*, 1984 dan Nriagu, 1979 dalam Lacerda *et al*, 1991).

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.8.

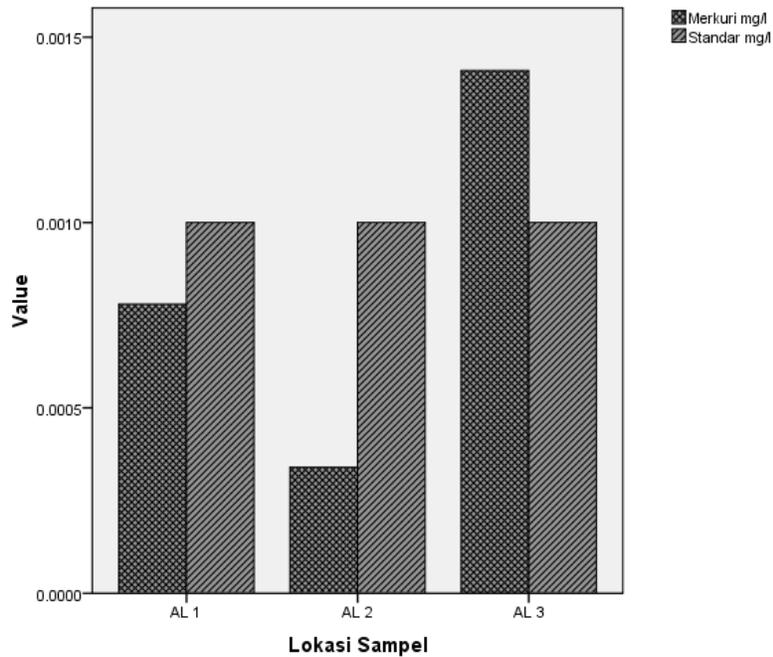
Tabel 5.8. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Air Laut Pada Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AL 1	0.00078	0.001
AL 2	0.00034	0.001
AL 3	0.00141	0.001

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut pada sampling III berkisar antara 0.00034 – 0.00141 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam air laut cenderung telah berada diambang batas baku mutu air laut sesuai dengan KepMen LH No.Kep 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Kualitas Air Laut bagi Kehidupan Biota Laut dimana batas maksimum yang diizinkan tidak melebihi 0.001 mg/l. Konsentrasi tertinggi pada lokasi AL3 sebesar 0.00141 mg/l. Terendah sebesar 0.00078 mg/l. Konsentrasi ini cenderung sama jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Paundanan, dkk (2015) dimana konsentrasi merkuri pada air laut pada kisaran 0.0008- 0.0042 mg/l. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh BPLHD DKI Jakarta, dimana konsentrasi merkuri pada air Sungai Ciliwung tidak terdeteksi (Ibad, 2015).

Grafik hubungan antara konsentrasi merkuri pada air laut Sampling ke III dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada air laut pada Sampling ke III

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Limbah Tailing

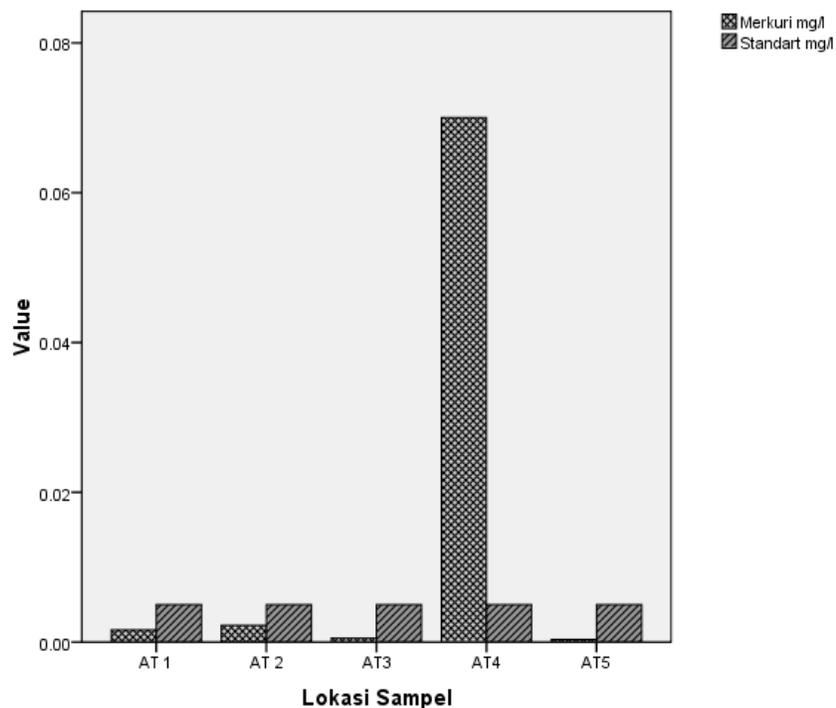
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air limbah tailing pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Air Limbah Tailing Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)
AT 1	0.00163	0.005
AT 2	0.00224	0.005
AT3	0.00053	0.005
AT4	0.07003	0.005
AT5	0.00036	0.005

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air limbah tailing pada Sampling III berkisar antara 0.00053 – 0.07003 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada air limbah tailing cenderung telah berada di atas ambang baku mutu sesuai dengan Kep Men LH 202/2004 yang ditetapkan oleh pemerintah, dimana konsentrasi merkuri maksimum sebesar 0.005 mg/l. Konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi AT4 yakni sebesar 0.07003 mg/l. Lokasi ini merupakan satu-satunya tromol yang sedang aktif waktu pengambilan sampel. Grafik hubungan antara konsentrasi merkuri pada air limbah Sampling ke III dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada air limbah pada Sampling ke III

#### 5.4. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri di Sedimen

##### Sampling I

##### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai Pasolo/Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam sedimen Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada sampling I ditunjukkan pada Gambar 4.4. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen sungai pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.10

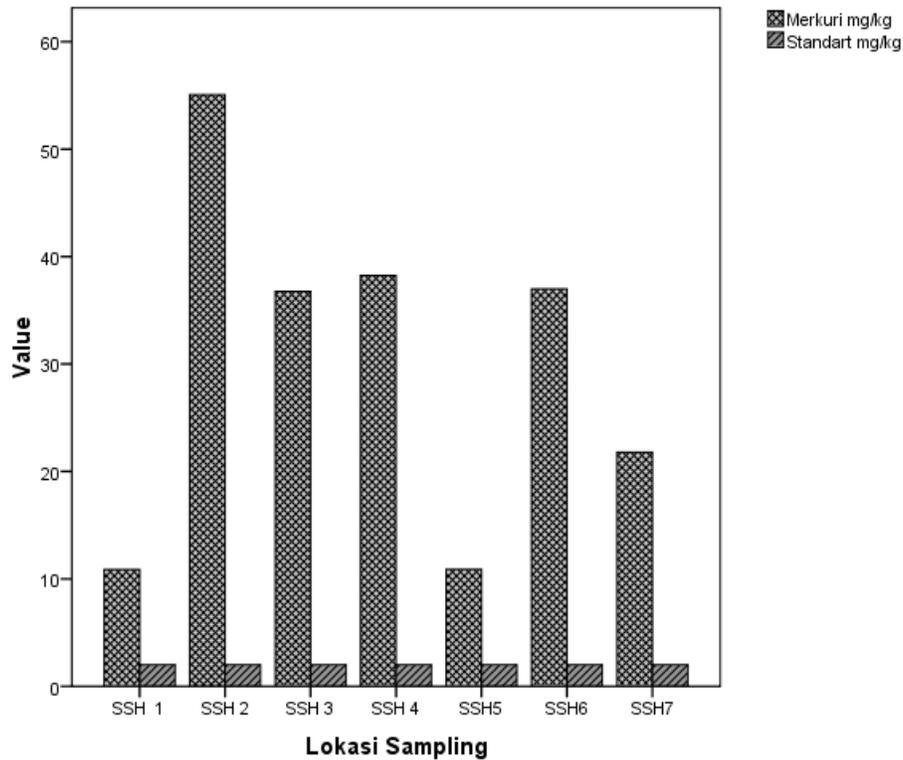
Tabel 5.10.. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Hulawa Pada Sampling I

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SSH 1	10.8731	2
SSH 2	55.0680	2
SSH 3	36.7581	2
SSH 4	38.2552	2
SSH5	10.8840	2
SSH6	36.9870	2
SSH7	21.7973	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen sungai pada sampling I berkisar antara 10.8731 – 55.0680 mg/kg. Hasil ini telah berada di atas ambang batas baku mutu *European safety standard* yaitu tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi pada lokasi SSH 2 sebesar 55.0680 mg/kg. Konsentrasi terendah pada lokasi SSH5 sebesar 10.8731 mg/kg. Konsentrasi terendah ini tetap berada di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan.

Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke I ditunjukkan pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke I

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut

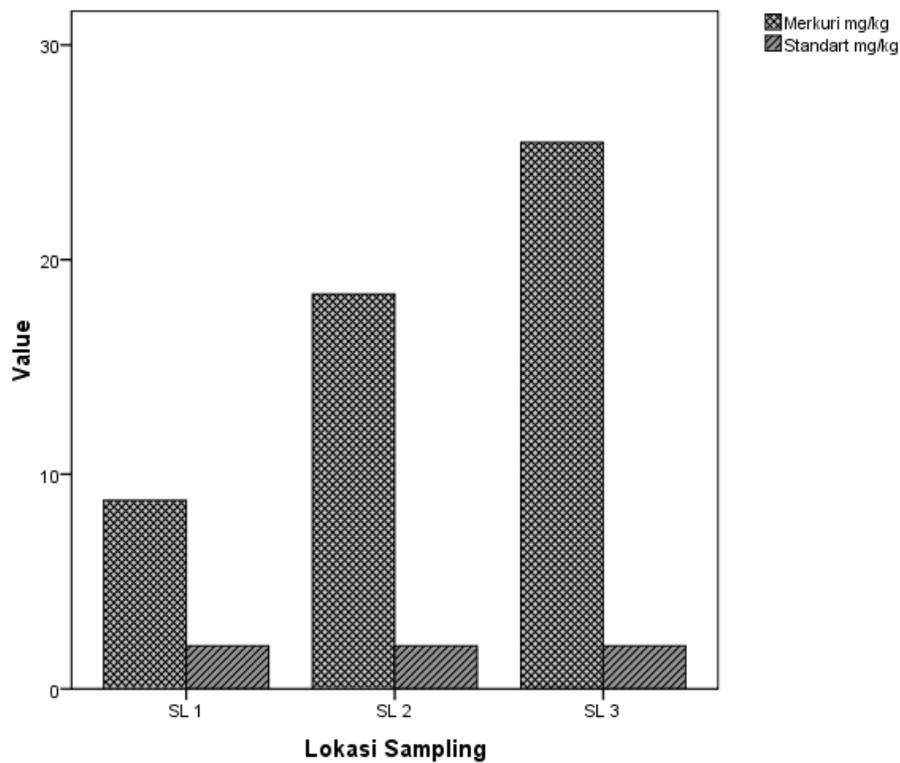
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen laut pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling I

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SL 1	8.7870	2
SL 2	18.3954	2
SL 3	25.4630	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen laut berkisar antara 8.7870 – 25.4630 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam sedimen laut cenderung telah berada di atas ambang batas baku mutu *european safety standard* dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi pada lokasi SL3 sebesar 25.4630 mg/kg dan terendah sebesar 8.7870 mg/kg. Walaupun konsentrasi terendah tetapi tetap berada di atas ambang yang disyaratkan yakni 2 mg/kg. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke I ditunjukkan pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke I

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen limbah tailing pada Sampling I ditunjukkan pada Tabel 5.12.

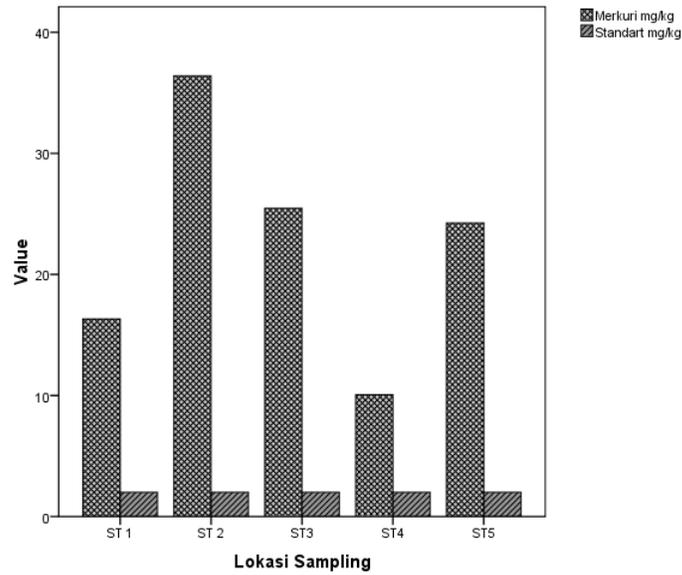
Tabel 5.12. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling I

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
ST 1	16.3231	2
ST 2	36.4008	2
ST3	25.4630	2
ST4	10.0643	2
ST5	24.2494	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen limbah tailing pada Sampling I berkisar antara 10.0643 – 36.4008 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada pada sedimen limbah tailing telah berada di atas ambang baku mutu sesuai dengan *European Safety Standard* , dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi yakni lokasi ST 2 sebesar 36.4008 dan terendah lokasi ST4. Walaupun terendah tetapi tetap berada di atas ambang yang disyaratkan.

Konsentrasi merkuri pada sedimen pada Penambangan emas Buladu membutuhkan perhatian yang serius. Hal ini dikarenakan konsentrasi ini sudah sangat tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi merkuri di Penambangan emas Cisungsang, Kabupaten Lebak Banten, dimana konsentrasi tertinggi sebesar 0.40700 ppm dan terendah 0.30400 ppm. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen tailing pada Sampling ke I ditunjukkan pada Gambar 5.18.



Gambar 5.18. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen tailing pada Sampling ke I

## Sampling II

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai Pasolo/Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam sedimen Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada Sampling II ditunjukkan pada Gambar 4.5. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen sungai pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 4.13

Tabel 5.13.. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Pasolo /Hulawa Pada Sampling II

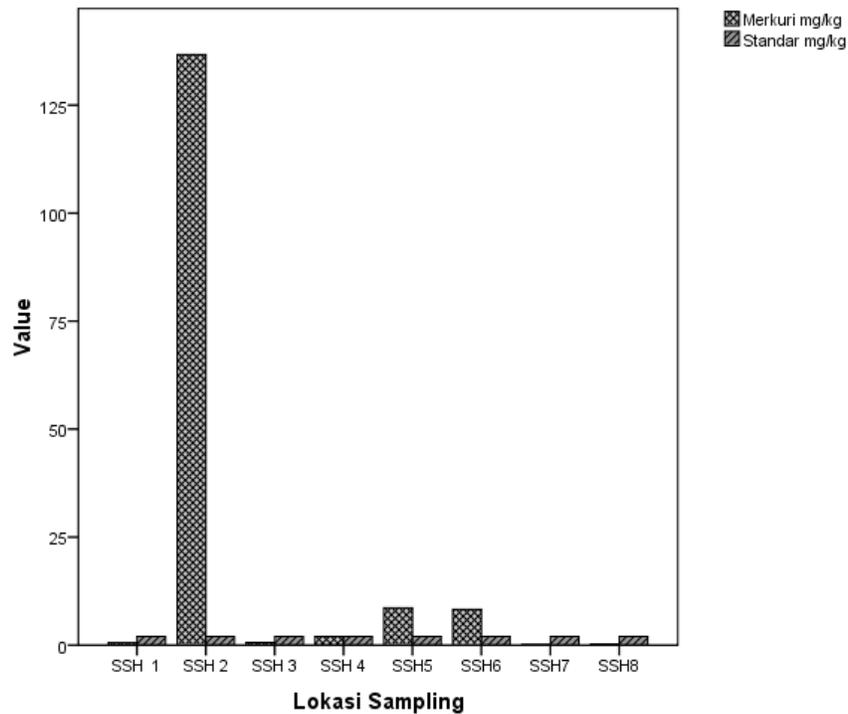
Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SSH 1	0.582	2
SSH 2	136.70	2
SSH 3	0.61707	2
SSH 4	2.00	2

SSH5	8.64	2
SSH6	8.26	2
SSH7	0.08995	2
SSH8	0.24414	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen pada sampling II berkisar antara 0.08995 – 136.70 mg/kg. Hasil ini masih berada di atas ambang batas baku mutu *european safety standard* yaitu tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi SSH5 sebesar 136.70 mg/kg dan terendah sebesar 0.08995 mg/kg. Pada lokasi SSH2 terdapat limbah tailing yang terlalu dekat sungai sehingga pencemaran sangat tinggi di lokasi tersebut.

Sedimen dasar didefinisikan sebagai sebagian beban yang bergerak sepanjang alas sungai dengan cara menggelinding, bergeser atau berloncatan. Banyaknya beban dipengaruhi oleh kondisi aliran, jika ada pasok (*supply*) cukup untuk memelihara pengangkutan pada kapasitas alur (Soemarto, 1999). Bentuk, ukuran dan beratnya partikel tanah tersebut akan menentukan besarnya angkutan sedimen. Kemampuan tanah untuk terkikis tidak hanya tergantung pada ukuran partikel-partikelnya tetapi sifat fisik bahan organik dan bahan anorganik yang terikat bersama-sama partikel tersebut. Apabila partikel tanah tersebut terkikis dari daerah penambangan emas rakyat, maka endapan yang dihasilkan akan membawa partikel-partikel tanah yang mengandung merkuri sebagai akibat hasil proses amalgamasi ke aliran sungai (Mahmud, 2012). Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke II ditunjukkan pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke II

Hasil penelitian yang dilakukan Ikhsan (2007) menunjukkan bahwa semakin kecil diameter butir sedimen, cenderung makin banyak *bed load* yang terangkut. Semakin besar debit yang dialirkan, semakin banyak *bed load* yang terangkut. Faktor lain yang berpengaruh terhadap konsentrasi merkuri pada sedimen dasar pada berbagai jarak adalah kecepatan aliran. Aliran sungai yang kecepataannya rendah akan mengakibatkan pembentukan lumpur dan sedimen di sungai. Pada debit rendah, konsentrasi merkuri di sedimen dasar sangat tinggi terutama dekat dengan lokasi pengolahan emas. Hal ini disebabkan karena debit maupun kecepatan air kecil sehingga sisa merkuri yang terbawa bersama aliran air ke sungai akan mengendap di dasar sungai (Mahmud, 2012).

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut

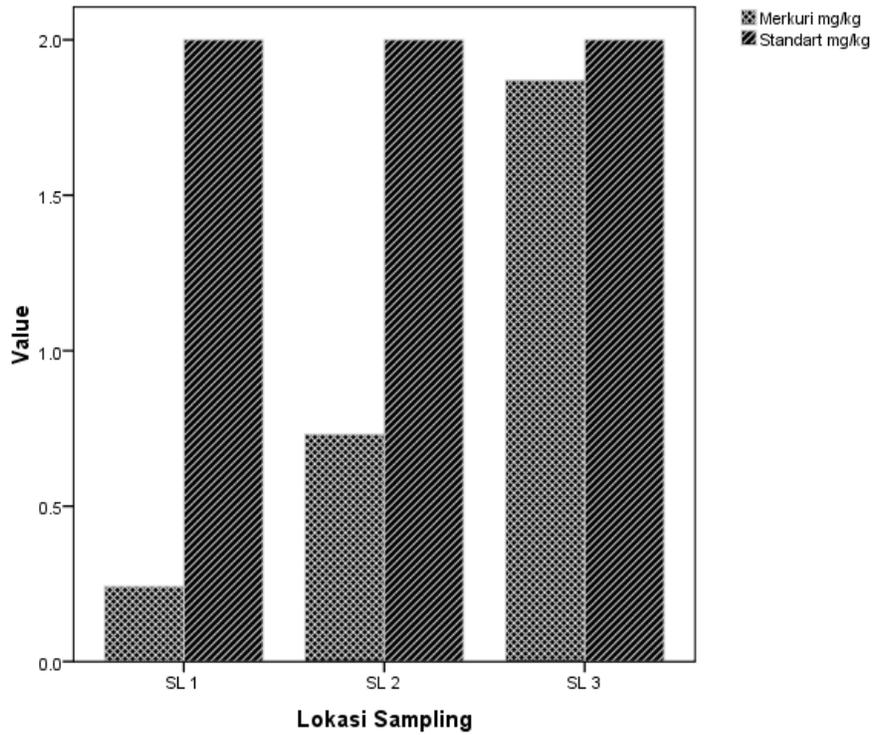
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen laut pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling II

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SL 1	0.24190	2
SL 2	0.731.12	2
SL 3	1.87	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut berkisar antara 0.24190–1.87 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam sedimen laut pada sampling ke II cenderung mendekati ambang batas baku mutu *European safety standard* dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi pada lokasi SL3 yakni sebesar 1.87 mg/kg dan terendah sebesar 0.2419 mg/kg. Konsentrasi ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Paundanan, dkk (2015) dimana konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada kisaran 0.017- 0.287 mg/l. Tingginya konsentrasi merkuri di laut merupakan akibat lokasi penambangan emas Buladu yang membuang limbah merkurnya ke bak pengolahan yang tidak tertutup yang selanjutnya masuk ke sungai dan akhirnya bermuara ke laut. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke II pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke II

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen limbah tailing pada Sampling II ditunjukkan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling II

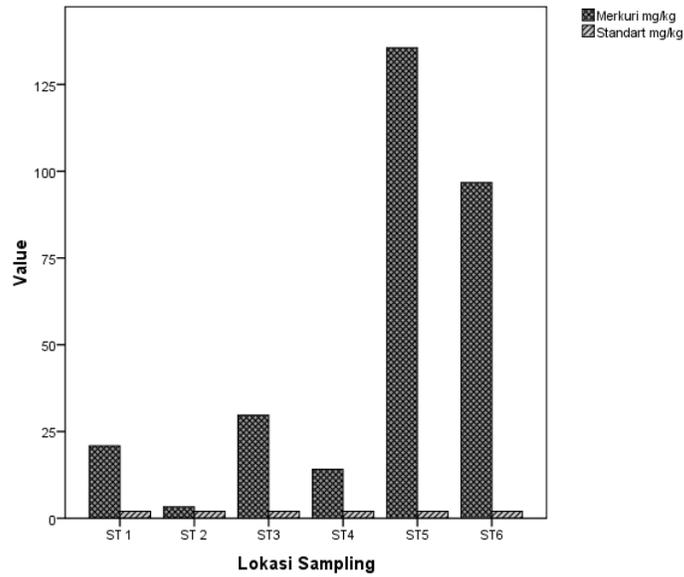
Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
ST 1	20.86	2
ST 2	3.31	2
ST3	29.74	2
ST4	14.12	2

ST5	135.55	2
ST6	96.71	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen limbah tailing pada Sampling II berkisar antara 3.31 – 135.55 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada sedimen limbah tailing telah berada di atas ambang baku mutu sesuai dengan *European Safety Standard*, dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi pada lokasi ST4 yakni sebesar 135.55 mg/kg. Kondisi tertinggi ini sangat ekstrim, karena lokasi ini merupakan lokasi yang aktifnya selalu aktif. Konsentrasi terendah sebesar yakni 3.31 mg/kg.

Ikatan merkuri di sedimen di aliran permukaan merefleksikan ciri-ciri dari kontaminan yang dilalui meliputi : (i) deposit dan masuknya merkuri merupakan mobilisasi hasil dari proses pembakaran dan penguapan dari amalgam (ii) masukan partikulat merkuri akan terurai yang berasal dari proses pencucian kontaminan mineral pada prosesing di tailing (iii) sisa-sisa merkuri dari pemecahan dari penyerapan di permukaan (Appleton *et al*, 2001). Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen tailing pada Sampling ke II ditunjukkan pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen tailing pada Sampling ke II

### Sampling III

#### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Sungai Pasolo/Hulawa

Sebaran spasial konsentrasi merkuri di dalam sedimen Sungai Pasolo/ Hulawa dan Laut Sulawesi pada Sampling III ditunjukkan pada Gambar 5.6. Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen sungai pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.16

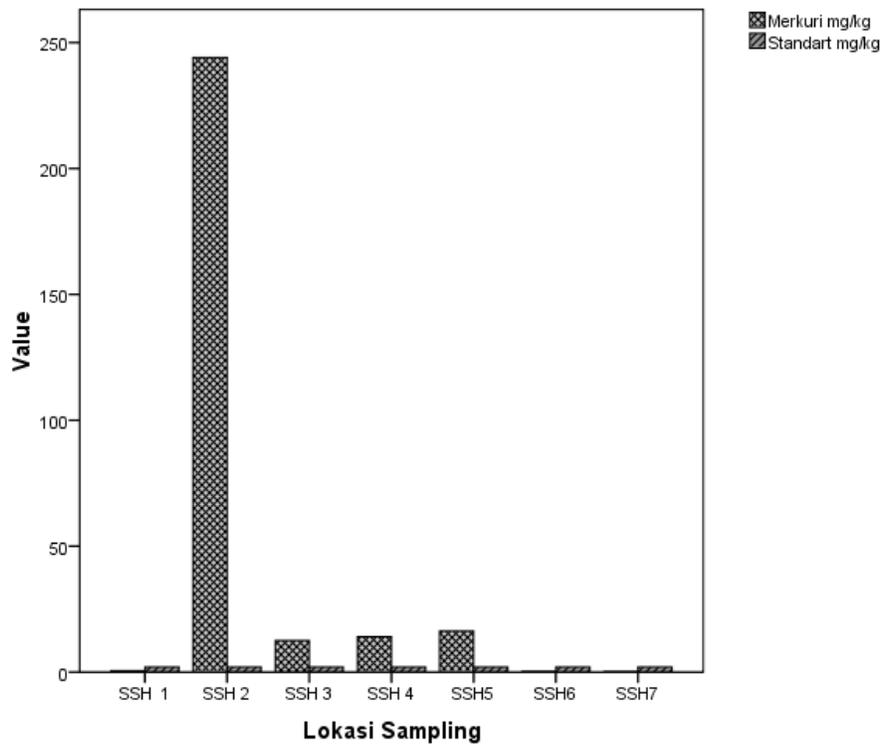
Tabel 5.16. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Sungai Pasolo /Hulawa Pada Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/kg)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SSH 1	0.55255	2
SSH 2	244.16	2
SSH 3	12.56	2
SSH 4	14.06	2
SSH5	16.35	2

SSH6	0.16789	2
SSH7	0.12340	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen pada sampling III berkisar antara 0.55255 – 244.16 mg/kg. Hasil ini masih berada di atas ambang batas baku mutu *European safety standard* yaitu tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi merkuri tertinggi sebesar 244.16 mg/kg dan terendah 0.12340 mg/kg. Konsentrasi ekstrim sebesar 244.16 mg/kg terjadi pada lokasi lokasi pembuangan limbah yang selalu aktif. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke III ditunjukkan pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen sungai pada Sampling ke III

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Laut

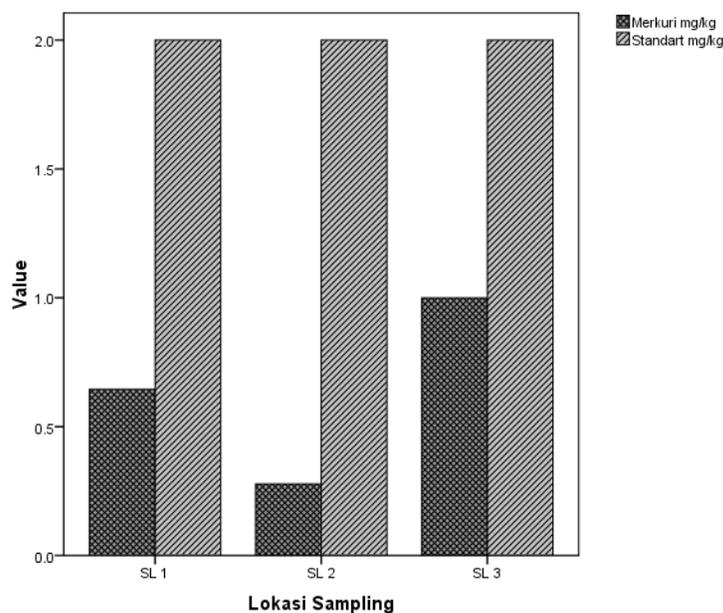
Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen laut pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Dalam Sedimen Laut Pada Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
SL 1	0.645	2
SL 2	0.27745	2
SL 3	1.00	2

Sumber : Data primer 2016

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam air laut berkisar antara 0.27745– 1.00 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri dalam sedimen laut pada sampling ke III cenderung mendekati ambang batas baku mutu *European safety standard* dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi pada lokasi SL3 sebesar 1 mg/kg dan terendah sebesar 0.27745 mg/kg. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke III ditunjukkan pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke III

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri dalam sedimen limbah tailing pada Sampling III ditunjukkan pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Sedimen Limbah Tailing Sampling III

Titik Sampel	Hasil Analisis (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/kg) <i>European Safety Standard</i>
ST 1	154.11	2
ST 2	139.15	2
ST3	178.26	2
ST4	104.36	2
ST5	236.22	2

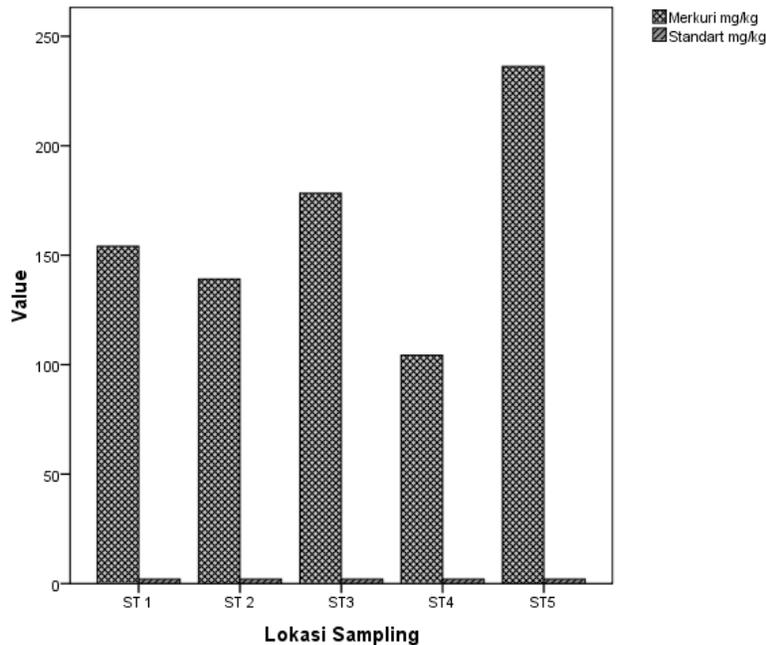
Sumber : Data primer 20166

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen limbah tailing pada Sampling III berkisar antara 104.36 – 236.22 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada pada sedimen limbah tailing telah berada di atas ambang baku mutu sesuai dengan *European Safety Standard* , dimana batas maksimum tidak melebihi 2 mg/kg. Konsentrasi tertinggi sebesar 236. 22 mg/kg dan konsentrasi terendah 104.36 mg/kg. Walaupun konsentrasi terendah tetapi tetap berada di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Ukuran partikel mempunyai peranan penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus prosentasinya bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus yang berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi. Logam berat yang berasal dari aktivitas manusia maupun alam terdistribusi pada partikel sedimen yang memiliki ukuran berbeda. Sieka *et al*, (2000) telah mempelajari hubungan antara ukuran partikel sedimen dengan konsentrasi logam berat. Distribusi logam berat pada berbagai ukuran partikel dipengaruhi oleh pembentukan sedimen baik secara alami maupun non alami (Erlangga, 2007). Disamping itu distribusi logam tersebut juga

dipengaruhi oleh keadaan fase penyusun sedimen terutama fase yang mampu mengadsorpsi atau bereaksi dengan logam-logam tersebut (Sahara, 2009).

Secara alami, ukuran butiran sedimen dipengaruhi oleh dua faktor yaitu antropogenik dan masuknya logam secara alami (Birch *et al*, 2001). Hasil penelitian pada umumnya kandungan logam berat tertinggi terakumulasi pada partikel sedimen yang lebih kecil, sedangkan kandungan logam berat terendah terakumulasi pada partikel yang berukuran besar (Siaka *et al*, 2000).

Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen laut pada Sampling ke III ditunjukkan pada Gambar 5.24.



Gambar 5.24. Grafik hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen tailing pada Sampling ke III

## 5.5. Hasil Konsentrasi Merkuri Pada Tumbuhan

### Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan di Sekitar Sungai Pasolo

Pengukuran konsentrasi merkuri pada tumbuhan diambil pada tumbuhan yang hidup di sekitar penambangan dekat sungai, dekat tailing dan yang diambil pada pekarangan penduduk. Pengambilan sampel dilakukan pada akar dan daun. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada tumbuhan disekitar Sungai Hulawa berkisar antara 0.03550 mg/kg pada tumbuhan daun paku (*Pteridophyta/filiciinae*) sampai 0.41617 mg/kg pada tanaman rumput jarum (*Andropogon aciculatus*). Hasil ini cenderung mendekati baku mutu yang ditetapkan. Demikian pula pada Sampling ke II berkisar antara 0.00142 mg/kg pada daun tanaman enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan 0.431 mg/kg pada tanaman talas (*colocasia esculenta(L) Schott*). Konsentrasi ini mendekati baku mutu yang ditetapkan oleh berdasarkan SK Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada daun tumbuhan yang hidup disekitar sungai ditunjukkan pada Tabel 5.19.

Table 5.19. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun di Sekitar Sungai Hulawa

No (Kode)	Nama Tumbuhan	Hasil mg/kg	Baku Mutu mg/kg
	<b>Sampling I</b>		
1 (TH1)	Tumbuhan Paku ( <i>Pteridophyta/filiciinae</i> ) 	0.03550	0.5
2(TH2)	Talas ( <i>colocasia esculenta(L) Schott</i> )	0.09744	0.5
3(TH3)	Tanaman Rumput jarum ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	0.20938	0.5
4(TH4)	Tanaman Rumput jarum ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	0.41617	0.5

5(TH5)	Bunga Pica Piring Ungu /Tapak Dara ( <i>Catharanthus roseus L.G.Don</i> )	0.05923	0.5
	<b>Sampling II</b>		
6(TH1)	Tumbuhan paku ( <i>Pterydophyta</i> )/ <i>filiciinae</i> )	0.02168	0.5
7(TH2)	Talas ( <i>Colocasia Esculenta</i> )	0.12209	0.5
8(TH3)	Suplir ( <i>Pterydophyta</i> )/ <i>filiciinae</i> )	0.06983	0.5
9(TH4)	Suplir Besar ( <i>Pterydophyta</i> )/ <i>filiciinae</i> )	0.01194	0.5
10(TH5)	Talas ( <i>colocasia esculenta(L) Schott</i> ) 	0.431	0.5
11(TH6)	Bunga Pica Piring Ungu/Tapak dara ( <i>Catharanthus roseus L.G.Don</i> )	0.02917	0.5
12(TH7a)	Talas ( <i>Colocasia Esculenta</i> )	0.06377	0.5
13(TH7b)	Enceng Gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	0.00142	0.5

Sumber : Data primer (2016)

### Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan di Sekitar Sungai Pasolo

Hasil analisis konsentrasi merkuri tertinggi pada Sampling I yakni pada akar tumbuhan yang hidup di sekitar sungai sebesar 14.890 mg/kg pada tanaman rumput jarum (*Andpagon aciculatus*). Hasil analisis terendah pada akar tanaman tapak dara ( *Catharanthus roseus L.G.Don*) sebesar 0.06701 mg/kg. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada Sampling ke II pada akar tanaman yang hidup di sekitar sungai menunjukkan tertinggi sebesar 3.88 mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia esculenta L*) dan hasil terendah <0.00014 mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia Esculenta*). Hasil analisis konsentrasi sebesar 3.88 –

14.890 mg/kg telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar tanaman di sekitar sungai ditunjukkan pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan Yang Hidup di Sekitar Sungai

No	Nama	Hasil mg/kg	Baku Mutu mg/kg
	<b>Sampling I</b>		
1 (TH1)	Suplir ( <i>Adiantum cuneatum</i> )	0.88752	0.5
2 (TH2)	Tanaman Bete Hijau/ talas ( <i>Colocasia esculenta</i> )	1.37442	0.5
3 (TH3)	Tanaman Rumput (Kusu-Kusu) ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	14.890	0.5
4 (TH4)	Tanaman Rumput jarum ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	5.11985	0.5
5 (TH5)	Bunga Pica Piring Ungu/ Tapak Dara ( <i>Catharanthus roseus L.G.Don</i> )	0.06701	0.5
	<b>Sampling II</b>		
6 (TH1)	Suplir ( <i>Adiantum cuneatum</i> )	1.34	0.5
7 (TH2)	Talas ( <i>Colocasia esculenta L</i> )	3.88	0.5
8 (TH3)	Suplir ( <i>Adiantum cuneatum</i> )	1.69	0.5
9 (TH4)	Suplir Besar ( <i>Pteridophyta/filiciinae</i> )	0.65601	0.5
10 (TH5)	Bête Hijau / Talas ( <i>colocasia esculenta(L) Schott</i> )	0.82258	0.5
11 (TH6)	Bunga Pica Piring /Tapak Dara ( <i>Catharanthus roseus L.G.Don</i> ).	0.26817	0.5
12 (TH7a)	Talas ( <i>Colocasia Esculenta</i> )	<0.00014	0.5
13 (TH7b)	Enceng Gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	0.03647	0.5

Sumber : Data primer (2016)

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri lebih tinggi pada akar dibandingkan pada daun tumbuhan. Konsentrasi merkuri sangat tinggi pada tumbuhan disebabkan karena hasil sisa pengolahan emas hanya di tampung pada suatu limbah pada suatu bak pengolahan yang jika sudah penuh akan melimpah di tanah sekitar dan akhirnya masuk ke sungai. Hal ini menyebabkan tanaman- tanaman di sekitar akan terkontaminasi dengan merkuri.

Kosegeran, (2015) melakukan penelitian pada tumbuhan yang hidup di Tambang Emas Talawaan dengan tumbuhan paku dan tanah yang diambil di 3 lokasi sebanyak 9 sampel tumbuhan paku dan 3 sampel pada tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan paku tidak mengandung merkuri, sedangkan tanah dari 3 lokasi mengandung merkuri 0.6 ppm. Berdasarkan hasil ini bahwa pencemaran merkuri pada tumbuhan di lokasi penambangan emas Buladu sudah sangat tinggi dan membahayakan masyarakat yang hidup di lokasi tersebut.

Tumbuhan mendapatkan nutrisi untuk kebutuhan pertumbuhan dari lingkungan sekitar dengan cara penyerapan oleh akar. Proses penyerapan (absorbs) nutrisi dan mineral ke dalam tumbuhan melalui mekanisme transport aktif yang terjadi antara sel, dimana nutrisi diserap dalam bentuk unsure atau senyawa. Priyanto *et al*, (2004), mengemukakan bahwa penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam ke bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Palapa, 2009).

### **Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan Di Sekitar Tailing**

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada tumbuhan yang hidup di sekitar tailing menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi pada daun sebesar 1.30822 mg/kg pada rumput jarum (*Andropogon aciculatus*) dan terendah sebesar 0.00014 mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia Esculenta*). Hasil ini telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh SK Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89. Berdasarkan ketetapan Dirjen POM No 03725/B/SK/VII/89 menetapkan konsentrasi pada tumbuhan tidak bisa melebihi 0.5 mg/l. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada daun yang hidup di sekitar tailing ditunjukkan pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan yang Hidup Dekat Tailing

No	Nama Tumbuhan	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu mg/kg
	Sampling I		
1(TT1)	Suplir (( <i>Adiantum cuneatum</i> )	0.51563	0.5
2(TT2)	Bete Hijau/ talas ( <i>Colocasia Esculenta</i> )	<0.00014	0.5
	Sampling II		
3(TT1)	Rumput Jarum ( <i>Andpagon aciculatus</i> )	1.30822	0.5
4(TT3)	Suplir Halus ( <i>Pteridium aquallinum</i> ) 	0.17754	0.5
5(TT4)	Rumput Jarum ( <i>Andpagon aciculatus</i> )	<0.00014	0.5

Sumber : Data primer (2016)

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan Di Sekitar Tailing

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar tumbuhan yang hidup di sekitar tailing menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi sebesar 12.59366 mg/kg pada tumbuhan keladi hijau (*Colocasia Esculenta*) dan terendah sebesar 0.01058 mg/kg pada tumbuhan rumput jarum (*Andpagon aciculatus*) . Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada tumbuhan telah melebihi batas yang ditetapkan oleh Dirjen POM No 03725/B/SK/VII/89. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar tumbuhan yang hidup disekitar tailing ditunjukkan pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan yang Hidup Dekat Tailing

No	Nama Tumbuhan	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu mg/kg
	Sampling I		
1(TT1)	Suplir (( <i>Adiantum cuneatum</i> )	2.37107	0.5
2(TT2)	Bete Hijau ( <i>Colocasia Esculenta</i> )	12.59366	0.5
	Sampling II		
3(TT1)	Rumput Jarum ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	7.35	0.5
4(TT3)	Suplir Halus ( <i>Pteridium aquillinum</i> )	1.73	0.5
5(TT4)	Rumput Jarum ( <i>Andropogon aciculatus</i> )	0.01058	0.5

Sumber data primer (2016)

#### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan di Sekitar Pemukiman

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada daun tumbuhan yang hidup di sekitar tailing menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi 1.44368 mg/kg dan terendah sebesar 0.00014 mg/kg. Hasil rata-rata konsentrasi merkuri 0.27107 mg/kg. Beberapa tanaman yang telah berada di atas baku mutu Dirjen POM No 03725/B/SK/VII/89 yakni Pandan (*Pandanus Amaryllifolius*), Lingkuas ( *Alpinia galanga*), kangkung (Ipomea Reptana Poir) dan Temulawak/ sereh ((*Cymbopogon citratus*).

Berdasarkan hasil ini maka tanaman budidaya yang dikonsumsi oleh masyarakat yang hidup di sekitar tambang telah terkontaminasi merkuri. Hal ini akan membahayakan manusia yang mengonsumsi tumbuhan ini sebagai bahan makanan.

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar tumbuhan yang hidup disekitar pemukiman penduduk ditunjukkan pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Daun Tumbuhan pada pekarangan Penduduk

No	Nama Tumbuhan	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu Mg/kg
<b>Sampling I</b>			
1 (TP1)	Pandan ( <i>Pandanus Amarylifolius</i> ) 	0.52674	0.5
2 (TP2)	Baramakusu/ sereh (( <i>Cymbopogon citratus</i> )	0.08691	0.5
3(TP3)	Lingkuas ( <i>Alpinia galanga</i> ) 	0.95055	0.5
<b>Sampling II</b>			
4(TP1)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	0.52858	0.5
5(TP2)	Kumis Kucing ( <i>Orthosiphon Aristatus</i> )	0.04159	0.5
6(TP3)	Maiyana ( <i>Coleus Atropurpureus benth</i> )	0.00753	0.5
7(TP4)	Pandan ( <i>Pandanus Amarylifolius</i> )	<0.00014	0.5
8(TP5)	Kencur ( <i>Kaemferia galaga L</i> )	0.08194	0.5
9(TP6)	Sereh (( <i>Cymbopogon citratus</i> )	0.03934	0.5
10(TP7)	Lingkuas ( <i>Alpinia galanga</i> )	0.064	0.5

11(TP8)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	0.26518	0.5
12(TP9)	Temulawak/ sereh (( <i>Cymbopogon citratus</i> )	1.44368	0.5
13(TP10)	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	0.13247	0.5
14(TP11)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	0.09708	0.5
15(TP13)	Mayyana ( <i>Coleus Atropurpureus benth</i> )	0.06938	0.5
16(TP15)	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	<0.0014	0.5

Sumber : Data Primer 2016

### Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan di Sekitar Pemukiman

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi pada akar tanaman pandan 1.94505 mg/kg (*Pandanus Amarylifolius*). Konsentrasi terendah pada tanaman obat mayyana(*Coleus Atropurpureus benth*) sebesar < 0.00014 mg/kg. Beberapa tanaman pekarangan masyarakat yang digunakan dan telah berada di atas baku mutu yakni Baramakusu /Sereh (*Cymbopogon citratus*), lingkuas (*Alpinia galanga*), kangkung (*Ipomea Reptana Poir*), Pandan (*Pandanus Amarylifolius*), dan temulawak (*Curcuma Zanthorrhiza*). Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri ini akan terkontaminasi pada manusia dan membahayakan kesehatan masyarakat.

Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar yang hidup di pekarangan penduduk ditunjukkan pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Akar Tumbuhan pada pekarangan penduduk

No	Nama Tumbuhan	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu Mg/kg
	<b>Samplng I</b>		
1 (TP1)	Pandan ( <i>Pandanus Amarylifolius</i> ) 	1.94505	0.5

2 (TP2)	Baramakusu (Sereh) (( <i>Cymbopogon citratus</i> )	1.21653	0.5
3(TP3)	Lingkuas ( <i>Alpinia galanga</i> ) 	1.09105	0.5
<b>Sampling II</b>			
4(TP1)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	1.18	0.5
5(TP2)	Kumis Kucing ( <i>Orthosiphon Aristatus</i> )	0.44447	0.5
6(TP3)	Maiyana ( <i>Coleus Atropurpureus benth</i> )	0.04787	0.5
7(TP4)	Pondan ( <i>Pandanus Amarylilfolius</i> )	0.73919	0.5
8(TP5)	Kencur ( <i>Kaemferia galaga L</i> )	0.08194	0.5
9(TP6)	Sereh ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	0.03934	0.5
10(TP7)	Lingkuas ( <i>Alpinia galangal</i> )	0.064	0.5
11(TP8)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	0.26518	0.5
12(TP9)	Temulawak ( <i>Curcuma Zanthorrhiza</i> )	1.44368	0.5
13(TP10)	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	0.01073	0.5
14(TP11)	Kangkung ( <i>Ipomea Reptana Poir</i> )	0.05493	0.5
15(TP13)	Mayyana ( <i>Coleus Atropurpureus benth</i> )	<0.00014	0.5
16(TP15)	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	0.00950	0.5

Data Primer (2016)

Kontaminasi logam dalam tanah pertanian bergantung pada :

- a. Jumlah logam yang ada pada batuan tempat tanah terbentuk
- b. Jumlah mineral yang ditambahkan pada tanah sebagai pupuk
- c. Jumlah deposit logam dari atmosfer yang jatuh ke dalam tanah, dan
- d. Jumlah yang terambil pada proses panen ataupun merembes ke dalam tanah yang lebih dalam.

## 5.6. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Ikan

Dinamika logam dalam air baik jenis air, maupun makhluk yang hidup di air tersebut telah banyak diteliti, terutama dalam memonitor pencemaran logam berat pada lingkungan perairan. Dalam memonitor pencemaran logam, analisis biota air sangat penting artinya daripada analisis air itu sendiri. Hal ini disebabkan kandungan logam dalam air dapat berubah-ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Kandungan dalam biota air biasanya akan selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif, sehingga biota air sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran logam dalam lingkungan perairan (Darmono, 1995).

Pada penelitian ini jenis ikan yang dijadikan sampel yakni sebagian ikan kakap merah dan ikan kerapu. Ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) umumnya menghuni daerah perairan karang ke daerah pasang surut di muara, bahkan beberapa species cenderung menembus sampai ke perairan tawar. Biasanya kakap merah tertangkap pada kedalaman dasar antara 40 – 50 meter dengan substrat sedikit karang dan salinitas 30 – 33ppt serta suhu antara 5 – 32°C . Jenis yang berukuran kecil seringkali dijumpai beragregasi di dekat permukaan perairan karang pada waktu siang hari. Pada malam hari umumnya menyebar guna mencari makanan baik berupa jenis ikan maupun crustacea.

Aktivitas penambangan yang terus menerus telah memberi kontribusi terhadap pencemaran konsentrasi merkuri pada air dan sedimen di sungai dan pada akhirnya masuk ke laut sebagai penerima limbah. Hal ini menyebabkan hewan aquatik di perairan Laut Sulawesi akan tercemar. Pada Tabel 5.25 menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi pada ikan ikan batu putih atau dikenal dengan *snapper (chysaphrys aurata)* sebesar 2.2977 mg/kg. Konsentrasi merkuri pada ikan di Laut Sulawesi berkisar antara 0.3154 sampai 2.2977 mg/kg. Konsentrasi rata-rata sebesar 1.1882 mg/kg. Hasil analisis ini sudah berada di atas nilai ambang batas kadar merkuri dalam hewan aquatik secara nasional sebesar 0,5

mg/kg berdasarkan Sk Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada ikan ditunjukkan pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Ikan

No	Nama Ikan	Berat (Gram)	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu mg/kg
1	Ikan <i>batu Snappers (Chrysaphrys Aurata)</i> 	270	1.5023	0.5
2	Ikan batu agak oranye <i>Snappers (Lutjanus gibbus)</i>	700	1.3155	0.5
3	Ikan batu putih emas ( <i>Jenis Lethrinus Lentjan SP</i> )	678	1.3002	0.5
4	Ikan batu putih emas ( <i>Jenis Lethrinus Lentjan SP</i> )	480	1.2313	0.5
5	Ikan Kerapu (Goropa tikus) ( <i>Epinephelus Bleekeri</i> ) 	140	0.3154	0.5
6	Ikan batu agak oranye <i>Snappers (Lutjanus gibbus)</i>	180	0.5297	0.5
7	Ikan batu merah keemasan ( <i>Lutjanus russelli</i> )	310	2.0071	0.5
8	Ikan batu merah keemasan ( <i>Lutjanus russelli</i> )	260	1.5424	0.5
9	 Ikan batu putih keemasan ( <i>Jenis Lethrinus Lentjan SP</i> )	320	-	-
10	Ikan batu merah keemasan banyak garis kuning ( <i>Lutjanus russelli</i> )	240	1.1201	0.5

11	Ikan batu merah keemasan banyak garis kuning ada titik hitam ( <i>Latjanus Fulviflamma</i> )	140	0.9080	0.5
12	Ikan batu merah keemasan banyak garis kuning ada titik hitam ( <i>Latjanus Fulviflamma</i> )	280	1.4139	0.5
13	Kakap Merah <i>Lutjanus Malabaricus</i> -Malabar Blood Snapper, Scarlet Mouth nannygai	280	1.2488	0.5
14	Kakap Merah <i>Lutjanus Malabaricus</i> -Malabar Blood Snapper, Scarlet Mouth nannygai	120	0.6534	-

15	Ikan batu merah kuning ekor hitam ( <i>Lutjanus rus</i> ) 	240	1.1619	0.5
16	Ikan batu putih mengkilap Ikan batu Snapper ( <i>Chrysaphrys Aurata</i> ) 	380	2.2977	0.5
17	Ikan batu putih keemasan ( <i>Lutjanus Malabaricus</i> ) 	570	1.2760	0.5
18	Ikan batu putih keemasan keemasan ( <i>Lutjanus Malabaricus</i> ) 	360	1.1664	0.5
19	Ikan batu merah kekuningan ( <i>Lutjanus russelli</i> )	220	1.5859	0.5

Sumber : Data Primer 2016

Menurut Palar (1994), polutan logam berat dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Dalam penelitian ini sebagian sampel ikan merupakan jenis ikan kakap dan kerapu. Ikan kakap adalah ikan laut dasaran yang hidup secara berkelompok di dasar dasar karang. Mempunyai ciri tubuh yang bulat pipih dengan sisip memanjang sepanjang punggung. Jenis ikan kakap yang banyak ditemui di Indonesia adalah jenis kakap merah, beberapa jenis yang lain adalah kakap kuning, kakap hitam dll. Ikan karang merupakan salah satau komoditi unggulan disektor perikanan tangkap. Habitat ikan kakap banyak dijumpai hidup di pantai/laut (kedalaman 1- 10m). Ikan kakap secara umum adalah ikan yang hidup di dasar periaran laut terutama di terumbu karang. Selaku ikan dasar perairan, ikan kakap merah sebagian besar waktunya akan berada di dasar perairan. Pakan utamanya yakni udang, ikan-ikan kecil, cumi-cumi dan kerang di dasar lautan.

Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase sklus hidup), daya tahan (detoksifikasi) dan kemampuan individu menghindarkan diri dari polusi (Darmono, 2001). Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa njalan yaitu pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorsi melalui pernapasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang maupun hewan darat melalui debu di udara ke saluran pernapasan (Darmono, 2001).

Semua spesies kehidupan dalam air sangat terpengaruh oleh hadirnya logam ayng terlarut dalam air, terutama pada konsentrasi yang melbihi normal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya toksisitas logam dalam air terhadap makhluk yang hidup di dalamnya yaitu sebagai berikut :

- a. Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut
- b. Pengaruh interaksi antara logam dan jenis toksikan lainnya
- c. Pengaruh lingkungan seperti suhu, kadar garam, pH dan kadar oksigen yang terlarut dalam air

- d. Kondisi hewan, fase siklus hidup (telur, larva, dewasa), besarnya ukuran organisme, jenis kelamin dan kecukupan kebutuhan nutrisi.
- e. Kemampuan hewan untuk menghindar dari pengaruh polusi
- f. Kemampuan organisme untuk beraklimatisasi terhadap bahan toksik logam.

Menurut Suproyono (2007) dalam (Simage, 2011) menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam tubuh ikan dan tumbuhan yang terdapat di perairan dapat mencapai 100.000 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kadar logam berat di dalam perairan sendiri. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Simage (2011) menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri pada kakap merah pada hati berkisar 0.13 – 0.38 ppm dan pada daging berkisar 0.06 – 0.19 ppm. Konsentrasi merkuri pada ikan Belanak berkisar antara 0.16 -0.36 ppm pada hati dan 0.05 – 0.25 ppm pada daging. Konsentrasi merkuri pada ikan biji angka 0.16 – 0.36 pada hati dan 0.02 pada daging ikan. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada ikan yang hidup di Laut Sulawesi lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan yang terdapat di Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara.

#### **5.7. Hasil Analisis Konsentrasi Merkuri Pada Manusia**

Kadar merkuri dalam rambut kepala dapat dipakai sebagai indikator absorpsi akibat pemaparan yang telah berlangsung satu sampai beberapa bulan terakhir. Konsentrasi merkuri di rambut kepala bagi masyarakat yang hidup di lokasi penambangan emas Buladu menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi sebesar 952.85 mg/kg dan terendah sebesar 0.03 mg/kg dengan rata-rata konsentrasi merkuri sebesar 55.09 mg/kg. Hasil ini sudah sangat tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahmud (2012) dimana konsentrasi merkuri di Penambangan Emas Tulabolo yang rata-rata sebesar 4.04 mg/kg.

Penelitian yang dilakukan oleh Sumantri, dkk (2014) pada pekerja tambang di Desa Cisarua menunjukkan bahwa dengan CI 95% rata-rata akumulasi logam merkuri dalam sampel rambut pekerja PETI di Desa Cisarua Tahun 2013 adalah 2.03 ppm sampai dengan 9.04 ppm atau terdapat 24 orang atau 60% orang mengalami keracunan lebih dari 2 ppm. Disimpulkan bahwa factor masa kerja memiliki korelasi yang kuat dengan akumulasi di rambut kepala pada pekerja PETI. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kontaminasi merkuri pada rambut kepala manusia di Penambangan Emas Buladu. Hal ini membutuhkan perhatian yang serius.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri di rambut kepala bagi masyarakat di Penambangan Emas Buladu, dari 20 sampel, 20% melebihi batas ambang yang ditetapkan, 20% cenderung mendekati batas ambang dan 60% berada di bawah ambang batas yang direkomendasikan oleh NCR sebesar 12 ppm. Berdasarkan hasil ini maka masyarakat yang bermukim di lokasi penambangan emas Buladu telah terkontaminasi merkuri. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada manusia ditunjukkan pada Tabel 5.26.

Tabel 5.26. Hasil Konsentrasi Merkuri Pada Manusia

No	Nama Sampel	Umur (Tahun)	Hasil Analisis mg/kg	Baku Mutu mg/kg
1 (R1)	Erwin Wasami	21	7.17	12
2 (R2)	Muhlis Amalu)	28	3.00	12
3 (R3)	Made	14	1.98	12
4 (R4)	Ishak Lahabu)	15	15.80	12
5 (R5)	Sirun Jafar	47	7.21	12
6 (R6)	Mey W	31	4.76	12
7 (R7)	Idris Kalale	22	2.50	12
8 (R8)	Darman Kalale	41	3.39	12
9 (R9)	Zilha Tutu	23	27.79	12
10 (R10)	Vera waty	21	3.32	12
11 (R11)	Rusdi Adam	43	7.42	12
12 (R12)	Ajo H	52	0.03	12
13 (R13)	Ikon Mahojani	20	5.07	12

14 (R14)	Isnawati	45	12.22	12
15 (R15)	Ismanto	36	5.42	12
16 (R16)	Zahara	47	3.27	12
17(R17)	Udin	30	7.17	12
18(R18)	Rano Ahmad	34	5.21	12
19(R19)	Firi	16	3.87	12
20(R20)	Sarce Kasengke	41	952.85	12

Data Primer : 2016

## 5.8. Pengaruh Konsentrasi Merkuri di Rambut Kepala Dengan Kesehatan Masyarakat

Berdasarkan penelitian maka masyarakat di penambangan emas Buladu sudah terkontaminasi merkuri. Hal ini berpotensi terhadap gangguan masyarakat di sekitar. Hasil wawancara kondisi masyarakat di penambangan emas Buladu ditunjukkan pada Tabel 5.27.

### 5.27. Hasil wawancara indikator kesehatan masyarakat

No.	Indikator	Jumlah	%	Ket
1	Jarak lokasi tempat tinggal dgn tambang terdekat			
	- 9-12 (10 m)	20	100	
2	Lama tinggal			
	- < 1 thn			
	- 1 – 5 thn	2	10	
	- 6 – 10 thn	5	25	
	- 10 – 20 thn	5	25	
	- Di atas 20 thn	8	40	
3	Jarak tinggal dengan sungai			
	- 10 m	20	100	
4	Tingkat Pendidikan			
	SD tamat	15	75	
	SMP tamat	1	5	
	SMA tamat	4	20	
5	Pekerjaan			
	- Menambang	14	70	
	- Berkebun			
	- Berdagang	3	15	
	- IRT	3	15	
6	Pendapatan			
	- < Rp. 100.000	1	5	
	Rp.100.000-500.000	4	20	
	Rp.500.000- Rp.1.000.000	8	40	

	- > Rp.1.000.000	7	35	
7	Jenis penyakit yang diderita			
	- Gangguan hati	2	10	
	- Sakit kepala	13	65	
	- Berak darah	-		
	- Gangguan penglihatan	-		
	- Pusing-pusing	4	20	
	- Mual	-	-	
	- Tremor	3	15	
	- Asma	3	15	
	- Cepat lelah	10	50	
	- Gangguan ginjal	1	5	
	- Sakit perut	8	40	
	- Nyeri tumit/ kram	-		
	- Sakit pinggang dan rasa kaku sendi	1	5	
8	Sarana Penyembuhan Penyakit			
	- Dr Praktek	2	10	
	- Puskesmas/ RSU	13	65	
	- Tidak berobat	1	5	
	- Beli obat di toko	4	20	
9	Lama penyakit			
	1 – 2 tahun terakhir	10	50	
	3 – 4 tahun terakhir	3	15	
	5 – 6 tahun terakhir	6	30	
	➤ 6 Thn	-		
	Kurang dari 1 tahun	1	5	
10	Tempat pembuangan tinja			
	- Wc	1	5	
	- Sungai	19	95	
11	Tempat pembuangan sampah			
	- Di Tanah	14	70	
	- Sungai	6	30	
12	Sumber air minum			
	- Sumur dekat sungai			
	- Air Pancuran 25 m			
13	Jarak sumur dengan sungai			
	- 1m			
	- 2 m			
	- 3 m			
	- >5 m			
	- Air sumur jauh dari sungai	8	40	
	- PDAM	12	60	
14	Konsumsi Air Minum			
	- 2.25 liter			

	- >2.5 liter	20	100	
15	Penggunaan air sungai			
	- Mandi	20	100	
	- Mencuci	20	100	
	- BAB			
16	Penggunaan air sungai untuk mandi	20	100	
	- 2 x sehari	20	100	

Hasil wawancara menunjukkan bahwa 70 % yang tinggal di lokasi penambangan hidup sebagai penambang. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa 75 % dari sampel memiliki tingkat pendidikan SD tamat, 5 % SMP tamat dan 20 % SMA tamat. Tingkat pendidikan yang rendah telah menyebabkan masyarakat di Penambangan emas Buladu tidak mengelola sisa limbah dengan baik. Tingkat pendidikan yang rendah juga memicu masyarakat bergantung hidupnya pada penambangan tradisional. Tingkat pendidikan yang rendah menyebabkan mereka tidak menyadari akan bahaya keracunan merkuri bagi tubuh mereka.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa penduduk yang bermukim di lokasi penambangan emas Buladu memiliki pendapatan rendah yakni 5% berkisar < Rp.100.000, 20% berkisar Rp.100.000 – Rp.500.000, 40% berkisar Rp.500.000 – Rp. 1.000.000 dan 35% diatas Rp.1.000.000. Para penduduk yang tinggal di lokasi penambangan ini lebih besar hidupnya bergantung pada kegiatan tambang tradisional. Hanya 15% yang hidupnya dari berdagang.

Rendahnya pendapatan menyebabkan menyebabkan 100% masyarakat menggunakan air sungai untuk mandi, mencuci dan buang air besar. Hal ini akan menyebabkan Sungai Pasolo tidak layak digunakan sebagai sumber air bersih masyarakat. Masyarakat menggunakan sungai sebagai tempat buang air besar dan mandi menunjukkan bahwa sanitasi lingkungan tidak berjalan dengan baik. Hal ini dipicu oleh rendahnya tingkat pendidikan.

Tabel 5.28. Indikator kesehatan masyarakat dengan jumlah konsentrasi merkuri di rambut kepala

Responden	Umur	Lama Tinggal	Jarak Tempat Tinggal dengan tambang	Merkuri (ppm)
1 (R1)	21	21	10	7.17
2 (R2)	28	28	20	3.00
3 (R3)	14	8	15	1.98

4 (R4)	15	15	10	15.80
5 (R5)	47	20	20	7.21
6 (R6)	31	20	15	4.76
7 (R7)	22	10	10	2.50
8 (R8)	41	12	10	3.39
9 (R9)	23	1	15	27.79
10 (R10)	21	21	5	3.32
11 (R11)	43	>20	300	7.42
12 (R12)	52	>20	15	0.03
13 (R13)	20	10	20	5.07
14 (R14)	45	10	15	12.22
15 (R15)	36	10	100	5.42
16 (R16)	47	5	10	3.27
17(R17)	30	30	20	7.17
18(R18)	34	15	10	5.21
19(R19)	16	3	5	3.87
20(R20)	41	12	20	952.85

Sumber : Data Primer (2016)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri tertinggi pada rambut kepala yakni responden (R20) telah terkontaminasi merkuri. Responden ini memiliki umur 41 tahun, lama tinggal 12 tahun dan jarak lokasi tempat tinggal dengan sungai 20 m. Lokasi tempat tinggal dengan pengolahan hanya berkisar 20 m. Hasil konsentrasi merkuri sebesar 952.85 mg/kg. Hasil terendah sebesar 0.03 mg/kg pada usia 52 tahun dengan lama tinggal di atas 20 tahun. Berdasarkan hal ini maka lama tinggal, umur dan jarak lokasi tempat tinggal tidak memberi pengaruh.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Junita (2014) menunjukkan bahwa rata-rata perkerja berumur 34.05 tahun, masa kerja 8.7 tahun, jam kerja 8.30 jam. Konsumsi rata-rata ikan pekerja adalah 466 gram. Gangguan kesehatan pada pekerja diantaranya tremor, sering kesemutan, otot wajah kaku, letih, pegal, nyeri, gatal-gatal, sakit pada pinggang, sakit kepala, pusing dll. Tidak terdapat perbedaan bermakna antara umur dan keracunan merkuri. Tidak terdapat perbedaan bermakna antara status gizi dengan keracunan merkuri. Risiko lebih besar terjadi pada pekerja tambang yang memiliki masa kerja lebih lama. Gejala-gejala yang sama sudah terjadi pada masyarakat yang hidup dipenambangan emas Buladu.

Toksitas merkuri pada manusia dibedakan menurut bentuk senyawa Hg yang inorganic dan organic. Keracunan inorganic Hg seperti gejala tremor pada orang dewasa. Gejala ini dikenal pada abad ke 18 yang disebut “topi bergoyang”. Gejala berlanjut dengan

tremor pada otot muka, yang kemudian merambat pada jari-jari tangan. Bila keracunan berlanjut tremor pada lidah, berbicara terbata0bata, berjalan terlihat kaku dan hilang keseimbangan. Perubahan hilangnya daya ingat dapat juga terjadi pada toksisitas Hfg tersebut.

Banyak faktor yang memberi pengaruh kepada manusia diantaranya tingkat pendidikan, pendapatan, sanitasi lingkungan dan konsumsi makanan. Pola pembuangan limbah yang dibuang langsung ke sungai akan memberi dampak terhadap air sungai. Laut sebagai penerima limbah akan mendapatkan dampak akan hal ini. Hasil penelitian bahwa konsentrasi merkuri pada air laut cenderung mendekati ambang batas baku mutu air laut dan konsentrasi merkuri pada sedimen telah berada di atas baku mutu, maka paparan pada manusia dapat terjadi karena konsumsi makanan khususnya ikan di perairan Sumalata.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata masyarakat penambang tinggal hanya pada jarak 10 – 15 m dari sungai. Hasil survey menunjukkan bahwa masyarakat ini hidup dan mengolah hasil emas mereka di tempat mereka tinggal. Banyak yang dilakukan disamping rumah atau hanya dibelakang rumah. Kegiatan pengolahan emas ini menggunakan merkuri dan diolah sepanjang Sungai Pasolo. Hal ini menyebabkan masyarakat dapat terkontaminasi merkuri dengan mudah baik dari air maupun udara yang mereka hirup.

Hasil merkuri pada ikan juga telah berada di atas baku mutu yang disarankan dimana konsentrasi merkuri tertinggi pada ikan *batu Snapper* 2.2977 mg/kg dan terendah sebesar 0.3154 mg/kg pada Ikan Kerapu (Goropa tikus) (*Epinephelus Bleekeri*) dengan berat 140 gram. Hasil rata-rata menunjukkan bahwa ikan di perairan Sumalata telah terkontaminasi merkuri sebesar 1.254 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka besar kemungkinan jalur masuk merkuri pada manusia dapat masuk melalui ikan yang mereka makan setiap hari.

Pengaruh toksisitas merkuri pada manusia tergantung pada bentuk komposisi merkuri, rute masuknya ke dalam tubuh dan lamanya ekspose. Bentuk organik seperti metal-merkuri, sekitar 99% diabsorpsi oleh disnding usus, hal ini jauh lebih besar daripada bentuk inorganik ( $HgCl_2$ ) yang hanya sekitar 10%. Akan tetapi bentuk merkuri organik ini kurang bersifat korosif daripada inorganik. Bentuk organik tersebut juga dapat menembus barrier darah dan placenta sehingga dapat menimbulkan pengaruh teratogenik dan gangguan saraf.

Diagnosis toksisitas hg tidak dapat dilakukan dengan tes biokimia. Indikator toksisitas Hg hanya dapat didiagnosis dengan analisis kadar hg dalam darah atau urin dan rambut. Uap Hg yang murni merupakan permasalahan toksikologi yang unik, karena elemen Hg ini mempunyai dua sifat toksisitas yang sangat berbahaya pada manusia (Darmono, 2008)

Masalah pertama elemen hg dapat menembus membrane sel karena ia mempunyai sifat mudah sekali larut dan lipida, sehingga mudah sekali menembus barrier darah otak yang akhirnya terakumulasi di dalam otak. Masalah kedua elemen Hg sangat mudah sekali teroksidasi untuk membentuk merkuri oksida (HgO) atau ion merkuri (Hg<sup>2+</sup>). Toksisitas kronik dari kedua bentuk merkuri akan berpengaruh pada jenis organ yang berbeda yaitu saraf pusat dan ginjal (Darmono, 2008).

Toksisitas uap merkuri melalui saluran pernapasan (inhalasi) biasanya menyerang system saraf pusat, sedangkan toksisitas kronik yang ditimbulkan dapat menyerang ginjal. Elemen merkuri dan komponen alkil merkuri yang masuk ke dalam otak akan menyebabkan terjadinya perubahan struktur protein dan system enzim, sehingga sinoptik dan transmisi neuromuskuler diblok.

Toksisitas organic menimbulkan toksisitas yang sangat berbahaya. Kasus toksisitas metal merkuri pada orang baik anak maupun dewasa. Sistem syaraf pusat adalah target organ dan toksisitas metal merkuri tersebut, sehingga gejala yang terlihat erat hubungannya dengan kerusakan saraf pusat. Menurut Darmono (2008) gejala yang timbul dari toksisitas metal merkuri adalah :

- a. Gangguan saraf sensoris : paraesthesia, kepekaan menurun dan sulit menggerakkan jari tangan dan kaki, penglihatan menyempit, daya pendengaran menurun, serta rasa nyeri pada lengan dan paha.
- b. Gangguan saraf motorik : lemah, sulit berdiri, mudah jatuh, ataksia, tremor, gerakan lambat dan sulit berbicara.
- c. Gangguan lain : gangguan mental, sakit kepala dan hipersalivasi.

Berdasarkan hal ini perlu segera melakukan pengelolaan lokasi penambangan tradisional Buladu karena jika tidak maka sudah akan mengancam jiwa masyarakat yang hidup di sepanjang Pantai Sumalata. Dimana ikan yang hidup telah tercemar dengan merkuri dan sudah berada di atas baku mutu yang ditetapkan yakni 0.5 mg/kg. Penelitian ini sangat

penting karena Gorontalo Utara sudah merupakan wilayah darurat merkuri yang harus segera dilakukan penanganannya.

#### **5.8. Desain Model Konseptual Pengembangan Penanggulangan Pencemaran Merkuri di Penambangan Emas Tradisional Buladu**

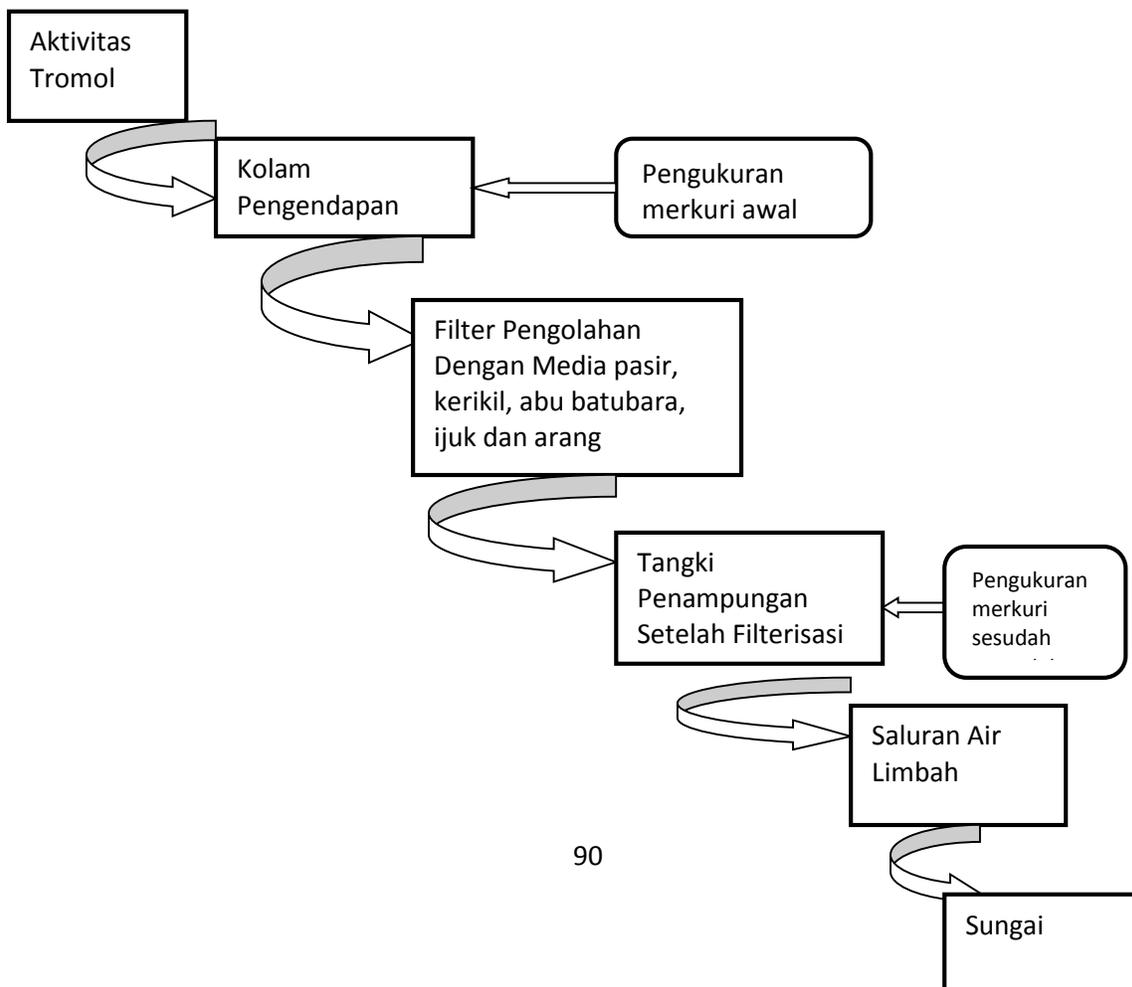
Penelitian yang dilakukan oleh Supardi dkk, (2003) menunjukkan bahwa arang tempurung dan zeolit alam efektif menyerap Hg dalam air limbah pertambangan emas sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan seberat 30 g/l. Semakin berat arang tempurung kelapa yang digunakan semakin efektif dalam menurunkan konsentrasi Hg dan ditentukan larutan pH 9. Efisiensi penurunan merkuri dalam limbah cair setelah penyerapan dengan arang atau zeolit alam sangat bagus karena dapat mencapai lebih besar dari 99.80 % yang memperjelas hubungan antara arang tempurung kelapa dan zeolit alam dengan laju penurunan Hg sesuai dengan baku mutu lingkungan hidup.

Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Astari, *et al* (2013) adalah membandingkan penggunaan pasir dan arang aktif untuk memperbaiki kualitas air sungai di penambangan rakyat intan dan emas di Kecamatan Cempaka Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pengurangan pencemaran air menggunakan pasir paling efektif dalam proses perbaikan kualitas kimia air dibandingkan menggunakan material arang aktif.

Penelitian yang dilakukan oleh Ma'rifat (2014) menunjukkan bahwa adsorpsi logam merkuri (II) oleh zeolit dari abu dasar batubara terjadi pada pH 6, variasi pH ini digunakan untuk mengetahui interaksi zeolit dengan logam merkuri dalam suasana asam dan basa.

Disain model yang akan dilakukan pada Tahun ke II, material akan dicobakan langsung di lapangan menggunakan campuran arang aktif, ijuk, pasir, kerikil dan abu batubara dalam berbagai komposisi. Komposisi tertinggi yang dapat menurunkan konsentrasi merkuri' akan dipilih menjadi model terbaik yang dapat dilakukan dan dimanfaatkan oleh masyarakat penambangan, yang hidup di tambang tradisional Buladu.

Dalam penelitian ini ditunjukkan diagram alir konseptual rencana teknik pengolahan air limbah pada penambangan emas tradisional Buladu seperti pada Gambar 5.24.



Gambar 5.24. Flor Chart Rencana Pengelolaan Pengurangan Merkuri Dengan Sistem Filtrasi

### 5.9 . Luaran yang dicapai

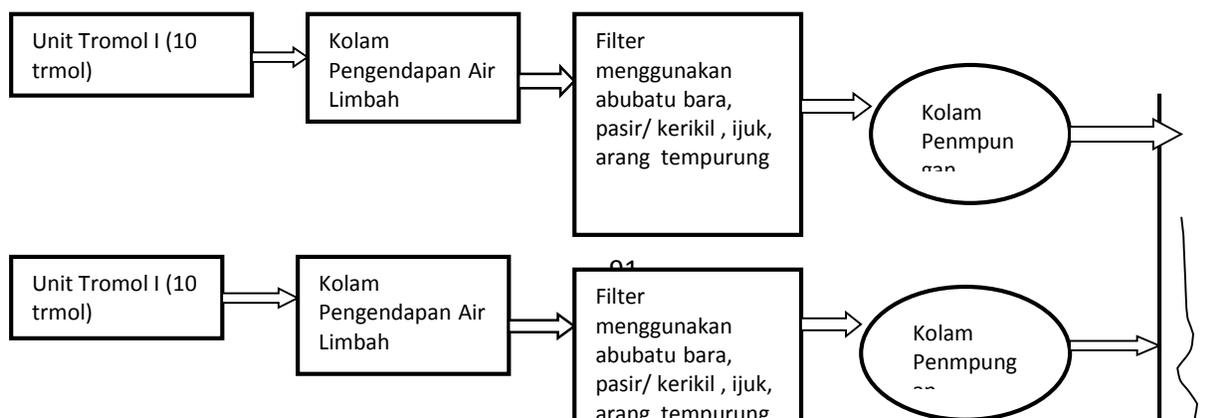
Hasil luaran yang dicapai baik jurnal maupun seminar nasional beserta bukti ditunjukkan pada Lampiran.

## BAB VI

### RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahap selanjutnya atau penelitian Tahun ke II adalah merencanakan konstruksi pengolahan air dengan menggunakan filter abu batubara, pasir, kerikil, ijuk dan arang batok berdasarkan model disain penelitian pada Gambar 6.1. Lokasi pembuatan uji coba model dilakukan langsung di lapangan pada Penambangan Emas Buladu. Pada lokasi ini dipilih lokasi penambangan masyarakat yang sesuai sebagai lokasi percontohan uji model.

Rencana disain pengolahan ditunjukkan pada Gambar 6.1.



### Gambar 6.1. Disain Pengolahan Limbah Merkuri Menggunakan Filter

Konstruksi dibuat dengan pasangan batu bata yang diplester ukuran 1 x 1 x 1m. Dalam uji coba ini menggunakan 3 unit tromol dengan masing- masing terdiri atas 10 tromol. Pada 3 unit pengolahan dibuatkan 3 model pengolahan dengan menggunakan material kerikil, pasir, ijuk, arang batok dan abu batubara dengan berbagai komposisi. Dalam uji coba 1 unit pengolahan yang terdiri atas 10 buah tromol dibuatkan 3 bak pengolahan. Kolam I sebagai bak pengendapan awal sebagai penampung limbah cair sisa pengolahan tromol. Kolam ke II sebagai bak penyaring dengan menggunakan berbagai komposisi material. Bak ke III sebagai penampung setelah air melalui bak penyaring. Penghubung antara bak I, II dan III menggunakan pipa ukuran diameter 10 cm. Pengukuran konsentrasi merkuri dilakukan sebelum penyaringan pada bak ke I dan setelah penyaringan pada bak ke II. Setiap unit pengolahan dilakukan 40 kali penyaringan dengan ketentuan 20 kali pada saat tromol tidak aktif dan 20 kali dilakukan dengan kondisi tromol sedang aktif. 3 Unit pengolahan dilakukan pengukuran sekaligus dengan material yang berbeda. 1 unit pengolahan total pengukuran sebelum dan sesudah pengolahan sebanyak 80 sampel. Pengukuran pada 3 unit pengolahan

maka total sampel sebanyak 240 sampel air. Dibuatkan saluran sebagai penerima limbah yang selanjutnya dialirkan ke sungai

Analisis data untuk melihat perbandingan antara konsentrasi merkuri sebelum dan sesudah pengolahan dengan Uji-t. Baku mutu yang digunakan sebagai acuan adalah baku mutu limbah cair dengan Kep Men LH 202/2004 yang ditetapkan oleh pemerintah, dimana konsentrasi merkuri maksimum sebesar 0.005 mg/l.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. KESIMPULAN**

##### **Kesimpulan Penelitian Tahun I.**

Berdasarkan hasil kajian terhadap identifikasi pencemaran merkuri di lokasi penambangan emas adalah :

- a. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air Sungai Pasolo Sampling I , II dan III berturut-turut yakni berkisar antara 0.0006 – 0.00035 mg/l, 0.00063 – 2.4284 mg/l dan < 0.00006 mg/l. Hasil ini cenderung telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh PP 82 Tahun 2001 Kelas 1 dimana batas maksimum yang diizinkan yakni 0.001 mg/l. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air Laut Sulawesi Sampling I, II dan III yakni 0.00025 – 0.00188 mg/l, 0.00063 – 1.1122 mg/l, dan

0.00034 – 0.00141 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada air laut cenderung telah berada di atas baku mutu KepMen LH No. Kep 51 Tahun 2004 tentang kualitas air laut bagi kehidupan biota laut dimana batas maksimum sebesar 0.001 mg/l. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada air limbah tailing Sampling I, II dan III berkisar antara 0.0003 – 0,00339 mg/l, 0.00109 – 0.9423 mg/l dan 0.00036 – 0.07003 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri pada air limbah tailing telah berada di atas standar Kep Men LH 202/2004, dimana konsentrasi merkuri maksimum sebesar 0.005 mg/l. Berdasarkan uraian ini maka air Sungai Pasolo, Laut Sulawesi dan Limbah tailing telah tercemar dengan merkuri.

- b. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada sedimen Sungai Pasolo Sampling I , II dan III berturut-turut yakni berkisar antara 10.8731 mg/kg- 55.0680 mg/kg, 0.08995 – 136.70 mg/kg dan 0.55255 – 244.16 mg/kg. Konsentrasi merkuri pada air Laut Sulawesi pada Sampling I, II dan III yakni 8.7870 – 25.4630 mg/kg, 0,24190 – 1.87 mg/kg dan 0.27745 – 1, 0 mg/kg. Konsentrasi merkuri pada sedimen tailing Sampling I,II dan III yakni berkisar 10.0643 – 36.4008 mg/kg, 3.31 – 135.55 mg/kg dan 104.36 – 236 mg/kg. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi merkuri baik pada air sungai, laut dan tailing telah berada di atas baku mutu *European Safety Standard* dimana maksimum tidak melebihi 2 mg/kg.
- c. Hasil analisis pada konsentrasi merkuri pada tumbuhan disekitar Sungai Hulawa berkisar antara 0.03550 mg/kg pada tumbuhan daun paku (*Pteridophyta*)
- d. */filiciinae*) sampai 0.41617 mg/kg pada tanaman rumput jarum (*Andpagon aciculatus*). Pada Sampling ke II berkisar antara 0.00142 mg/kg pada daun tanaman enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan 0.431 mg/kg pada tanaman talas (*colocasia esculenta(L) Schott*).. Hasil analisis konsentrasi merkuri tertinggi pada akar Sampling I yakni yang hidup di sekitar sungai sebesar 14.890 mg/kg pada tanaman rumput jarum (*Andpagon aciculatus*). Terendah pada akar tanaman tapak dara ( *Catharanthus roseus L.G.Don*) sebesar 0.06701 mg/kg. Pada Sampling ke II pada akar tanaman yang hidup di sekitar sungai menunjukkan tertinggi sebesar 3.88 mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia esculenta L*) dan hasil terendah <0.00014

mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia Esculenta*). Pada tumbuhan yang hidup di sekitar tailing menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi pada daun sebesar 1.30822 mg/kg pada rumput jarum (*Andpagon aciculatus*) dan terendah sebesar 0.00014 mg/kg pada tanaman talas (*Colocasia Esculenta*). Hasil analisis konsentrasi merkuri pada akar tumbuhan yang hidup di sekitar tailing menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi sebesar 12.59366 mg/kg pada tumbuhan keladi hijau (*Colocasia Esculenta*) dan terendah sebesar 0.01058 mg/kg pada tumbuhan rumput jarum (*Andpagon aciculatus*). Konsentrasi telah berada baku mutu yang ditetapkan oleh berdasarkan SK Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89.

- e. Hasil analisis konsentrasi merkuri pada ikan berkisar antara 0.3154 - 2.2977 mg/kg. Hasil analisis ini sudah berada di atas nilai ambang batas kadar merkuri dalam hewan aquatik secara nasional sebesar 0,5 mg/kg berdasarkan Sk Dirjen POM No: 03725/B/SK/VII/89.
- f. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri di rambut kepala bagi masyarakat di Penambangan Emas Buladu, dari 20 sampel, 20% melebihi batas ambang yang ditetapkan, 20% cenderung mendekati batas ambang dan 60% berada di bawah ambang batas yang direkomendasikan oleh NCR sebesar 12 ppm. Berdasarkan hasil ini maka masyarakat yang bermukim di lokasi penambangan emas Buladu telah terkontaminasi merkuri.
- g. Konsep pemodelan menggunakan arang tempurung, abu batubara, kerikil dan ijuk perlu segera diuji cobakan di lapangan sehingga menghasilkan hasil yang berguna bagi masyarakat di Desa Buladu sehingga tidak membahayakan kesehatan masyarakat.

## **7.2. SARAN**

Perlu segera dilakukan penelitian model teknologi tepat guna yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk pengurangan pencemaran air khususnya parameter merkuri sehingga kualitas lingkungan berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Perlu perhatian pemerintah

pusat dan daerah beserta perguruan tinggi untuk segera bersama-sama memecahkan masalah pengurangan pencemaran yang sudah sangat ekstrim di daerah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous , 2011. Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Gorontalo Utara. Pemerintah Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo.
- Appleton, J.D., Williams, T.M., Orbea, H, and Carrasso, M. Fluvial Contamination Associated With Artisanal Gold Mining in The Ponce Enriquez, Portovelo-Zaruma And Nambija Areas, Equador. *Water, Air, and Soil Pollution 131* : 19 – 39, 2001.
- Astari Tyas, Mahreda, E.S., Biyatmoko, D., Chaeruddin, G.2013. Perbaikan Kualitas Air Dengan Sistem Penyaringan di Penampungan rakyat Intan dan Emas di Kecamatan Cempaka Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. *EnviroScienteeae (2013). Hal 54-66. ISSN 1978-9096.*
- BALIHRISTI, 2008. Laporan Akhir Kegiatan Pengawasan Pelaksanaan PETI. Provinsi Gorontalo.

- Birch, G.F., M.Siaka, and C.M. Owens, 2001, *The Source of Antropogenic Heavy Metals In Fluvial Sediments of Rural Catchmen : Coxs River, Australia*, Water, Air & Soil Pollution, 126.
- Brabo, E.S, Angelica, R.S, Silva, A.P.,Faial K.R.F., Mascarenhas, A.F.S., Santos, E.C.O., Jesus, M and Loureiro, E.C.B. 2003. Assessment of Mercury Levels in Soils, Waters, Bottom Sediments and Fishes of Acre State in Brazilian Amazon. *Water, Journal Air and Soil Pollution* 147 : 61 – 77, 2003.
- Connell, D.W., dan Miller, G.J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press 2008.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius, Yogyakarta.
- Erlangga, 2007. Efek Pencemaran Sungai Kampar di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (*hemibagrus nemurus*). *Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor*.
- Juhaeti, T., Hidayati N, Syarif F dan Hidayat S. 2009. *Pertumbuhan dan Akumulasi Merkuri Berbagai Jenis Tumbuhan yang di Tanam di Media Limbah Penambangan Emas dengan Perlakuan berbagai Tingkat Konsentrasi Merkuri dan Kelat Amonium Tiosulfat*. *Jurnal Berita Biologi* 9(5)- Agustus 2009. Hal 529 -538.
- Junita N.R. 2013. Risiko Keracunan Merkuri (Hg) pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Desa Cisarua Kecamatan nanggung Kabupaten Bogor. *Skripsi*. Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 2013.
- Ikhsan, C. 2007. Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load Pada Saluran Terbuka dengan Pola Aliran Steady Flow. *Media Teknik Sipil*. Hal 63-68. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS Surakarta
- Ibad, H., 2015. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Hg Pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Ciliwung Provinsi DKI Jakarta. *Skripsi*. Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Intitut Pertanian Bogor.2015.
- Kosegeran A.O., Rondonuwu S, Simbala H, Rumondor, M. (2015). Kandungan Merkuri Pada Tumbuhan Paku (*Diplazium Accedens Blume*) di Daerah Tambang Emas

- Tattelu-Talawaan. Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol 15 No.1, April 2015.
- Lacerda, L.D, Pfeiffer, W.C, Marins, R.V, Rodrigues, S., Souza, M.M and Bastos W.R, 1991. Mercury Dispersal in Water, Sediments and Aquatic Biota A Gold Mining Tailing Deposit Drainage in Pocone Brazil. *Jurnal Water, Air, and Soil Pollution* 55 : 283 – 294, 1991.
- Mahmud, M. 2012. Model Sebaran Spasial Temporal Konsentrasi Merkuri Akibat Penambangan Emas Tradisional Sebagai Dasar Monitoring dan Evaluasi Pencemaran di Ekosistem Sungai Tulabolo Provinsi Gorontalo. *Disertasi*. Program Studi .
- Mahmud, M, Lihawa, F, Patuti I, 2014. Kajian pencemaran Merkuri terhadap Lingkungan di Kabupaten Gorontalo Utara. Laporan Penelitian PNPB Universitas Negeri Gorontalo.
- Mahmud, M, Lihawa, F, Patuti I, 2012. Fitoremediasi Sebagai Alternatif Pengurangan Limbah Merkuri Akibat Penambangan Emas Tradisional di Ekosistem Sungai Tulabolo. Kabupaten Bone Bolango. BOPTN. Universitas Negeri Gorontalo.
- Ma, rifat, (2014). Adsorpsi Merkuri )II) Dengan Zeolit dari Abu Dasar Batubara. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Mukono, H.J. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Airlangga Universitas Press, Surabaya.
- Panda, A., Nitimulyo, K.H., dan Djohan T.S. 2003. *Akumulasi Merkuri pada Ikan Baung (Mytus nemurus) di Sungai Kahayan Kalimantan Tengah*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol X, No.3, November 2003.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Palapa, T.M. 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) dengan Tumbuhan Air Sebagai Salah Satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. *Jurnal : Agritek* Vol 17 No.5, September 2009. Hal 918-931.
- Paundanan, M, Riani E, Anwar Syaiful, 2015. Kontaminasi Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen dan Ikan Selar Tetenkek (*Megalaspis cordyla* L) di Teluk Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Vol 5. No.2 (Desember 2015) : 161-168. e-ISSN: 2460-5824.
- Pamungkas, H.S.R., Thayib Hasroel, Inwiasri, 2015. Potensi Sebaran Limbah Merkuri Pertambangan Emas Rakyat di Desa Cisungsang, Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. Vol 14 No.3, September 2015: 195-205.

- Purnama S, Kurniawan A, dan Sudaryatno, 2006. Model Air Tanah di Daratan Pantai Kota Semarang. *Forum Geografi Vol.20. No.2, Desember 2006 p : 160-174.*
- Rizal, Ayomi. 2003. Kadar Merkuri Rambut Kepala dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya Pada Penduduk Kelurahan Tangkiling Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangkaraya (*Unpublished*). Tesis S-2. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu Pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia 3 (2Juli 2009). Hal 75-80.*
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Edisi ke-2. Penerbit Airlangga. Jakarta.
- Selayar, N.A. Tumembouw dan Mondoringin Lukas L.JJ. 2015. Telaah Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) di Sekitar Teluk Manado. *Jurnal Budidaya Perairan*. Januari 2015 Vol 3. No 1 : Hal 124-130.
- Simage, Silvanus, M (2011). Analisis kandungan Merkuri (Hg) dan Sianida (CN) Pada Beberapa Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Agroforestri. Vol VI.Nomor 2 Juni 2011. ISSN : 1907-7556.*
- Siaka, M., C.M. Owens, and G.F. Birch, 2000. Distribution of Heavy Metals Between Grain Size, *Review Kimia, Vol. 3 (2).*
- Sudarmadji., Sutomo, A.H., dan Suwarni A. 2004. Konsumsi Ikan Laut, Kadar Mercury dalam Rambut, dan Kesehatan Nelayan di Pantai Kenjeren Surabaya. *Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol XI, No.3. November 2004, Hal :134-142.*
- Sumantry, A, Laelasari Ela, Junita N.R. Nasrudin, 2014. Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin. Artikel Penelitian Kesmas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol 8.No 8, Mei 2014.*
- Supardi, Masduki,B, Poernomo H & Pijiono P. Penjerapan Merkuri Pada Limbah Cair Dengan Zeolit Alam dan Arang Tempurung Kelapa Secara Bergantian Dengan Cara Catu. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi P3TM – BATAN Yogyakarta, 8 Juli 2003. Puslitbang Teknologi Maju BATAN. Yogyakarta. ISSN 0216-3128. Hal 293-
- Widhiyatna, D.2005. Pendataan Penyebaran Merkuri Akibat Pertambangan Emas di Daerah Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat. Kolokium Hasil Lapangan-DIM 2005.

Lampiran 1. Kegiatan di Lokasi Penelitian



Gambar 1. Kegiatan Pengolahan Emas dengan Menggunakan Tromol  
Lokasi Penambangan Emas Buladu (28 April 2016)



Gambar 2. Kegiatan Persiapan Pengambilan Sampel Air dan Sedimen (28 April 2016)



Gambar 3. Pengambilan Sampel Air dan Sedimen



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanaman Pekarangan



Gambar 5. Sampel Tanaman Pekarangan Penduduk



Gambar 6. Tanaman Sekitar Tailing



Gambar 7. Pengambilan Sampel Tanaman Paku Sekitar Sungai



Gambar 8. Sampel Ikan



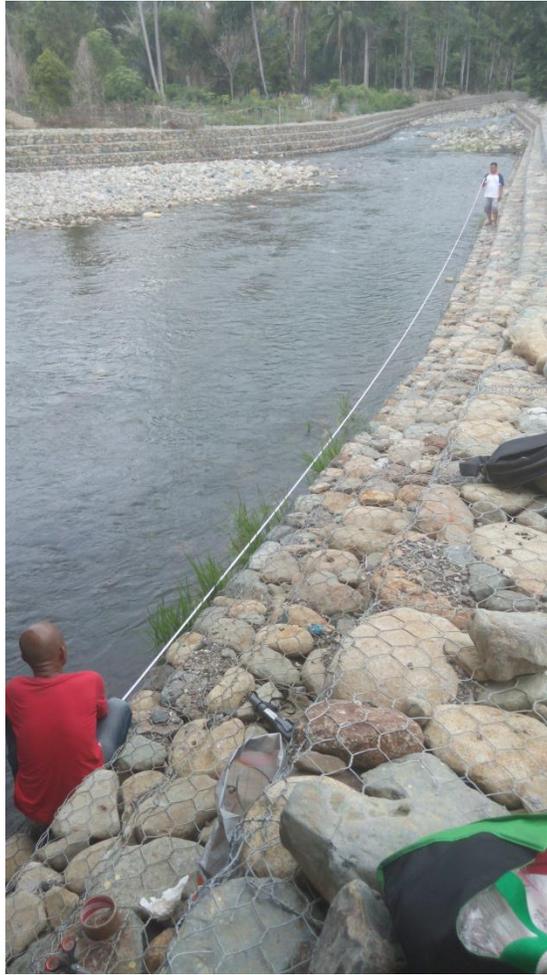
Gambar 9. Sampel Ikan



Gambar 10. Pengukuran Kecepatan Air



Gambar 11. Tanaman Pekarangan Penduduk



Gambar 12. Pengukuran Panjang Sungai Untuk Kecepatan Air



Gambar 13. Lokasi Tailing

## Lampiran 2. Abstrak Seminar Nasional UNS

### PENGARUH SUHU DAN pH TERHADAP KONSENTRASI MERKURI DI AIR DAN SEDIMEN

Marike Mahmud <sup>1</sup>, Fitryane Lihawa <sup>2</sup>, Beby Banteng <sup>3</sup>, Frice Desei <sup>4</sup>, Yanti Saleh <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik/Universitas Negeri Gorontalo, Jalan Jenderal Sudirman No 6, Kota Gorontalo, Indonesia

<sup>2</sup>PSLK/Universitas Negeri Gorontalo, Jalan Jenderal Sudirman No 6, Kota Gorontalo, Indonesia

marikemahmud@yahoo.com

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap konsentrasi merkuri di air dan sedimen. Penelitian dilakukan di penambangan emas Desa Buladu Kabupaten Gorontalo Utara. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada sungai, laut dan tailing. Pengukuran pH dan suhu dilakukan secara *insitu* dengan menggunakan pH meter dan thermometer. Analisis sampel merkuri di dalam air dan sedimen dilakukan pada Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM dengan menggunakan *mercury analyzer* dan Balai Pengendalian dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan Provinsi Gorontalo dengan AAS tanpa nyala. Baku mutu yang dijadikan acuan untuk air sungai adalah PP 82 Tahun 2001 Kelas I dimana disyaratkan tidak melebihi 0.001 mg/l. Pada air laut menggunakan KepMen LH No. Kep 51 tahun 2004 disyaratkan 0.001 mg/l. Baku mutu air limbah menggunakan Kep Men LH 202/2004 disyaratkan tidak melebihi 0.005 mg/l. Baku mutu yang digunakan dalam sedimen digunakan *European Safety Standard* dengan yaitu sebesar 2 ppm.

Hasil pengukuran pada Sungai Pasolo menunjukkan bahwa parameter suhu berkisar antara 26.5 – 29.3 °C, pH berkisar antara 7.36 – 8,71 dengan hasil analisis konsentrasi merkuri pada air berkisar antara 0.00063 mg/l – 2.4284 mg/l dan pada sedimen berkisar antara 0.08995 mg/kg – 136.70 mg/kg. Pada Laut Sulawesi, menunjukkan bahwa parameter suhu berkisar 29.9 – 30.3 °C dan pH berkisar 6.85-7.03 dan konsentrasi merkuri pada air berkisar antara 0.00063 mg/l – 1.1122 mg/l dan pada sedimen berkisar 0.08995 mg/kg – 136.70 mg/kg. Pada limbah tailing, parameter suhu berkisar 26.5 – 29.3 °C dan pH berkisar 7.36 – 8,71 dengan hasil konsentrasi merkuri pada air berkisar 0.00109 mg/l – 0.9423 mg/l dan sedimen limbah tailing berkisar 3.31 mg/kg – 135.55 mg/kg.

Kata kunci: pH, Suhu, Merkuri

### THE INFLUENCE OF PH AND TEMPERATURE TOWARD MERCURY CONCENTRATION IN THE WATER AND SEDIMENT

Marike Mahmud <sup>1\*</sup>, Fitryane Lihawa <sup>2</sup>, Beby Banteng <sup>3</sup>, Frice Desei <sup>4</sup>, Yanti Saleh<sup>5</sup>

1. Engineering Faculty of Gorontalo State University, Jalan Jenderal Sudirman No.6 Kota Gorontalo

2. PSL Gorontalo, Jalan Jenderal Sudirman No 6. Kota Gorontalo

Email: marikemahmud@yahoo.com

#### Abstrac

The study is aimed to investigate the influence of pH and temperature toward mercury concentration in the water and sediment. The total number of water and sediment samples was 34 samples. The study was conducted in gold mining Buladu Village North Gorontalo Regency. Sample taking was done randomly. The measurement of pH and temperature was done in situ by using pH meter and thermometer. Mercury sample analysis in the water and sediment was conducted in Integrated Research and Test Laboratory of UGM by using mercury analyzer and Quality Control and Test of Fisheries Result Office Gorontalo Province with AAS without any flame. The quality standard that becomes the reference for river water is Government Law no 82 Year 2001 Class I which is required not more than 0.001 mg/l. The quality standard for sea water uses Environment Ministry Decision No 51 Year 2004 with 0.001 mg/l. The quality standard of waste water uses Environment Ministry Decision No 202/2004 with the standard not more than 0.005 mg/l. The quality standard used in the sediment uses European safety standard with not more than 2 ppm.

The measurement result in Pasolo River shows that temperature parameter was around 26.5 – 29.3 °C, and pH parameter was around 7.36 – 8,71 with the mercury concentration in the water was around 0.00063 mg/l – 2.4284 mg/l, and in the sediment was around 0.08995 mg/kg – 136.70 mg/kg. In Sulawesi Sea, temperature parameter was around 29.9 – 30.3

°C, and pH was around 6.85-7.03, and mercury concentration in the water was around 0.00063 mg/l – 1.1122 mg/l, and in the sediment was around 0.08995 mg/kg – 136.70 mg/kg. In the tailing waste, the temperature parameter was around 26.5 – 29.3 °C, and pH was around 7.36 – 8,71 with mercury concentration in the water 0.00109 mg/l – 0.9423 mg/l, and the sediment in tailing waste was around 3.31 mg/kg – 135.55 mg/kg.

Key Words : Temperature, pH, , Merkury

Lampiran 4. Bukti Sertifikat Seminar Nasional

**PANITIA SEMINAR NASIONAL**  
**PEMANFAATAN INFORMASI GEOSPASIAL**  
**UNTUK PENINGKATAN SINERGI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP**  
*Sekretariat : Program Studi S2 PKLH Jln Ir Sutami 36A Surakarta, e-mail semnaspkhi@gmail.com*

---

Surakarta, 18 Agustus 2016

Kepada  
Yth. Bapak/Ibu Pemakalah  
Seminar Nasional Pemanfaatan Informasi Geospasial  
Untuk Peningkatan Sinergi Pengelolaan Lingkungan Hidup

---

**UNDANGAN**

Mengharap kehadiran Bapak/Ibu/Sdr pada acara Seminar Nasional Pemanfaatan Informasi Geospasial Untuk Peningkatan Sinergi Pengelolaan Hidup pada :

Hari/tgl : Sabtu, 3 September 2016  
Waktu : 08.00 s/d selesai  
Tempat : the Alana Hotel Surakarta  
Acara : mengikuti rangkaian acara Seminar Nasional Pemanfaatan Informasi Geospasial Untuk Peningkatan Sinergi Pengelolaan Lingkungan Hidup  
Sebagai : **Pemakalah**

Besar harapan kami akan kehadiran Bapak/Ibu/Sdr dalam acara tersebut, atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu/Sdr diucapkan banyak terimakasih

Hormat Kami  
Ketua Panitia Seminar

  
Prof. Dr. Chararina Muryani, M.Si  
NIR. 0195612231983032005

**DAFTAR PEMAKALAH  
SEMINAR NASIONAL PEMANFAATAN INFORMASI GEOSPASIAL UNTUK  
PENINGKATAN SINERGI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP**

NO	NAMA	JUDUL	TEMA
1	Dewi Wahyuni K Baderan	DISTRIBUSI SPASIAL DAN LUAS KERUSAKAN HUTAN MANGROVE DI WILAYAH PESISIR KWANDANG KAB GORONTALO UTARA PROV GORONTALO	LINGKUNGAN HIDUP
2	Marike Mahmud Fitryane Lihawa Beby Banteng Frice Desei Yanti Saleh	PENGARUH SUHU DAN Ph TERHADAP KONSENTRASI MERKURI DI AIR DAN SEDIMEN	
3	Endah Suhaendah Aris Sudomo	SEBARAN HAMA KUTU PUTIH ( <i>hamamelistes</i> sp) PADA MANGLID ( <i>magnolia campa</i> ) DAN PENGELOLAANNYA	
4	Ugro Hari Murtiono	PENCEMARAN WADUK ALAM RAWAPENING TELAAN PEMUPUKAN NITROGEN (N) DAN PHOSFOR (P) LAHAN PERTANIAN	
5	Sumardi	PEMANFAATAN INFORMASI ,GEOSPASIAL SEBAGAI ARAH PENGEMBANGAN KAYUPUTIH HASIL PEMULIAAN DI NUSA TENGGARA TIMUR	
6	Erni Mulyanie Ruli As'ari	BUDIDAYA POHON AREN SEBAGAI TANAMAN FUNGSI KONSERVASI DI DESA CIMANGGU'KECAMATAN LANGKAPLANCAR KAB PANGANDARAN	
7	Naomi Angelia Tuty Handayani Jarot Mulyo Semedi	PEMANFAATAN CITRA MODIS DENGAN INDEKS VEGETASI OSAVI UNTUK MEMANTAU MASA TANAM PADI DI KABUPATEN PANDEGLANG DAN LEBAK	
8	Moh Isnaini Sadali Sheily Widyaningsih Fikri Intizhar R	PRIORITAS PENANGANAN PERMUKIMAN KUMUH DAN RUMAH TIDAK LAYAK HUNI (RTLH) DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN PENDEKATAN ANALISIS GEOSPASIAL	
9	Nana Haryanti	MENGANALISIS PERMASALAHAN DAN POTENSI KERUANGAN KABUPATEN SEMARANG: KAJIAN SOSIOLOGI LANSKAP	
10	Rachmat Hikmat Sujana Ely Satiyasih Rosali	PENGELOLAAN SAMPAH MANDIRI MELALUI MODEL BANK SAMPAH SEBAGAI UPAYA PELESTARIAN LINGKUNGAN DI KELURAHAN SUKAMANAH KECAMATAN CIPEDES KOTA TASIKMALAYA	
11	Aji Winara Aris Sudomo	KERAGAMAN JENIS TUMBUHAN PADA AGROFORESTRY SENGON DI KECAMATAN SODONGHILIR KABUPATEN TASIKMALAYA	
12	Dwi Setiawan Setya N Pipit Wijayanti	PENENTUAN BATAS RECHARGE AREA PADA KAWASAN KARST DENGAN METODE APLIS DAN ARAHAN KONSERVASI LAHAN DI KECAMATAN PRACIMANTORO KABUPATEN WONOGIRI	
13	Yonky Indrajaya	CADANGAN KARBON HUTAN TANAMAN SONOKELING ( <i>Dalbergia latifolia</i> ) PADA BEBERAPA BONITA DI JAWA	
14	Anti Mayastuti Diah Apriani Atika Sari	PARTISIPASI MASYARAKAT HUKUM ADAT DALAM PENGELOLAAN HUTAN UNTUK MENGURANGI EMISI DARI DEFORESTASI DAN DEGRADASI HUTAN INDONESIA	