

## **Penaatan Perusahaan Tambang Batubara di Sawahlunto terhadap Peraturan Air Limbah Pertambangan**

### ***Coal Mining Company Compliance in Sawahlunto to Waste Water Regulations of Mining***

**Indah Elok Mukhlisah**<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Institusi Teknologi Bandung

\*)Penulis untuk korespondensi: indahelokmukhlisah1206357@gmail.com

**Sitasi:** Mukhlisah IE. 2020. Coal mining company compliance in sawahlunto to waste water regulations of mining. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 484-492. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

#### **ABSTRACT**

Coal is one of the important energy commodities in Indonesia, as with other mining activities in Indonesia, coal mining has also caused environmental damage is large enough in water, soil and forests. Monitoring of waste water in the coal mining area was conducted to determine the level of adherence to the industry quality standard mining waste water discharged into the environment. Monitoring carried out in two seasons (rainy and dry seasons) of eleven (11) coal mining companies (code A-K) which are in Sawahlunto, Indonesia. The wastewater of the coal mining industries. Measurements parameter done in the laboratory. The results of analysis compared with the Minister of Environment Decree No. 113 of 2003 on wastewater quality standard coal mining. By measurement the pH of water, the pH in range 3.33-7.86 in the rainy season and 2.71-7.98 in the dry season, therefore the pH value has exceeded the quality standard required by the Decree-LH No. 113 in 2003, the 6-9. Concentrations parameters of iron (Fe) in range 0.267-24.8 mg/L in the rainy season and 0.109-27 mg/L in the dry season, which exceeds the quality standards, 7 mg/L. Total Suspended Solid (TSS) still meets the quality standards at all locations, in the range 24-361 mg/L in the rainy season and 3.5-228 mg/L in the dry season. The concentration of manganese (Mn) in range 0.109-7.19 mg/L in the rainy season and 0.014-26.7 mg/L in the dry season, which exceeds the quality standards, 4 mg/L.

Keywords: coal, monitoring, quality standard, water criteria, heavy metals

#### **ABSTRAK**

Batubara merupakan salah satu komoditas energi penting di Indonesia, seperti halnya aktifitas pertambangan lain di Indonesia, pertambangan batubara juga menimbulkan dampak kerusakan lingkungan hidup yang cukup besar, baik itu air, tanah, dan hutan. Pemantauan air limbah pada area pertambangan batubara dilakukan untuk mengetahui tingkat ketaatan industri terhadap baku mutu air limbah pertambangan yang dibuang ke lingkungan. Pemantauan dilakukan dengan dua musim (musim penghujan dan kemarau) terhadap 11 (sebelas) perusahaan tambang batubara (kode A-K) yang berada di Kota Sawahlunto-Indonesia. Contoh uji berupa air limbah yang berasal dari *outlate* masing-masing perusahaan pertambangan batubara. Pengukuran parameter dilakukan di laboratorium. Hasil analisis yang didapat dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 tentang baku mutu air limbah pertambangan batubara. Berdasarkan pengukuran pH air limbah kegiatan pertambangan, pH berada pada

kisaran 3,33-7,86 di musim penghujan dan 2,71-7,98 di musim kemarau, sehingga nilai pH telah melebihi baku mutu yang dipersyaratkan dalam Kepmen-LH No. 113 Tahun 2003, yaitu 6-9. Konsentrasi parameter besi (Fe) 0,267-24,8 mg/L di musim penghujan dan 0,109-27 mg/L di musim kemarau, melebihi baku mutu, yaitu: 7 mg/L. Konsentrasi mangan (Mn) berada pada kisaran 0,109-7,19 mg/L di musim penghujan dan 0,014-26,7 mg/L di musim kemarau, melebihi baku mutu, yaitu: 4 mg/L. Total Suspended Solid (TSS) masih memenuhi baku mutu di semua lokasi, berada pada kisaran 24-361 mg/L di musim penghujan dan 3,5-228 mg/L di musim kemarau.

---

Kata kunci: batubara, pemantauan, baku mutu, kriteria mutu air, logam berat.

## **PEMBAHASAN**

Pengendalian pencemaran lingkungan merupakan salah satu bentuk implementasi mandatori dari Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup dilaksanakan dalam rangka pelestarian fungsi lingkungan hidup. Untuk memenuhi mandat UU No. 32 tahun 2009, Pusarpedal sebagai unit teknis Kementerian Lingkungan Hidup, melakukan pemantauan di lokasi pertambangan batubara dengan tujuan mengetahui kualitas air limbah usaha/kegiatan pertambangan batubara serta menyediakan data yang dapat digunakan untuk menentukan kebijakan pengelolaan lingkungan hidup berkelanjutan yang terkait dengan pertambangan batubara. Batubara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tetumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh panas serta tekanan yang berlangsung lama. Batubara merupakan salah satu bahan galian strategis yang sekaligus menjadi sumber daya energi yang sangat besar. Kegiatan pertambangan di Indonesia berkembang secara signifikan pada awal tahun 1970-an yang dipicu oleh masuknya investor pertambangan dunia dan semakin berkembangnya tenaga ahli pertambangan Indonesia. Indonesia mempunyai potensi sumberdaya batubara sangat melimpah, terletak di bagian barat Paparan Sunda termasuk Pulau Sumatera dan Kalimantan (Alfrida, E. dkk 2014)

Sistem penambangan batubara yang ada di Indonesia umumnya dilakukan dengan cara tambang terbuka dan tambang bawah tanah, tergantung kondisi geologi dari formasi batubara tersebut. Dimana kegiatan ini awalnya dimulai dari pembersihan lahan, pengupasan lapisan tanah pucuk dan tanah penutup, selanjutnya dipindahkan ke lokasi penimbunan diikuti dengan penambangan batubara itu sendiri (Annisa, 2018).

Kegiatan penambangan, yang kegiatan utamanya adalah penggalian, mempercepat proses pembentukan Air Asam Tambang (AAT) karena mengakibatkan terpaparnya mineral sulfida ke udara, air dan mikroorganisme. Air asam tambang adalah air yang bersifat asam tingkat keasaman yang tinggi dan sering ditandai dengan nilai pH yang rendah di bawah 5 sebagai hasil dari oksidasi mineral sulfida yang terpajan atau terdedah (*exposed*) di udara dengan kehadiran air (Rudy, 2012). Menurut Said (2014), selain pH air yang sangat rendah, masalah yang sering dijumpai di dalam pengelolaan air limbah tambang adalah masalah konsentrasi total padatan tersuspensi (TSS) yang sangat tinggi terutama pada saat tahap pembukaan lapisan penutup kawasan tambang. Pada saat hujan turun, air limpasan yang terjadi akan membawa partikel-partikel padatan yang sangat halus. Pada lokasi pertambangan tertentu sifat partikel padatan tersebut sangat halus dan merupakan koloid yang sangat stabil, sehingga sulit sekali untuk diendapkan.

Baku mutu air limbah batubara merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah batubara yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan (Luthfi, 2014). Parameter yang wajib dilakukan pemantauan pada air limbah kegiatan penambangan batubara itu sendiri adalah

terdiri atas pH, TSS, total Fe dan total Mn. Sehingga penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melihat ketaatan para pelaku industri pertambangan terhadap baku mutu limbah cair menurut Kepmen LH Nomor 113 Tahun 2003, karena jika permasalahan di daerah tambang tidak tuntas diatasi, maka tingkat pencemaran limbah akan semakin meningkat dan semakin luas, dengan demikian perlu dilakukannya pengujian kualitas air baik secara fisik maupun kimia untuk memastikan kelayakan air limbah tersebut sebelum dibuang ke badan perairan alami.

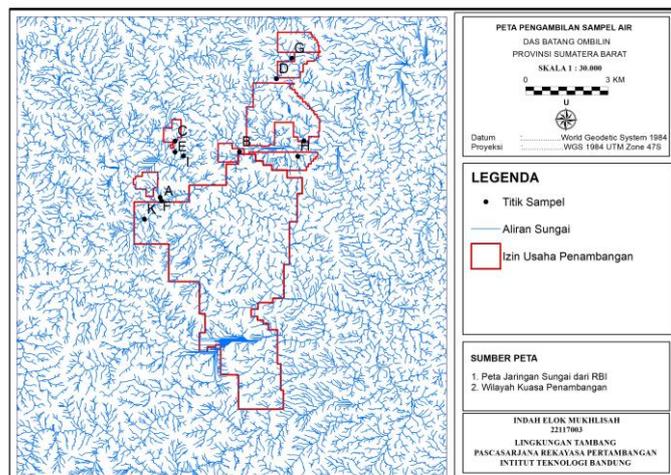
## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat, jalan Gajah Mada (Gunung Pangilun) Padang. Waktu penelitian di lapangan dilakukan selama dua musim yaitu musim kemarau di bulan Juli 2019 dan musim penghujan di bulan Januari 2020, sedangkan waktu pengujian sampel dilakukan selama 12 (dua belas) hari, sejak 2 Agustus 2019 sampai dengan 15 Agustus 2019 untuk sampel musim kemarau sedangkan untuk sampel di musim penghujan dilakukan tanggal 24 Januari 2020 sampai dengan 4 Februari 2020.

### Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan contoh uji dilakukan pada 11 (sebelas) pertambangan batubara yang berlokasi di Kota Sawahlunto. Pengambilan contoh uji meliputi air limbah dari kegiatan penambangan batubara. Lokasi pengambilan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel air penelitian

### Pengambilan Contoh Uji Air Limbah

Pengambilan sampel air dilakukan pada air permukaan yang mengalir di daerah tangkapan/catchment area lahan yang bersangkutan (Juliasyah, 2017). Menurut Laksono, dkk (2019) *sampling* dan pengamatan laboratorium air dari *sediment pond* akhir yang akan masuk ke saluran umum/sungai juga dilakukan untuk menganalisis jumlah beberapa komponen seperti: pH, jumlah zat padat tersuspensi, konsentrasi Besi (Fe), Mangan (Mn). Contoh uji air limbah berasal dari limbah kegiatan pertambangan yang sudah diolah maupun yang belum diolah Sampel-sampel air tersebut kemudian dikirim ke laboratorium untuk dilakukan uji kualitas air. Hasil dari uji kualitas air tersebut dibandingkan dengan Baku Mutu Lingkungan (BML) sesuai UU No. 32 tahun 2009. Jika indeks kualitas air yang

didapat lebih besar dari pada standar yang ditetapkan oleh aturan tersebut maka kualitas air dapat dikategorikan buruk dan berbahaya bagi lingkungan termasuk biota sungai di daerah kajian (Pratiwi dkk, 2016). Sementara itu, jika hasil uji kualitas menunjukkan bahwa konsentrasi beberapa unsur-unsur terlarut dan nilai pH masih berada di rentang nilai standar yang ditetapkan maka kualitas air diklasifikasikan baik dan aman bagi lingkungan serta tidak membahayakan makhluk hidup lainnya seperti hewan, tumbuhan, bahkan manusia (Rianti, 2017). Pengambilan contoh uji air limbah mengacu ke SNI 6989.59.2008.

**Metode Analisis**

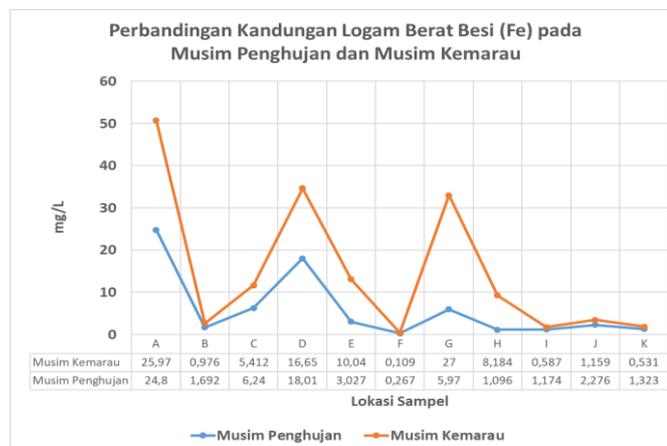
Analisis Air limbah pertambangan dilakukan oleh Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan metode yang tertera pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Metode Analisis Air Limbah

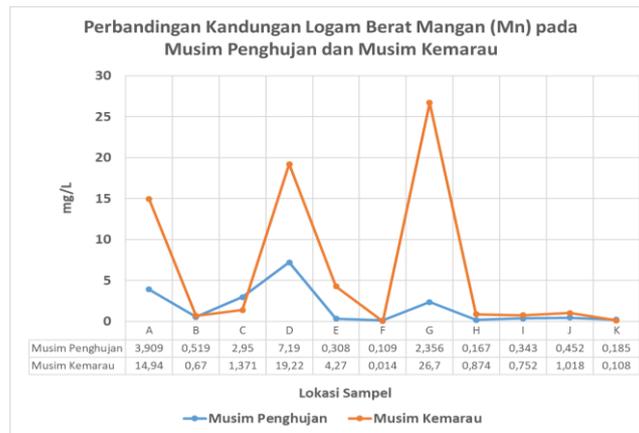
Parameter	Metode
Besi (Fe) Total	SNI.06.6989.4.2009
Mangan (Mn) Total	SNI.06.6989.5.2009
Residu Tersuspensi (TSS)	SNI.06.6989.3.2004
pH	SNI.06.6989.11.2004

**HASIL**

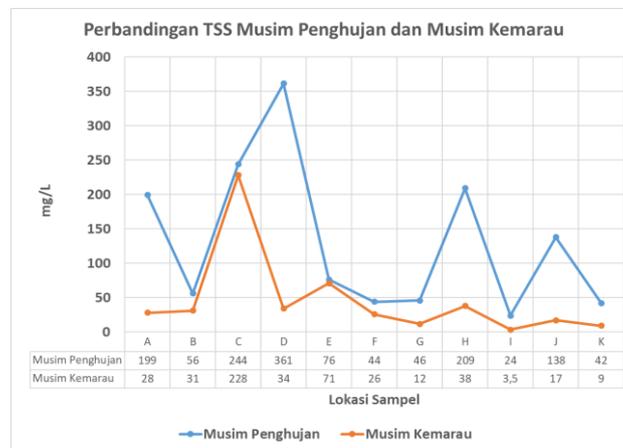
Hasil analisa air limbah yang berasal dari 11 (sebelas) perusahaan tambang batubara yang berada di Kota Sawahlunto dibandingkan dengan Kepmen-LH tentang bakumutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pertambangan batubara yang mengatur air limbah yang berasal dari kegiatan penambangan dan pengolahan/ pencucian batubara. Grafik hubungan perbandingan kandungan logam berat besi (Fe) pada musim hujan dan musim kemarau terhadap lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2, grafik hubungan perbandingan kandungan logam berat mangan (Mn) pada musim hujan dan musim kemarau terhadap lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3, grafik hubungan perbandingan TSS pada musim hujan dan musim kemarau terhadap lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4, grafik hubungan perbandingan pH pada musim hujan dan musim kemarau terhadap lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



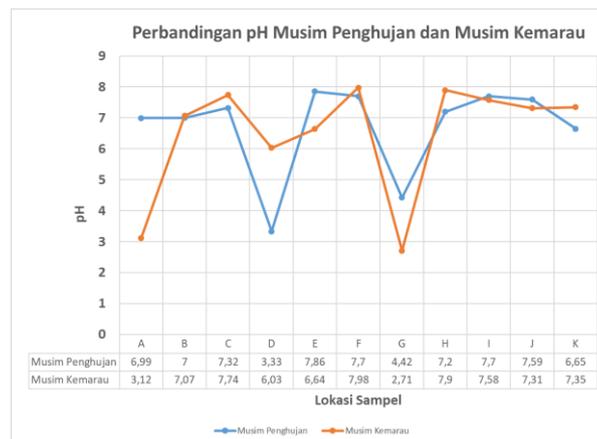
Gambar 2. Grafik Perbandingan nilai kandungan logam berat besi (Fe) di musim penghujan dan kemarau



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai kandungan logam berat mangan (Mn) di musim penghujan dan kemarau



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai TSS di musim penghujan dan kemarau



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai pH di musim penghujan dan kemarau

## PEMBAHASAN

### 1. Nilai pH

Hasil pengamatan pH air pada 11 (sebelas) lokasi penelitian yang terlihat pada Gambar 5 diperoleh dengan kisaran 3,33-7,86 di musim penghujan dan 2,71-7,98 di musim kemarau. Pada musim penghujan nilai pH terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi D sebesar (pH = 3,33) dan yang paling tinggi dari lokasi E (pH = 7,86). Pada musim kemarau Nilai pH terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi G (pH = 2,71) dan yang paling tinggi dari lokasi E (pH = 7,98). Setelah dilakukan beberapa kali mengunjungi masing-masing dari 11 (sebelas) perusahaan penambangan batubara yang ada di Kota Sawahlunto, ada beberapa perusahaan yang tidak memiliki titik penaaatan dan treatment pond untuk melakukan *treatment* pengelolaan air sesuai baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan perairan alami. Beberapa perusahaan tersebut seperti lokasi A, D, G, H, E dan C. Menurut Zahroh (2016) penurunan pH terjadi karena Timbulnya H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang dapat menimbulkan peningkatan derajat keasaman pada air buangan tambang. Perubahan keasaman pada air buangan, baik ke arah alkali (pH naik) maupun ke arah asam (pH menurun), akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air disekitarnya.

### 2. Nilai Total Suspended Solid (TSS)

Hasil pengamatan TSS di dalam air limbah pembuangan dari hasil penambangan batubara pada 11 lokasi penelitian yang terlihat pada Gambar 4 diperoleh dengan kisaran 24-361 mg/L di musim penghujan dan 3,5-228 mg/L di musim kemarau. Pada musim penghujan nilai TSS terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi I (TSS = 24 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi D (TSS = 361 mg/L). Pada musim kemarau Nilai TSS terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari PT. Nusa Alam Lestari (TSS = 3,5 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi C (TSS = 228 mg/L). Menurut Novianti (2017) tingginya lapisan air yang membawa tanah tererosi akibat pemindahan material dari pembukaan lahan tambang batubara sehingga dapat mengganggu penetrasi matahari dalam sungai yang membawa dampak lanjutan berupa gangguan peroses pytoplakton juga akan terganggu akibat penetrasi cahaya.

### 3. Nilai Kandungan Logam Berat Besi (Fe)

Hasil pengamatan kandungan logam berat besi (Fe) di dalam air limbah pembuangan dari hasil penambangan batubara pada 11 lokasi penelitian yang terlihat pada Gambar 2 diperoleh dengan kisaran 0,267-24,8 mg/L di musim penghujan dan 0,109-27 mg/L di musim kemarau. Pada musim penghujan nilai kandungan logam berat Fe terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Fe = 0,267 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi A (Fe = 24,8 mg/L). Pada musim kemarau nilai kandungan logam berat Fe terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Fe = 0,109 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi G (Fe = 27 mg/L). Menurut Rahadi, B. dkk (2012) besi umumnya tidak terdapat dalam keadaan terlarut dalam ekosistem air. Menurut Komarawidjaja (2011) kandungan Fe dalam air yang melebihi  $\pm 2$  mg/L akan menimbulkan noda-noda pada peralatan, bahan yang berwarna putih, dan dapat menimbulkan bau selain itu konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/L dapat menyebabkan warna air kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, dapat membentuk endapan pada pipa-pipa logam.

#### 4. Nilai Kandungan Logam Berat Mangan (Mn)

Hasil pengamatan kandungan logam berat mangan (Mn) di dalam air limbah pembuangan dari hasil penambangan batubara pada 11 lokasi penelitian yang terlihat pada Gambar 3 diperoleh dengan kisaran 0,109-7,19 mg/L di musim penghujan dan 0,014-26,7 mg/L di musim kemarau. Pada musim penghujan nilai kandungan logam berat Mn terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Mn = 0,109 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi D (Mn = 7,19 mg/L). Pada musim kemarau nilai kandungan logam berat Mn terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Mn = 0,014 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi G (Fe = 26,7 mg/L). Menurut Aditya, W. P (2015) mangan dapat menimbulkan bau dan rasa pada minuman. Menurut Yogiarti (2014) konsentrasi Mangan yang lebih besar dari 0.5 mg/l, dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minum dan meninggalkan warna coklat-coklatan pada pakaian cucian, dan dapat juga menyebabkan kerusakan pada hati.

### KESIMPULAN

1. Hasil analisis air limbah pertambangan dari 11 (sebelas) lokasi pertambangan di Kota Sawahlunto dibandingkan dengan KepMn LH No.113 tahun 2003 lampiran 1, adalah:
  - a. Pada musim kemarau nilai pH terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi G (pH = 2,71), sedangkan untuk musim penghujan nilai pH terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi D sebesar (pH = 3,33).
  - b. Pada musim penghujan nilai TSS terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi I (TSS = 24 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi D (TSS = 361 mg/L). Pada musim kemarau Nilai TSS terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi I (TSS = 3,5 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi C (TSS = 228 mg/L). Dari 11 (sebelas) perusahaan tambang untuk nilai TSS sudah memenuhi standar baku mutu.
  - c. Pada musim penghujan nilai kandungan logam berat Fe terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Fe = 0,267 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi A (Fe = 24,8 mg/L). Pada musim kemarau nilai kandungan logam berat Fe terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Fe = 0,109 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi G (Fe = 27 mg/L).
  - d. Pada musim penghujan nilai kandungan logam berat Mn terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Mn = 0,109 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi D (Mn = 7,19 mg/L). Pada musim kemarau nilai kandungan logam berat Mn terendah diperoleh dari hasil pembuangan air limbah dari lokasi F (Mn = 0,014 mg/L) dan yang paling tinggi dari lokasi B (Fe = 26,7 mg/L).
2. Masih banyaknya para pelaku industri pertambangan perusahaan yang belum memenuhi baku mutu menurut Kepmen LH Nomor 113 Tahun 2003, maka pemerintah perlu menegaskan bahwa setiap perusahaan harus *men-treatment* air limbah agar sesuai baku mutu dan memiliki titik penataan (bak kontrol) sebelum air limbah dialirkan ke badan perairan alami karena masih ada beberapa perusahaan yang belum memenuhi baku mutu dan langsung mengalirkan air limbah penambangan tanpa *treatment*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan dari seluruh Kepala Teknik Tambang Batubara yang ada di Kota Sawahlunto terkhususnya kepada Kak Nining, Dody Iswandi, Fatih Erdogan dan Papa Khairmansyah. Terima kasih juga atas kerjasama tim analisis Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya W. 2015. Air Tanah Dangkal untuk Air Minum di Sawahlunto. *Jurnal Teknik Air Tanah*. 1(1): 51-58.
- Alfrida E, Ernawita N. 2014. Penaatan Perusahaan Tambang Batubara di Kalimantan Timur terhadap Peraturan Air Limbah Pertambangan. *Jurnal Ecolab* 8 (2).
- Annisa. 2018. Studi Pemantauan Air Limbah Cair Tambang pada PT. Xxx di Muara Teweh Kalimantan Tengah. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(1): 65–71.
- Effendi H. 2013. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1): 25-31.
- Gautama S. 2014. Pembentukan, Pengendalian, dan Pengelolaan Air Asam Tambang. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 19 pp.
- Juliasyah. 2017. Efektivitas Penggunaan Aluminium Sulfat Dalam Menurunkan Kadar Tss (Total Suspended Solid) Air Limbah Penambangan Batu Bara Di Pt. X. *Journal of Islamic Science and Technology* 3(2).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Pertambangan Batubara.
- Komarawidjaja W. 2011. Analisis Indeks Kualitas Air Lingkungan Pertambangan Batubara Pt. Kpc Subdas Sangatta Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Lingkungan* 12(2): 225-231.
- Laksono Dkk. 2019. Analisis Kualitas Air di Lahan Reklamasi Pertambangan Nikel Desa Mohoni Petasia Timur Morowali Utara. Prosiding Seminar Nasional dan Call for papers; Purwokerto, 20 November 2019. Purwokerto: PEI. p. 3-10.
- Luthfi, Hidayat. 2014. Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (*Acid Mining Drainage*) Di Pt. B H U M I Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnal Adhum*, 7(1).
- Novianti YS, DR Panjaitan, dan MA Kamarullah. 2017. Identifikasi Sebaran Material Paf/Naf Berdasarkan Litologi Batuan pada Area Timbunan Overburden. *Jurnal Geosapta* 3(2): 121 – 124.
- Pratiwi, D. F., D. Hidayat, & D. S. Pratama. 2016. Tingkat Pencemaran Logam Kadmium (Cd) dan Kobalt (Co) pada Sedimen di Sekitar Pesisir Bandar Lampung. *Jurnal Analit: Analytical and Environmental Chemistry* 1(1): 61 – 68.
- Rahadi, B. Dkk. 2012. Penentuan Kualitas Air Tanah Dangkal dan Arahan Pengelolaan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1): 11-16.
- Rianti, L. 2017. Analisis Kualitas Air (Fe dan Mn) Tambang Batubara Menggunakan Metode ASTM di Laboratorium Limbah Politeknik Akamigas Palembang. *Jurnal Teknik Patra Akademika* 8(1): 5 – 10.
- Rosariawari, Firra dan M. Irwan. 2014. Efektifitas Pac Dan Tawas Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. 5(1).
- Said, Nusa Idaman. 2014. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara "Alternatif Pemilihan Teknologi". *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 7(2).
- Standar Nasional Indonesia. Metode pengambilan air limbah, SNI.6989.59. 2008.
- Standar Nasional Indonesia. Metode analisis kandungan Besi total SNI.06.6989.4.2009.
- Standar Nasional Indonesia. Metode analisis kandungan Mangan total SNI.06.6989.5.2009.
- Standar Nasional Indonesia. Metode analisis Residu Tersuspensi SNI.06.6989.3.2004.
- Standar Nasional Indonesia. Metode analisis pH SNI.06.6989.11.2004.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

- Yogiarti. 2014. Analisis Kadar Fosfat Air Sungai di Desa Beng, Gianyar Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Analit: Analytical and Environmental Chemistry* 4(1): 21-28.
- Zahroh. 2016. Dampak Aktivitas Penambangan Batubara terhadap Kualitas Air Sungai Enim di Kecamatan Lawang Kidul Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Antologi Pendidikan Geografi*, 4(2).