

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI)

Proses pertambangan emas di Indonesia telah terjadi sejak lama baik secara legal maupun ilegal. Pertambangan emas di Indonesia tersebar dimulai dari wilayah timur sampai dengan barat nusantara, hal itu diperkuat dengan bukti bahwa ditemukannya lubang-lubang bekas pertambangan, tambang emas aluvial dan beberapa bekas pertambangan lainnya (Herman,2006). Kegiatan pertambangan yang banyak terjadi di Indonesia merupakan kegiatan pertambangan secara tradisional atau pertambangan skala kecil, hal ini disebabkan oleh modal yang dikeluarkan masyarakat relatif kecil, kegiatan tersebut sering disebut dengan istilah PETI (Penambangan Emas Tanpa Izin) alias illegal.

Teknik amalgamasi merupakan proses pengolahan emas yang biasa dilakukan. Teknik ini dilakukan dengan cara mencampur merkuri dengan bijih emas sehingga membentuk amalgam. Selanjutnya dengan menggunakan air emas dipisahkan melalui penggarangan sampai dipadatkan logam yang merupakan paduan emas dan perak (*bellion*). Proses selanjutnya dipasarkan dalam bentuk bellion. Limbah (*tailing*) dari sisa proses amalgamasi tersebut jika tidak dikelola dengan baik mencemari air permukaan dan dapat meresap ke sumur-sumur penduduk (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015).

Kegiatan yang biasanya kita sebut dengan PETI mulai tumbuh ketika pemerintah telah memperkenalkan konsep PMA (Penanaman Modal Asing) dan PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri) dengan penguasaan wilayah yang telah ditentukan dalam pengelolaan pertambangan di Indonesia (Budimanta, 2007). Kalimantan, Sumatra, Papua dan Sulawesi merupakan pulau –pulau di Indonesia yang mempunyai cebakan emas aluvial. Masyarakat dengan sangat mudah dan sering menggunakan cebakan emas aluvial karena sebarannya yang berada di sekitar permukaan dan memiliki warna kilap yang tentunya mudah untuk dikenali. Ciri emas aluvial yang mempunyai endapan sedimen bersifat lepas dengan kandungan emas berupa butiran itulah yang menyebabkan masyarakat lebih mudah mengolahnya dengan cara memisahkan kandungan emas secara fisik menggunakan alat sederhana. Mengefisiensi pertambangan itu sendiri dapat

dilakukan dengan cara menyesuaikan dimensi cebakan yang ada, sebagai contoh yaitu cebakan dengan dimensi kecil lebih efisien dalam proses penambangannya yaitu menggunakan alat yang sederhana, di sisi lain cebakan emas dengan dimensi yang lebih besar dapat ditambang menggunakan alat yang lebih modern seperti memanfaatkan alat berat (Suprpto, 2007).

Kegiatan pertambangan emas itu sendiri baik secara legal maupun ilegal di Indonesia tentu saja sangat beresiko terhadap lingkungan. Ada banyak sekali penelitian yang menyatakan tentang dampak negatif yang diakibatkan oleh pertambangan emas di Indonesia, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Wohlfart et al., 2017), penelitian tersebut menampilkan pemodelan kerusakan yang diakibatkan oleh tambang emas skala kecil di daerah aliran sungai kuning. Kemudian terdapat penelitian lain yang dilakukan oleh (Romiyanto et al., 2015) yang menyatakan bahwa pertambangan emas yang dilakukan tanpa izin tentu saja dapat meningkatkan potensi pencemaran lingkungan khususnya pada perairan. Sejalan dengan penelitian tersebut kemudian (Rendondo- Vega et al., 2017) menyatakan bahwa kondisi geografi atau topografi yang diakibatkan oleh adanya kegiatan pertambangan tidak dapat diubah dan dikembalikan seperti semula.

2.2 Sungai Desa Semangut

Sungai Semangut memiliki panjang 3.000 m dan lebar 30 m dengan kedalaman yang berkisar 1-9 m dan merupakan sumber air utama bagi masyarakat setempat. Sungai tersebut digunakan untuk mandi, mencuci, bahkan digunakan sebagai mata pencarian masyarakat disana seperti menangkap ikan untuk dijual kembali termasuk juga untuk dikonsumsi sehari-hari. Yang menjadi permasalahan utama ialah tidak hanya menangkap ikan sebagai sumber pendapatan sehari-hari, warga di sana juga melakukan kegiatan pertambangan emas tanpa izin yang tersebar luas di sepanjang sungai Desa Semangut. Akibat dari adanya pertambangan emas tanpa izin tersebut, air sungai berubah menjadi keruh hingga berwarna kecoklatan. Pertambangan emas yang berada pada bagian hilir sungai telah mengeruk tanah di bibir sungai sehingga semakin memperburuk keadaan bibir sungai yang semakin terkikis. Di sisi lain pertambangan yang berada pada bagian hulu dan tengah sungai juga sedikit demi sedikit akan mulai merambat ke

daratan mengikis bibir sungai. Berikut foto bagian hilir, tengah dan hulu sungai Desa Semangut.



Gambar 2.1 Bagian hilir sungai Desa Semangut

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Kegiatan PETI yang terdapat pada hilir sungai merupakan kegiatan PETI yang paling parah di bandingkan dengan wilayah lainnya seperti bagian tengah dan hulu sungai. Kegiatan PETI pada bagian hilir sungai sudah menyebar sampai ke daratan yang mengakibatkan penggerusan tanah sehingga mengakibatkan air sungai semakin keruh . Di sisi lain, pada bagian tengah sungai tersebut digunakan masyarakat sekitar untuk melakukan aktivitas sehari hari, bagian tengah sungai dapat dilihat pada gambar dibawah ini .



Gambar 2.2 Bagian tengah sungai Desa Semangut

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Bagian tengah sungai merupakan bagian yang digunakan masyarakat sekitar untuk melakukan aktivitas sehari hari seperti mandi dan mencuci . Di

seberang bagian tengah sungai tersebut juga terdapat PETI yang masih aktif beroperasi . Tidak hanya terdapat pada bagian hilir dan tengah sungai , PETI juga terdapat pada bagian hulu sungai. Bagian hulu sungai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Bagian hulu sungai Desa Semangut
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Pada bagian hulu sungai terdapat beberapa PETI yang masih aktif beroperasi dan tidak ada warga yang melakukan aktivitas sehari hari disana . Sebagian besar warga disana memilih bagian tengah sungai untuk melakukan aktivitas sehari hari dikarenakan akses jalan menuju sungai tersebut mudah untuk di jangkau dan terdapat bebatuan serta pasir pada pesisir sungai yang membuat banyak warga disana bersantai di pesisir sungai pada sore hari.

2.3 Sifat Fisik dan Kimia Merkuri

Merkuri adalah salah satu logam berat yang memiliki sifat cair pada temperatur ruang spesifik gravity dan daya hantar listrik yang tinggi, hal itu yang membuat merkuri sangat banyak digunakan baik dalam kegiatan berupa perindustrian maupun kegiatan pada labolatorium, diluar kegunaan merkuri yang sangat bermanfaat tersebut, merkuri juga merupakan logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan maupun makhluk hidup terutama manusia. Merkuri berubah menjadi sangat berbahaya karena dapat teroksidasi menjadi Hg^{2+} oleh sistem biologi dan dapat mengalir ke aliran air sehingga mencemari lingkungan dan akhirnya dapat terakumulasi pada mahluk hidup dengan bentuk metilmerkuri (CH_3Hg^+). Sekali terbentuk metil merkuri ini maka jumlahnya akan tetap terus bertambah terlebih pada top predator seperti ikan, konsentrasi merkuri itu sendiri

dapat mencapai jauh di atas batas aman sehingga akan berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia (Hidayati et al., 2016).

Secara umum logam berat berupa merkuri mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Heryando Palar, 2004).

1. Berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dan mempunyai titik beku paling rendah sekitar -39°C .
2. Merupakan logam berat yang sangat mudah menguap jika dibandingkan dengan logam berat yang lainnya.
3. Merupakan logam berat yang sangat beracun bagi semua makhluk hidup, baik dalam bentuk unsur tunggal (logam) ataupun dalam bentuk persenyawaan.

2.4 Keberadaan merkuri di alam

Menurut Setiabudi (2005), ada berbagai macam keberadaan merkuri di alam, di antaranya dalam sedimen sungai, tanah, batuan, dan air permukaan. Proses polutan merkuri pada sungai terjadi secara alami yaitu pelapukan batuan termineralisasi, polutan karena baik proses pengolahan emas secara tradisional pengelolaan emas secara industrialisasi yang menggunakan bahan baku merkuri. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 ditegaskan bahwa baku mutu zat pencemar (merkuri) dalam limbah adalah $0,01 \text{ mg/L}$ atau 10 ppb . Baku mutu ini masih rendah apabila dipergunakan untuk melakukan evaluasi terhadap hasil analisis merkuri (Hg) di dalam sungai.

Sebagian besar pengolahan bijih emas dilakukan dengan menggunakan merkuri di sekitar lokasi pemukiman yaitu di halaman rumah penduduk atau di sekitar kebun pemiliknya. Dalam hal ini dibutuhkan atensi khusus untuk menganalisis kemungkinan pencemaran merkuri (Hg) pada lingkungan pemukiman. Pada daerah-daerah tertentu limbah *tailing* yang kemungkinan masih mengandung emas dan merkuri ketika diangkut untuk dijual masih mengandung sisa *tailing* tercecer sehingga masih memungkinkan adanya kontaminasi merkuri di sekitar lokasi pemukiman. Selain itu dalam proses penggarangan disekitar rumah juga berdampak negatif bagi lingkungan yang disebabkan oleh uap merkuri yang bebas sehingga mencemari lahan di sekitarnya.

Merkuri itu sendiri sangat sedikit ditemukan sebagai logam murni, tetapi biasanya ditemukan dalam bentuk mineral sinabar (*cinnabar*) atau merkuri sulfida (HgS). Merkuri sulfida berasal dari larutan hidrothermal (temperatur rendah) yang dilakukan melalui pengisian rongga (*cavity filling*) dan penggantian (*replacement*). Merkuri sering bergabung dengan endapan logam sulfida lainnya, diantaranya Ag, Pb, Au, As, Zn, Cu, dan Sb, yang mengakibatkan daerah mineralisasi emas kemudian ditemukan adanya merkuri dan beberapa logam berat lainnya dalam konsentrasi yang cukup tinggi (Setiabudi, 2005).

Merkuri yang terdapat pada air permukaan berasal dari partikel-pertikel halus yang kemudian hanyut bersama limbah yang disebabkan oleh proses amalgamasi dan proses pelarutan pada sedimen sungai yang mengandung merkuri. Pada jangka waktu yang sangat lama logam merkuri dapat mengalami oksidasi dan larut pada air permukaan. Kadar merkuri pada air permukaan relatif kecil dan biasanya berada dibawah baku mutu, kecuali di beberapa lokasi yang langsung memiliki hubungan dengan berbagai usaha pertambangan emas secara ilegal (Said, 2010).

2.5 Sumber Pencemar Merkuri di Lingkungan

Proses dari geologi dan biologi merupakan salah satu dari banyaknya kegiatan yang dapat menjadi sumber utama dalam pencemaran merkuri, akan tetapi hal itu tidak sebanding dengan pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan manusia seperti pembakaran batu bara, jenis produk minyak bumi, penggunaan fungisida, serta kegiatan pertambangan emas yang menggunakan merkuri sebagai bahan pengestraksi emas (Fatimawali et al., 2011).

Pembuangan dari industry dan sampah domestik juga menjadi salah satu media dari masuknya merkuri ke lingkungan contohnya pembakaran batu bara, pembuangan baterai, lampu infloessen, produk medis, termometer, barometer, dan masih banyak lagi, kemudian kegiatan pembakaran hutan, pembakaran sisa sampah domestik di tempat pembuangan sampah diperkotaan, pabrik semen, Rumah sakit dan peleburan logam serta pengolahan biji emas (Rumbruren et al., 2015).

Merkuri yang masuk dalam lingkungan perairan dapat berbentuk (Widowati et al.,2008) :

1. Merkuri anorganik yang berasal dari air hujan atau aliran sungai dan memiliki sifat stabil yaitu pH yang rendah.
2. Merkuri organik yang berasal dari kegiatan pertanian contohnya seperti penggunaan pertisida.
3. Terikat, contohnya *suspended soil*.
4. Logam merkuri yang berasal dari kegiatan industri.

2.6 Resiko Pencemaran Merkuri

2.6.1 Toksisitas merkuri masuk dalam tubuh manusia

Toksisitas merkuri terjadi melalui kontak kulit, pernafasan, makanan, dan minuman (Inswiastri, dkk, 2015). Keracunan merkuri terjadi pada bentuk organik maupun anorganik. Keracunan merkuri berbeda sesuai bentuk kimianya, misalnya merkuri organik misalnya metil merkuri bersifat racun pada sistim saraf pusat, sedangkan merkuri anorganik bersifat racun pada ginjal.

Menurut Wurdianto (2007) semua jenis merkuri amat berbahaya bagi manusia disebabkan merkuri dapat terakumulasi di dalam tubuh dan bersifat neurotoxin. Merkuri juga memiliki bahaya potensial kurang baik terhadap manusia maupun hewan karena bersifat sebagai racun dan meracuni, tidak dapat dirombak/sukar dihancurkan oleh organisme.

Berikut ini adalah gambaran bagaimana perjalanan metil merkuri dari air hingga masuk kedalam tubuh manusia ataupun binatang. Menurut Arifin (2008), proses masuknya metil-merkuri yang terdapat dalam air ke dalam tubuh manusia dan binatang, adalah sebagai berikut:

1. Metil-merkuri dalam air dan sedimen termakan bakteri, plankton, khususnya benthos (kerang, kepiting, dan udang).
2. Ikan kecil memakan bakteri dan plankton dalam jumlah yang sangat besar secara terus-menerus.
3. Ikan besar biasanya memakan ikan kecil sehingga secara akumulasi metil-merkuri terdapat dalam jaringan tubuh ikan. Semakin tua dan

semakin besar seekor ikan, akan semakin besar potensi terjadinya akumulasi merkuri dalam tubuhnya.

4. Ikan besar dimakan oleh manusia dan binatang yang menyebabkan metil-merkuri secara kumulatif terdapat dalam jaringan (hati, ginjal, dan otak). Ikan besar mengabsorpsi metil-merkuri melalui makanannya atau dari air secara langsung melalui insangnya yang menyebabkan Merkuri (Hg) terikat dengan protein diseluruh jaringan ikan, termasuk otot, sehingga tidak ada cara memasak atau cara mencuci untuk memisahkan merkuri dari tubuh ikan.

2.6.2 Dampak Merkuri Terhadap Lingkungan

Merkuri unsur alami yang dapat di temukan di udara, air dan tanah yang dapat didistribusikan ke seluruh lingkungan baik secara alami maupun akibat adanya kegiatan manusia (UNEP dan WHO, 2008), menurut (Widowati et, al 2008). Secara alamiah, pencemaran merkuri itu sendiri berasal dari kegiatan gunung api atau yang diketahui sebagai rembesan air tanah yang melewati deposit merkuri sehingga keberadaan merkuri dari alam yang masuk ke suatu tatanan lingkungan tidak akan menimbulkan efek. Namun untuk kegiatan yang berupa pertambangan, yaitu salah satu penyebab pencemaran lingkungan oleh merkuri adalah pembuangan tailing pengolahan emas yang diolah secara amalgamasi, di mana merkuri mengalami perlakuan tertentu berupa putaran, tumbukan, atau gesekan pada mesin pendulang, sehingga sebagian Hg akan membentuk amalgam dengan logam-logam (Pt, Ag, Au) dan sebagian hilang dalam proses tersebut (Herman, 2006 dalam Widowati et al, 2008).

Nilai ambang batas kadar merkuri pada lingkungan dapat kita lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Kadar Merkuri di Lingkungan

Peraturan	Kadar Hg yang di perbolehkan
Kadar merkuri dalam air sungai menurut PP No 22 tahun 2021	Golongan I (Baku mutu air minum) 0,001 mg/L
	Golongan II (Sarana rekreasi, perikanan, tanaman) 0,002 mg/L
	Golongan III (untuk pertanian) 0,002 mg/L
	Golongan IV (Irigasi Tanaman) 0,005 mg/L

Sumber : PP No 22 tahun 2021

2.7 Air Permukaan (Air Sungai)

Air permukaan itu sendiri merupakan bagian dari air hujan yang tidak mengalami peresapan atau bisa juga di sebut dengan air hujan yang mengalami peresapan namun muncul kembali ke permukaan tanah. Klasifikasi air permukaan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu danau, sungai, rawa, dan limpasan. Dari semua jenis air permukaan, sungai adalah sumber air yang paling penting dan banyak dimanfaatkan oleh manusia sepanjang kualitas dan kuantitasnya cukup untuk dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan manusia seperti industri, irigasi, kegiatan rumah tangga, aktivitas pedesaan dan perkotaan serta kehidupan makhluk hidup lainnya dalam suatu ekosistem (Cinar & Merdun, 2009).

Daerah aliran sungai yaitu tempat mengalirnya air secara terbuka dan merupakan salah satu daerah yang paling rendah di permukaan bumi, hal itu menyebabkan daerah sungai sangat mudah menjadi tempat terakumulasinya berbagai macam buangan disekitarnya. Hal tersebut membuat sungai menjadi sangat rentan terkontaminasi oleh pencemaran yang disebabkan oleh banyaknya aktivitas dan kegiatan manusia disekitarnya.

2.8 Atomic Absorption Spectrophotometric (AAS)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan suatu alat yang digunakan untuk melakukan analisis penentuan unsur logam yang pengukurannya didasarkan pada penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Prinsip dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah absorpsi cahaya oleh atom. Atom tersebut akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu dan tergantung pada sifat unsurnya logam yang akan dianalisis.

Pada penelitian kali ini, logam yang akan di analisis yaitu logam merkuri sehingga panjang gelombang yang digunakan yaitu 253,7 nm. Pada panjang gelombang ini logam merkuri akan menyerap cahaya karena cahaya pada panjang gelombang ini memiliki energi yang dapat mengubah tingkat elektronik atom merkuri sehingga dapat menghasilkan garis spektrum yang tajam dan intensitas yang maksimum

2.9 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem informasi yang digunakan untuk menginput, mengolah, menganalisa dan menghasilkan data yang dibutuhkan untuk mendukung dalam pengambilan keputusan (Prahasta, 2001). Sistem Informasi Geografis itu sendiri dibagi dalam dua kelompok yaitu sistem manual, dan sistem otomatis (yang berbasis digital computer) . Perbedaan yang paling mendasar dalam sistem ini terletak pada cara pengelolaannya. Sistem pengelolaan informasi manual biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*) laporan statistic, foto udara dan laporan survei lapangan (Nirwansyah,2016).

SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai macam bentuk data data berupa titik di bumi, kemudian data tersebut akan digabungkan dan dianalisa untuk dipetakan bagaimana hasilnya. Bentuk data yang akan diolah adalah data spasial yaitu sebuah data yang mempunyai titik koordinat tertentu dan bentuk penyesuaian geografis. Sehingga aplikasi sistem informasi geografis itu sendiri dapat menjawab pertanyaan seperti; lokasi, *trend*, kondisi, pola dan pemodelan. Kemampuan seperti inilah yang membedakan SIG (Sistem Informasi Geografis) dari sistem informasi lainnya (Hartoyo et al., 2010).

2.10 Metode Interpolasi *Kriging*

Interpolasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk melakukan suatu praduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya masih belum tersedia. Dalam pemetaan itu sendiri, interpolasi merupakan sebuah cara untuk mendapatkan data dari beberapa data yang sudah di ambil atau didapatkan sehingga muncul sebaran atau peta nilai pada seluruh wilayah yang bahkan belum didapatkan data pada wilayah tersebut. Pada Setiap metode interpolasi akan memberikan hasil yang berbeda-beda (Pramono, 2008).

Metode interpolasi *kriging* ini digolongkan dalam interpolasi *stochastic*. Interpolasi *stochastic* merupakan metode interpolasi yang menawarkan penilaian kesalahan dengan nilai prediksi dengan mengasumsikan kesalahan acak. Metode interpolasi ini merupakan metode yang memberikan suatu penaksir linear tak bias terbaik (*Best Linear Unbiased Estimator (BLUE)*) (Purnama D. et al., 2015).