



KERTASKEBIJAKAN **URGENSI PERATURAN KHUSUS** **MENGENAI BAKU MUTU PEMBUANGAN** **AIR LIMBAH PLTU BATUBARA KE LAUT**

2018 | Indonesian Center for Environmental Law

TIM PENULIS

Angela Vania Rustandi, S.H.
Ohiongyi Marino Pandapotan, S.H.

Penyunting
Henri Subagiyo, S.H., M.H.
Raynaldo Sembiring, S.H.

*Kertas kebijakan ini adalah hasil studi ICEL,
isi dan pendapat dalam policy paper ini
seluruhnya merupakan tanggung jawab ICEL*

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	IV
Ringkasan Eksekutif.....	V
I. Latar Belakang.....	1
II. Potensi Dampak Negatif Kegiatan PLTU Batu bara Bagi Ekosistem Pesisir dan Laut.....	4
III. Analisis Peraturan Perundang-Undangan dalam Mencegah Potensi Dampak dari Kegiatan PLTU Batu bara Bagi Ekosistem Pesisir dan Laut.....	8
IV. Rekomendasi Penguatan Peraturan Perundang-Undangan Untuk Mencegah Potensi Dampak Kegiatan PLTU Batu bara Bagi Ekosistem Pesisir dan Laut.....	16
V. Kesimpulan.....	19
Daftar Lampiran.....	20
Daftar Pustaka.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1:	Baku Mutu Air Lindi Penimbunan Akhir berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.63/ Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2016 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fasilitas Penimbunan Akhir.....	20
Lampiran 2:	PLTU-PLTU Batu bara yang Melampaui Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Laporan Pembuangan Air Limbah.....	22

KATA PENGANTAR

Meningkatnya jumlah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batu bara yang direncanakan untuk dibangun mengakibatkan meningkatnya potensi dampak negatif terhadap ekosistem pesisir dan laut yang ditimbulkan kegiatan tersebut. Untuk itu, dibutuhkan peraturan perundang-undangan yang kuat untuk mengendalikan kegiatan PLTU Batu bara sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem pesisir dan laut. Sebagai lembaga yang bergerak di bidang advokasi hukum lingkungan, *Indonesian Center for Environmental Law* (ICEL) memandang adanya kebutuhan dan urgensi untuk menyusun Kertas Kebijakan ini. Kertas Kebijakan ini diharapkan dapat mendorong adanya pembentukan peraturan baru yang khusus menetapkan baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Peraturan baru ini akan memberikan perlindungan hukum yang lebih kuat bagi ekosistem pesisir dan laut dari potensi pencemaran dan/atau kerusakan yang dihasilkan kegiatan PLTU Batu bara.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dengan berbagi pengetahuan, data, informasi, dan pengalaman yang sangat membantu Penulis dalam menyusun Kertas Kebijakan. Tidak lupa juga Penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh tim penulis Kertas Kebijakan ini atas kontribusinya.

Penulis menyadari bahwa Kertas Kebijakan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis senantiasa menyambut saran dan kritik yang konstruktif dari para pembaca untuk memperbaiki penelitian penulis kedepannya. Akhir kata, penulis berharap Kertas Kebijakan ini dapat bermanfaat untuk peningkatan sarana pengendalian kegiatan pembuangan air limbah PLTU Batu bara ke laut.

Jakarta, 15 November 2018
Henri Subagiyo
Direktur Eksekutif
Indonesian Center for Environmental Law

RINGKASAN EKSEKUTIF

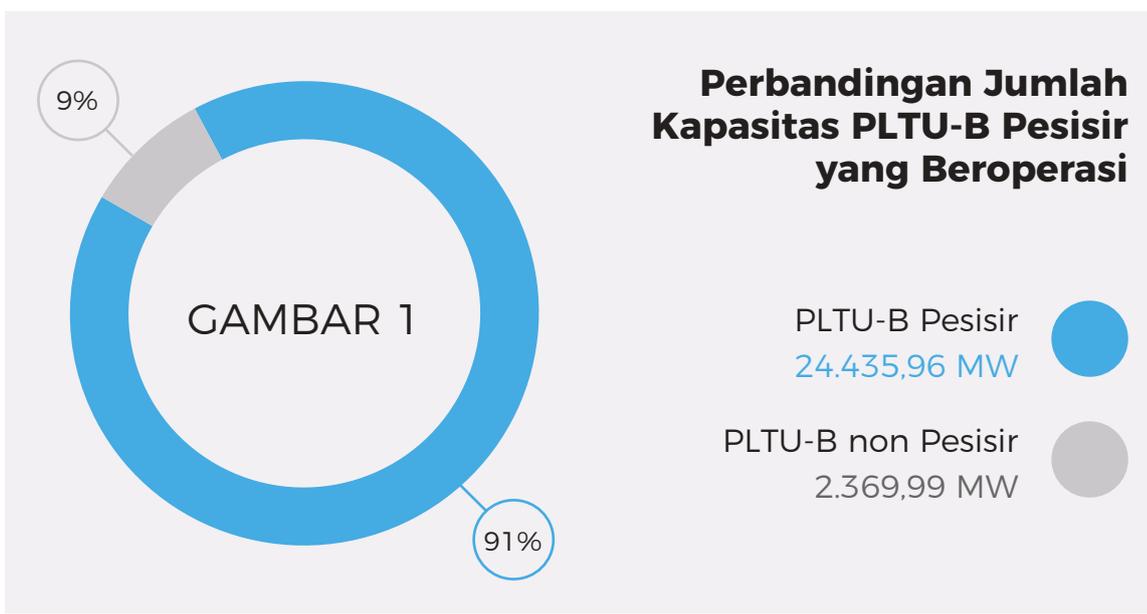
Perlindungan hukum yang kuat dibutuhkan untuk menciptakan laut yang sehat dan lestari. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan menciptakan peraturan yang bertujuan untuk mengendalikan kegiatan-kegiatan yang berpotensi mencemari dan/atau merusak lingkungan sehingga tidak mencemari laut. Semakin masifnya kegiatan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batu bara mengakibatkan kegiatan ini menjadi salah satu kegiatan yang berpotensi mencemari dan/atau merusak lingkungan, terutama karena sebagian besar kegiatan PLTU Batu bara dilakukan di wilayah pesisir. 82% PLTU Batu bara, baik yang rencana ataupun sudah dioperasikan, terletak di wilayah pesisir. PLTU Batu bara terletak di wilayah pesisir karena membutuhkan air laut dalam jumlah besar. Menurut Greenpeace (2013), jumlah air yang dipakai 8.359 PLTU Batu bara yang ada di dunia ini dapat memenuhi kebutuhan air untuk 1 milyar orang. Akibatnya, dampak negatif yang ditimbulkan kegiatan PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut pun juga signifikan. Oleh karena itu, dibutuhkan peraturan perundang-undangan sebagai sarana pengendalian yang dapat mencegah pencemaran dan/atau kerusakan ekosistem pesisir dan laut dari kegiatan PLTU Batu bara.

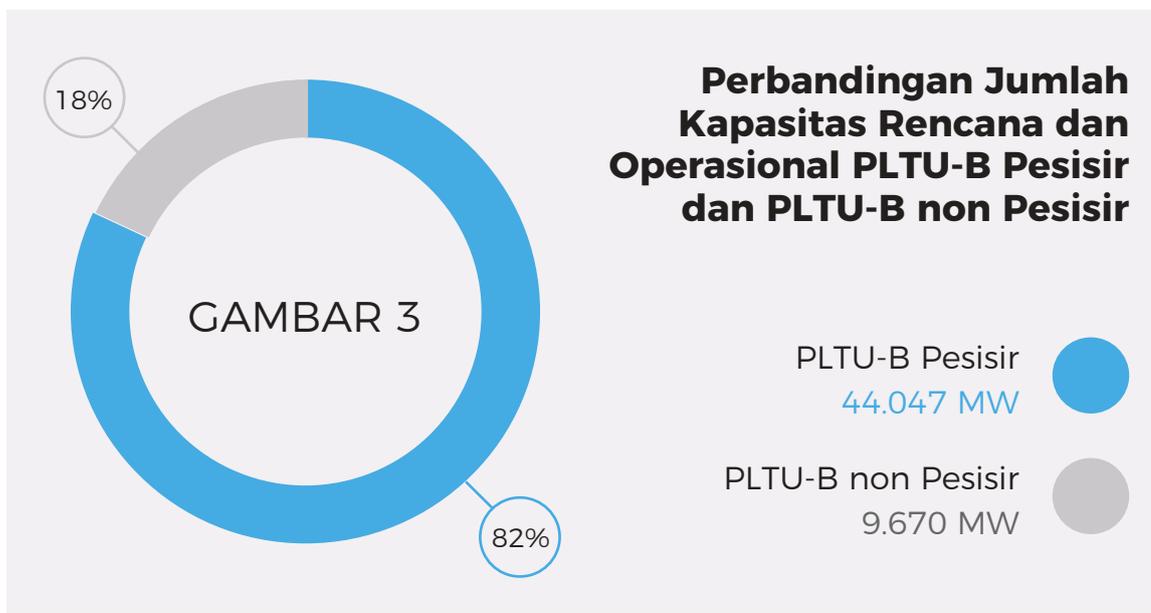
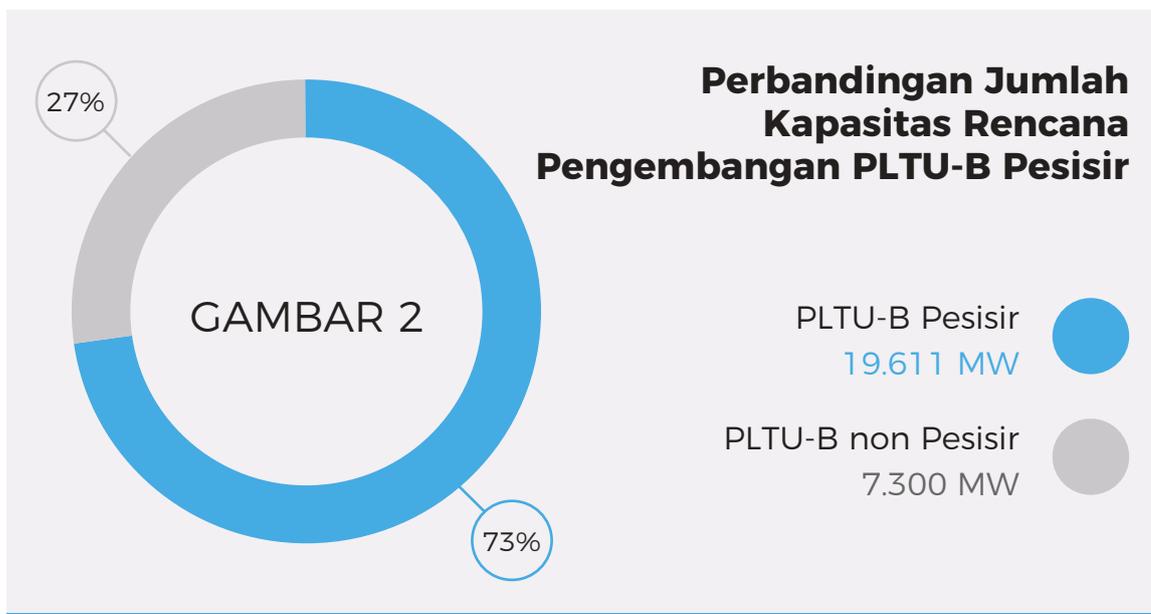
Kertas kebijakan ini bertujuan untuk menganalisis kelemahan dari peraturan perundang-undangan yang ada dalam mencegah pencemaran dan/atau kerusakan ekosistem pesisir dan laut dari kegiatan PLTU Batu bara. Peraturan perundang-undangan yang dianalisis di sini adalah (1) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ("UU No. 32 Tahun 2009), (2) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut ("KepmenLH No. 51 Tahun 2004"), (3) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal ("PermenLH No. 8 Tahun 2009), dan (4) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.63/Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2016 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fasilitas Penimbunan Akhir ("PermenLHK No. 63 Tahun 2016"). Data yang digunakan dalam Kertas Kebijakan ini diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yakni (1) daftar PLTU-PLTU Batu bara di Indonesia sampai dengan tahun 2015, (2) daftar izin pembuangan air limbah ke laut sampai dengan tahun 2017, dan (3) laporan pemantauan kegiatan pembuangan air limbah PLTU Batu bara yang terdiri dari laporan 21 PLTU di Indonesia dari bulan Juni 2016 sampai bulan Juli 2017. Di samping itu, digunakan pula perbandingan dengan baku mutu air limbah dari Amerika Serikat. Berdasarkan hasil analisis, Kertas Kebijakan ini akan memberikan rekomendasi untuk memperkuat peraturan perundang-undangan sehingga dapat secara maksimal mencegah timbulnya dampak negatif dari PLTU Batu bara bagi ekosistem pesisir dan laut.

I. LATAR BELAKANG

Jumlah pembangkit listrik yang ada di Indonesia, baik yang sudah beroperasi atau masih direncanakan, didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (“PLTU”) Batu bara dan sebagian besar PLTU Batu bara tersebut terletak di wilayah pesisir. Dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (“RUPTL”) 2018-2027, target bauran energi akhir tahun 2025 untuk PLTU Batu bara paling besar yaitu 54,4%¹ sedangkan untuk energi baru terbarukan hanya 23%, gas 22,2%, dan untuk BBM 0,4%.² Untuk mencapai target tersebut, sudah ada PLTU Batu bara dengan total kapasitas 26.805,95 MW yang beroperasi dimana 24.435,96 MW atau 91,3% dari total kapasitas tersebut terletak di wilayah pesisir (Gambar 1).³ Sedangkan jumlah kapasitas PLTU Batu bara yang direncanakan dalam RUPTL 2018-2027 adalah 26.911 MW dan yang terletak di wilayah pesisir sebesar 19.611 MW atau mencapai 73% (Gambar 2).⁴ Secara keseluruhan, jumlah kapasitas PLTU Batu bara, baik yang rencana maupun yang sudah beroperasi, yang terletak di wilayah pesisir mencapai 44.047 MW dari total 53.717 MW atau 82% (Gambar 3).⁵

Masih dominannya penggunaan PLTU Batu bara di Indonesia berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, termasuk dampak negatif bagi ekosistem pesisir dan laut. Perlindungan ekosistem pesisir dan laut menjadi aspek yang perlu diperhatikan karena kegiatan PLTU batu bara umumnya terletak di wilayah pesisir. Seluruh kegiatan operasional PLTU Batu bara, dimulai dari transportasi batu bara, penyimpanan batu bara, sampai air limbah hasil pembakaran batu bara, dapat menurunkan kualitas air laut dan mengganggu kehidupan flora dan fauna air. Atas permasalahan ini, *Indonesian Center For Environmental Law (ICEL)* memberikan perhatian khusus dengan menyusun Kertas Kebijakan untuk memberikan rekomendasi kepada pemerintah untuk memperkuat kebijakan yang sudah ada.





Kertas Kebijakan ini akan berusaha menjawab dua pertanyaan penelitian berikut:

1. Apakah peraturan perundang-undangan yang ada dapat mendukung upaya pencegahan pencemaran dan/atau kerusakan laut dari masifnya pembangunan PLTU Batu bara di wilayah pesisir?
2. Apa rekomendasi yang dapat diberikan untuk memperkuat peraturan perundang-undangan dalam mencegah timbulnya dampak negatif dari kegiatan PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut?

Metode penelitian yang digunakan dalam menyusun Kertas Kebijakan ini adalah penelitian hukum normatif⁶ yang bertujuan untuk menganalisis kelemahan dari peraturan perundang-undangan yang ada dalam mencegah pencemaran dan/atau kerusakan laut

dari kegiatan PLTU Batu bara. Ada tiga jenis data primer yang penulis dapatkan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yakni (1) daftar PLTU-PLTU Batu bara di Indonesia sampai dengan tahun 2015, (2) daftar izin pembuangan air limbah ke laut sampai dengan tahun 2017, dan (3) laporan pemantauan kegiatan pembuangan air limbah PLTU Batu bara yang terdiri dari laporan 21 PLTU di Indonesia dari bulan Juni 2016 sampai bulan Juli 2017 (“Laporan Pembuangan Air Limbah”). Laporan ini berisi laporan pemantauan baku mutu air limbah yang dilakukan setiap bulan dan laporan pemantauan baku mutu air laut yang dilakukan 3 bulan sekali. Dari 17 PLTU Batu bara ada 2 PLTU Batu bara yang tidak membuang air limbah ke laut sehingga Laporan Pembuangan Air Limbah ini hanya berfokus pada 15 PLTU Batu bara saja yang membuang air limbahnya ke laut.⁷

Ada empat peraturan yang menjadi bahan hukum primer yaitu: (1) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (“UU No. 32 Tahun 2009”), (2) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut (“KepmenLH No. 51 Tahun 2004”), (3) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal (“PermenLH No. 8 Tahun 2009”), dan (4) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.63/Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2016 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fasilitas Penimbunan Akhir (“Permen-LHK No. 63 Tahun 2016”).

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan adalah studi kepustakaan, permohonan informasi ke KLHK yang dilakukan dari tanggal 6 Januari 2017 sampai dengan 7 Juni 2018, serta diskusi dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan ahli-ahli di bidang pencemaran laut, wilayah pesisir, dan PLTU batu bara. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) pendekatan perundang-undangan dan sinkronisasi untuk menelaah seluruh peraturan perundang-undangan terkait pencegahan dampak negatif dari PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut secara komprehensif dan (2) pendekatan perbandingan dengan baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara dengan Amerika Serikat.⁸ Pemilihan negara Amerika Serikat dengan pertimbangan adanya ketersediaan data dan dokumen dari negara tersebut. Data akan dianalisis secara kualitatif untuk menjawab dua permasalahan hukum yang telah dijabarkan di atas.

II. POTENSI DAMPAK NEGATIF KEGIATAN PLTU BATUBARA BAGI EKOSISTEM PESISIR DAN LAUT



Kegiatan PLTU Batu bara membutuhkan air dalam kuantitas yang cukup besar untuk proses pendinginan pembangkit sehingga biasanya kegiatan PLTU Batu bara berada di wilayah pesisir. Air dibutuhkan sejak dari pengangkutan batu bara, penyimpanan batu bara, dan untuk mendinginkan dan mengembunkan uap. Air yang dibutuhkan untuk proses pendinginan bergantung dari teknologi yang dibutuhkan, tetapi rata-rata satu PLTU Batu bara memasok air laut sebanyak 13.515 gallon dan menggunakan 482 gallon air per MWh untuk proses pendinginan dan pengembunan uap.⁹

Greenpeace (2013) mengestimasi ada 8.359 PLTU Batu bara di dunia tahun 2013 dan setiap tahunnya total air yang digunakan seluruh PLTU Batu bara tersebut dapat memenuhi kebutuhan air 1 milyar orang.¹⁰

Jumlah ini dapat bertambah dua kali lipat apabila seluruh PLTU yang direncanakan di dunia beroperasi.¹¹

Dengan berada di wilayah pesisir, dampak yang ditimbulkan PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut pun juga cukup signifikan. Penulis membagi dampak negatif yang ditimbulkan oleh PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut ke dalam tiga bagian yakni potensi dampak sebelum proses pembakaran batu bara, potensi dampak selama proses pengoperasian *boiler*, dan potensi dampak setelah proses pembakaran batu bara.

Potensi Dampak Sebelum Proses Pembakaran Batu Bara

a. Debu batu bara dari kegiatan penyimpanan, pengangkutan dan bongkar muat batu bara.

Batu bara dapat diangkut menggunakan truk, kereta, tongkang, atau melalui pipa dengan air sebagai media transportasi (*slurry pipeline*).⁸ Sebelum diangkut, batu bara akan disemprot dengan air terlebih dahulu untuk mengurangi debu-debu yang akan berterbangan terkena angin. Batu bara selanjutnya diangkut ke tempat penyimpanan batu bara. Apabila kegiatan pengangkutan, bongkar muat dan penyimpanan batu bara dalam keadaan terbuka, tidak menutup kemungkinan debu batu bara tertiuap angin dan jatuh ke laut atau batu bara tumpah ke laut saat proses bongkar muat.¹³

Partikel-partikel batu bara yang ada di laut dapat meningkatkan keke-ruhan air laut sehingga menghambat proses fotosintesis dari produsen primer yang kemudian akan mengganggu keseluruhan rantai makanan.¹⁴ Partikel batu bara juga dapat menyumbat organ pencernaan dan perna-pasan hewan-hewan laut sehingga mengurangi efisiensi kinerja organ dan merusak organ-organ tersebut.¹⁵ Partikel batu bara yang jatuh sam-pai ke dasar laut akan mencekik pernafasan hewan-hewan dan tanaman-tanaman yang ada di dasar laut.¹⁶

**b. Air limpasan dan air lindi dari penyimpanan batu bara
(*coal stockpile*)**

Apabila tempat penyimpanan batu bara dalam keadaan terbuka, batu bara yang terke-na air hujan akan menghasilkan air limpasan dan air lindi. Air limpasan adalah air hujan yang mengalir di permukaan tumpukan batu bara dan membawa serbuk batu bara yang menempel pada badan batu bara.¹⁷ Air lindi adalah air yang mengandung organik dan anorganik elemen hasil pencucian batu bara dan kemudian masuk ke tanah atau badan air lainnya.¹⁸ Air limpasan dan air lindi akan dialirkan ke kolam pengendapan (*settling pond*) untuk mengendapkan partikel-partikel padat dalam batu bara dan men-gurangi kandungan logam berat dalam air lindi dan air limpasan.¹⁹

Dampak negatif terbesar yang dapat ditimbulkan dari air lindi dan air limpasan adalah kandungan logam berat yang dikandungnya, misalkan seng, timbal, aluminium, arsen, dan tembaga.²⁰ Logam berat ini bersi-fat beracun bagi tanaman, ikan, margasatwa, dan serangga akuatik ser-ta menurunkan kualitas badan air penerima sehingga tidak layak untuk menjadi sumber air minum dan sumber rekreasi.²¹

Potensi Dampak Selama Proses Pengoperasian *Boiler*

a. Kematian organisme akuatik akibat pemasokan air laut melalui *cooling water intake structure*

Ada dua dampak yang dapat ditimbulkan dari pemasokan air laut melalui *cooling wa-ter intake structure*. Ketika air laut dalam jumlah besar diambil untuk proses pendi-nginan kondenser, organisme akuatik seperti plankton, benthos, ikan, dan larva dapat ikut tertarik masuk dan terjebak di dalam *cooling water intake structure*.²² Perubahan suhu dan perubahan tekanan secara tiba-tiba akan mengakibatkan kematian bagi orga-nisme akuatik tersebut.²³ Apabila dalam *cooling water intake structure* dipasang saringan (*screen*), organisme akuatik dapat tertahan di saringan²⁴ dan mati.

Kematian biota-biota laut akan mengganggu keseimbangan rantai makanan. Misalkan, penurunan populasi telur dan larva akibat mati terseret ma-suk ke dalam *cooling water intake structure* akan mengakibatkan berku-

rangnya sumber makanan bagi burung dan ikan sehingga kompetisi untuk mendapatkan makanan akan meningkat. Apabila area tempat penurunan populasi telur dan larva merupakan area migrasi untuk spesies-spesies tertentu, penurunan populasi telur dan larva dapat mengganggu keseimbangan rantai makanan skala lokal dan regional. Lebih jauh lagi, hal ini dapat berdampak pada perekonomian dan pariwisata area yang bersangkutan.

b. Limbah air panas/limbah bahang hasil proses pendinginan pembangkit yang dibuang ke laut

Pada saat PLTU Batu bara beroperasi, suhu pada kondensor naik dengan cepat sehingga mengakibatkan kondensor menjadi panas. Air laut yang dipasok dengan *cooling water intake structure* akan digunakan untuk mendinginkan kondenser sehingga kondenser dapat kembali beroperasi.

Air laut yang telah menjadi panas disebut sebagai limbah bahang/limbah air panas dan akan dibuang ke laut. Pembuangan limbah bahang dengan suhu yang lebih tinggi dengan suhu air laut akan mengakibatkan peningkatan suhu air laut, menurunkan kadar oksigen dalam laut, dan menurunkan kualitas ekosistem laut.²⁵

Kebiasaan hidup, tingkat pertumbuhan, dan tingkat reproduksi bentos, alga, karang, dan organisme-organisme lainnya dapat terpengaruh sehingga berujung pada kematian.²⁶ Peningkatan suhu air laut sampai melebihi 31°C akan mengakibatkan pemutihan karang (*coral bleaching*)²⁷ serta merubah pola migrasi dan reproduksi biota laut.²⁸ Peningkatan suhu air laut sebesar 1,5°C-2,5°C juga akan mempengaruhi populasi kelompok cetacean.²⁹

c. Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan PLTU Batu bara

Air limbah yang dimaksud di sini adalah air limbah selain limbah bahang, air lindi, dan air limpasan, yaitu air limbah yang bersumber dari proses pencucian (dengan atau tanpa kimia) dari semua peralatan logam, *blowdown cooling tower*, *blowdown boiler*, laboratorium, regenerasi resin *water treatment plant*, air limbah dari kegiatan fasilitas desalinasi, dan air limbah yang mengandung minyak yang berasal dari drainase lantai kerja, kebocoran (*seepage*), kebocoran air limbah dari pencucian peralatan.³⁰ Apabila tidak dikelola dengan baik, polutan dan mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah tersebut akan berpindah ke laut ketika air limbah dibuang.³¹ Misalkan air limbah dari hasil pencucian peralatan logam akan mengandung logam berat yang berasal dari bahan konstruksi peralatan yang dicuci, biasanya berupa besi, nikel, seng, dan tembaga.³² Besarnya derajat negatif yang timbul dari air limbah tersebut bervariasi bergantung kesehatan komunitas sekitar, karakteristik limbah, dan tindakan pengelolaan limbah yang dilakukan.³³

Potensi Dampak Setelah Proses Pembakaran Batu bara

a. Air lindi dari tempat penyimpanan abu batu bara

Batu bara yang telah dibakar akan menghasilkan limbah padat hasil pembakaran batu bara (*coal combustion residue*) yang terdiri dari *fly ash*, *bottom ash*, *boiler slag*, dan limbah padat dari *Flue Gas Desulfurization* ("FGD").³⁴ Proporsi terbesar dari limbah padat hasil pembakaran batu bara adalah *fly ash* dan *bottom ash*³⁵ yang biasanya disebut sebagai abu batu bara dengan komposisi keduanya yaitu 75%-80% *fly ash* dan 20%-25% *bottom ash*.³⁶ Ada dua metode untuk menangani abu batu bara, yaitu penanganan basah dan penanganan kering. Pada penanganan basah, abu batu bara akan dialirkan menggunakan air ke kolam pengendapan (*settling pond*). Abu batu bara akan mengendap di dasar kolam dan air yang ada di kolam akan dibuang ke laut atau dipompa kembali ke pembangkit untuk digunakan kembali. Pada penanganan kering, abu batu bara akan langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill*) tanpa menggunakan media air. Air lindi akan dihasilkan baik pada kolam pengendapan ataupun tempat pembuangan akhir. Biasanya, pada kolam pengendapan dan tempat pembuangan akhir akan dipasang lapisan pengendap (*liner*) di bawahnya untuk mencegah air lindi meresap ke air tanah dan menjamin air lindi diolah dengan baik sebelum dibuang ke laut.

Air lindi yang dihasilkan dari kolam pengendapan dan tempat pembuangan akhir mengandung logam berat yang berbahaya bagi ekosistem laut karena logam berat ini bersifat bioakumulasi, artinya logam berat tidak akan terdegradasi dan konsentrasinya akan semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya posisi logam berat di rantai makanan.³⁷ Karakteristik dan kandungan logam berat dalam setiap abu batu bara bervariasi bergantung dari tipe batu bara, kondisi pembakaran batu bara, teknologi yang digunakan untuk mengontrol emisi, dan metode penanganan abu batu bara.³⁸

Beberapa logam berat paling berbahaya yang umumnya terdapat dalam air lindi adalah arsen, merkuri, selenium, timbal, kadmium, boron, bromida, nitrogen, dan fosfor.³⁹

b. Emisi hasil PLTU Batu bara sebagai kontributor hujan asam

Batu bara yang dibakar memancarkan sejumlah polutan seperti NO_x dan SO₃ yang merupakan kontributor utama dalam hujan asam.⁴⁰ Asam dalam air hujan menambah kemampuan air itu untuk melarutkan dan membawa lebih banyak logam-logam berat keluar dari tanah sampai akhirnya mencapai laut, misalkan arsenik, nikel, krom, timbal, dan merkuri.⁴¹ Hujan asam juga mengakibatkan asidifikasi laut yang akan menurunkan kualitas laut dan mengganggu proses metabolisme hewan-hewan di laut.⁴²

III. ANALISIS PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN DALAM MENCEGAH POTENSI DAMPAK DARI KEGIATAN PLTU BATUBARA BAGI EKOSISTEM PESISIR DAN LAUT

Mengacu kepada 6 jenis potensi dampak negatif kegiatan PLTU Batu bara yang telah diuraikan sebelumnya, Penulis melakukan analisis apakah peraturan perundang-undangan Indonesia sudah cukup kuat untuk mencegah timbulnya dampak-dampak negatif tersebut. Ada empat dasar hukum yang diacu dalam melakukan analisa peraturan perundang-undangan yaitu UU No. 32 Tahun 2009, PermenLHK No. 8 Tahun 2009, KepmenLH No. 51 Tahun 2004, dan PermenLHK No. 63 Tahun 2016. Masing-masing peraturan memiliki objek peraturan yang berbeda-beda tetapi seluruhnya bertujuan untuk melindungi lingkungan hidup. KepmenLH No. 51 Tahun 2004 menetapkan baku mutu air laut, PermenLH No. 8 Tahun 2009 menetapkan baku mutu air limbah untuk kegiatan pembangkit listrik tenaga termal, termasuk PLTU Batu bara dan PermenLH No. 63 Tahun 2016 menetapkan baku mutu air lindi yang dihasilkan dari penimbunan limbah bahan berbahaya dan beracun di fasilitas penimbunan akhir. Berdasarkan analisis, Penulis menarik kesimpulan bahwa

PermenLH No. 8 Tahun 2009 tidak cukup kuat untuk menjadi acuan baku mutu air limbah untuk kegiatan pembuangan air limbah PLTU Batu bara ke laut.

PermenLH No. 8 Tahun 2009 merupakan peraturan yang menetapkan baku mutu air limbah untuk pembangkit listrik tenaga termal, termasuk pula di dalamnya PLTU Batu bara. Baku mutu ditetapkan berdasarkan sumber kegiatan-kegiatan PLTU Batu bara yang menghasilkan air limbah.⁴³ Setiap jenis kegiatan memiliki parameternya sendiri dimana setiap parameter ditetapkan kadar maksimum yang tidak boleh dilampaui. Terdapat empat alasan mengapa PermenLH No. 8 Tahun 2009 tidak cukup kuat menjadi acuan baku mutu air limbah yang dibuang ke laut oleh PLTU Batu bara.

1. PermenLH No. 8 tahun 2009 merupakan turunan dari PP No. 82 Tahun 2001

Pada bagian menimbang PermenLH No. 8 Tahun 2009, dinyatakan bahwa PermenLH No. 8 Tahun 2009 dibentuk sebagai bentuk pelaksanaan dari pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air ("PP No. 82 Tahun 2001").⁴⁴ Artinya adalah PermenLH No. 8 Tahun

2009 merupakan turunan dari PP No. 82 Tahun 2001. Sedangkan PP No. 82 Tahun 2001 mengatur mengenai semua air yang terdapat di atas dan bawah permukaan kecuali air laut.⁴⁵ Lebih lanjut dijelaskan bahwa pengaturan PP ini diperuntukkan untuk sumber air yaitu wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ dan muara. Oleh sebab itu, peraturan menteri ini diperuntukkan untuk kegiatan pembangkit listrik tenaga termal yang membuang air limbah ke semua badan air yang terdapat di atas dan bawah permukaan kecuali air laut.

2. Baku Mutu untuk Suhu Limbah Bahang dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 Tidak Mendukung Terpenuhinya Baku Mutu Suhu Air Laut dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004

Baik PermenLH No. 8 Tahun 2009 dan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 bertujuan sebagai sarana pengendalian pencemaran dan/atau perusakan lingkungan.⁴⁶ PermenLH No. 8 Tahun 2009 melakukan pengendalian terhadap kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan, dalam hal ini yaitu pembangkit listrik tenaga termal, dengan cara menetapkan baku mutu air limbah. KepmenLH No. 51 Tahun 2004 melakukan pengendalian khusus untuk pencemaran dan/atau perusakan lingkungan laut dengan cara menetapkan baku mutu air laut. Air limbah setelah diolah oleh PLTU Batu bara akan dibuang ke laut. Air limbah yang telah selesai diolah harus menaati baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009. Ketika air limbah tersebut dibuang ke laut, air limbah seharusnya tidak mengakibatkan terlampauinya baku mutu air laut yang ditetapkan dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004.

Dalam menetapkan baku mutu air laut, KepmenLH No. 51 Tahun 2004 terkait suhu air laut menetapkan baku mutu suhu dengan standard baku mutu adalah alami. Maksud alami di sini adalah kondisi normal suatu lingkungan dan dapat bervariasi setiap saat, misalkan pada siang hari, malam hari, dan musim yang berbeda.⁴⁷ Standard alami ini disertai dengan keterangan bahwa diperbolehkan terjadi perubahan suhu sampai dengan $<2^{\circ}\text{C}$ dari suhu alami. Standar perbedaan $<2^{\circ}\text{C}$ dari suhu alami yang diatur dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004 ini harus dipatuhi karena KepmenLH No. 51 Tahun 2004 merupakan satu-satunya peraturan yang menetapkan baku mutu untuk air laut dan perbedaan suhu air laut lebih dari 2°C akan mengganggu organisme laut. Kenaikan suhu sebesar 3°C - 5°C akan mengakibatkan kematian bagi organisme laut dan kenaikan suhu sebesar 2°C - 3°C akan mengakibatkan dampak kronis⁴⁹, misalkan mengganggu pola distribusi beberapa jenis organisme laut, menghambat metabolisme, dan menghambat fotosintesis.⁵⁰

Rata-rata suhu air laut di Indonesia adalah $29,5^{\circ}\text{C}$.⁵¹

Peningkatan temperatur yang diperbolehkan dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004 hanya mencapai 31,5°C. Sementara PermenLH No. 8 Tahun 2009 memperbolehkan temperatur air bahang mencapai 40°C sebelum dibuang ke badan air penerima air limbah.⁵²

Akibatnya, baku mutu yang terlalu longgar ini mengakibatkan sulit mendukung terwujudnya baku mutu air laut yang telah ditetapkan dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004.⁵³ Di samping itu, tidak ada penjelasan lebih lanjut apakah maksimal suhu 40°C ini untuk limbah bahang ketika pertama kali keluar dari kondenser atau saat dibuang ke badan air (titik *outfall*).

Akibatnya, limbah bahang ketika pertama kali dibuang ke badan air tidak akan dapat memenuhi parameter suhu baku mutu air laut dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004. Parameter suhu baku mutu air laut baru akan tercapai di luar daerah *mixing zone*.⁵⁴ Walaupun baku mutu air laut akan terpenuhi di luar daerah *mixing zone*, ada potensi terjadinya peningkatan suhu air laut secara permanen akibat tingginya suhu air limbah yang dibuang ke laut dalam daerah *mixing zone*. Sudah ada penelitian-penelitian yang dilakukan untuk membuktikan bahwa pembuangan limbah bahang dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu air laut mengakibatkan peningkatan suhu air laut secara permanen. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2015 menunjukkan bahwa suhu permukaan laut yang terpengaruhi limbah bahang dari PLTU Tanjung Jati B Jepara menyebar dengan jarak 4.709 meter dan suhu maksimal mencapai 34,5°C.⁵⁵ Penelitian yang dilakukan pada tahun 2014 terhadap PLTU Jeneponto juga membuktikan bahwa sejak PLTU Jeneponto beroperasi tahun 2005 suhu air laut yang awalnya berkisar antara 28°C-29°C meningkat menjadi 29,7°C-33,4°C akibat pembuangan limbah bahang.⁵⁶ Selain peningkatan suhu air laut, pembuangan limbah bahang PLTU Jeneponto juga mengakibatkan perairan di sekitar wilayah pengoperasian PLTU masuk dalam kategori pencemaran sedang/cukup berat sampai kategori pencemaran berat, yang ditunjukkan dengan menurunnya jumlah spesies dan keanekaragaman plankton.⁵⁷

Berdasarkan hasil pengolahan data Laporan Pembuangan Air Limbah, beberapa PLTU Batu bara juga sudah melampaui parameter suhu untuk baku mutu air laut. Apabila hal ini terus dibiarkan, ikan-ikan akan terhambat pertumbuhan dan reproduksinya se-



Mixing zone adalah daerah atau volume air tertentu dimana pembuangan limbah pertama kali dilakukan dan standard baku mutu air laut tertentu diperbolehkan untuk dilampaui. Di beberapa negara, seperti Amerika Serikat, Australia, dan Kanada, *Mixing zone* hanya diperbolehkan bagi PLTU Batu bara yang dapat membuktikan bahwa teknologinya memang tidak mampu untuk menghasilkan air limbah yang mampu memenuhi baku mutu air laut ketika pertama kali dibuang ke laut. PLTU Batu bara tersebut juga harus membuktikan bahwa keberadaan *Mixing zone* tidak akan menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem. Baku mutu air laut akan terpenuhi di luar daerah *Mixing zone*.

hingga akhirnya mati. Kematian ikan dan hilangnya sumber daya ikan akan merugikan nelayan yang bergantung pada ikan sebagai sumber pendapatan mereka. Beberapa gugatan tata usaha negara telah dilayangkan terhadap izin lingkungan PLTU Batu bara di Indramayu, Cirebon, dan Celukan Bawang dimana salah satu dalil yang dibawa para penggugat adalah hilangnya wilayah tangkap nelayan dan penurunan hasil tangkap nelayan sekitar lokasi PLTU Batu bara akibat pembuangan limbah bahang.⁵⁸

3. Ada Parameter-Parameter yang Belum Diatur Dalam Baku Mutu Air Limbah di PermenLH No. 8 Tahun 2009

a. Sumber Kegiatan *Coal Stockpile*

Salah satu sumber kegiatan yang diatur dalam lampiran PermenLH No. 8 Tahun 2009 adalah sumber *coal stockpile*. Menurut PermenLH No. 8 Tahun 2009, sumber *coal stockpile* adalah timbunan batu bara yang menghasilkan air limbah berupa air limpasan.⁵⁹ Tidak ada penjelasan lebih lanjut apakah air limpasan yang dimaksud di sini terdiri dari air yang mengalir di permukaan tumpukan batu bara (air limpasan) dan air yang merembes masuk ke dalam tanah (air lindi). Apabila air limpasan yang dimaksud dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 belum termasuk air lindi, maka ini akan menjadi kelemahan tambahan dari sumber kegiatan *coal stockpile*, yakni belum ada baku mutu untuk air lindi. Parameter-parameter yang ditetapkan untuk baku mutu sumber kegiatan *coal stockpile* adalah pH, TSS, Besi (Fe), dan Mangan (Mn).⁶⁰

Baku mutu kegiatan *coal stockpile* yang ditetapkan dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 ini sangatlah lemah karena hanya menetapkan parameter besi dan mangan dari sekian banyak jenis logam yang mungkin terdapat dalam satu buah batu bara. Kandungan yang terdapat dalam air lindi dan air limpasan akan bersifat *site-specific* bergantung dari tiga faktor yaitu tipe batu bara dan tempat penyimpanannya, air hujan serta pergerakan air lindi.⁶¹ Misalkan, semakin sering hujan, semakin banyak polutan yang terkandung dalam air lindi dan air limpasan.⁶² Batu bara dengan konten sulfur yang tinggi dan pH yang rendah juga merupakan indikator untuk meningkatkan konsentrasi logam berat dalam air lindi.⁶³ Sedangkan, sebuah batu bara mengandung hampir seluruh elemen kimia dalam tabel periodik dan kisaran jumlah konsentrasi setiap elemen kimia tersebut sangat luas.⁶⁴ Xu et. Al. (2004) telah melakukan inventarisasi kandungan logam berat yang umumnya ditemukan di setiap batu bara dengan konsentrasi minimal dan maksimal yang bisa ditemukan di sebuah batu bara (Tabel 1).

Menurun Arens dan Morrissey (2005), kandungan dalam batu bara yang berpotensi terdapat dalam air lindi adalah pH, COD, total padatan terlarut (*total dissolved solid* atau "TDS"), makronutrien berupa nitrat dan fosfor, logam berat (misalkan besi, seng, kadmium, merkuri, timbal, arsen, selenium, dan lain-lain), hidrokarbon, dan berbagai isotop radioaktif misalkan uranium dan throrium.⁶⁶ Penelitian yang dilakukan oleh Warsan

Tabel 1: Konsentrasi Kandungan Logam Berat Pada Sebagian Besar Batu Bara⁶⁵

Logam Berat	Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)	
	Minimal	Maksimal
Cr	0.5	60
Co	0.5	30
Cu	5	50
Pb	0.5	80
Mn	5	300
Ni	0.2	50
Zn	0.2	300
Hg	0.5	1
Ag	0.5	2
As	0.5	80

(2008) menunjukkan bahwa kandungan logam berat dari batu bara terdiri dari tembaga, seng, merkuri, arsen, kadmium dan timbal.⁶⁷ Kurniawan (2015) juga melakukan pengukuran kandungan logam berat pada 9 PLTU Batu bara di Indonesia yang menunjukkan bahwa kandungan logam berat paling dominan dalam batu bara yang digunakan 9 PLTU Batu bara tersebut adalah boron.⁶⁸ Jenis-jenis logam berat lain yang terdapat dalam batu bara adalah barium, kromium, kobalt, nikel, tembaga, seng, kadmium, dan timbal.⁶⁹ Dale (2006) membandingkan kandungan logam berat pada batu bara di Australia dan batu bara di Indonesia dimana dinyatakan bahwa logam berat dengan konsentrasi tinggi yang terdapat dalam batu bara di Indonesia adalah arsen mencapai 5 mg/kg, boron mencapai 100-150 mg/kg, dan selenium mencapai 5 mg/kg, dan merkuri sekitar >0,1 mg/kg.⁷⁰ Melihat sangat bervariasinya jenis logam berat yang dapat terkandung dalam setiap jenis batu bara, parameter-parameter logam berat yang seharusnya ditetapkan sebagai baku mutu air limbah untuk sumber kegiatan *coal stock-pile* setidaknya mencakup pula seluruh jenis logam berat yang telah terbukti ditemukan pada penelitian di atas, yakni kromium, kobalt, tembaga, timbal, nikel, seng, merkuri, perak, arsen, kadmium, boron, selenium dan barium.

b. Sumber Kegiatan Flue Gas Desulfurization Sistem Sea Water Wet Scrubber

Flue Gas Desulfurization (FGD) adalah proses untuk menyerap sulfur dioksida (SO²) dari

emisi gas buang.⁷¹ FGD dapat dilakukan dengan dua cara yaitu *wet scrubbing* dan *dry scrubbing*. Kedua cara ini menggunakan air dalam prosesnya tetapi *wet scrubbing* menghasilkan air limbah sedangkan *dry scrubbing* biasanya tidak menghasilkan air limbah karena sebagian besar air sudah menguap.⁷² *Wet scrubbing* dapat menyerap SO₂ mencapai 90%-99% sedangkan *dry scrubbing* hanya dapat menyerap SO₂ sebesar 80%-90%.⁷³

PermenLH No. 8 Tahun 2009 menetapkan baku mutu untuk sumber kegiatan FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber* dengan parameter yang ditetapkan adalah pH dan SO₄⁽²⁻⁾. Akan tetapi, air limbah dari FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber* tidak hanya mengandung sulfur yang diserapnya, tetapi juga kandungan logam berat yang berasal dari batu bara dan ikut terserap bersama dengan sulfur, misalkan selenium, arsen, dan merkuri.⁷⁴ Contohnya, di Amerika Serikat baku mutu untuk air limbah dari FGD terdiri dari parameter arsen, selenium, merkuri, nitrat, dan TDS.⁷⁵ Untuk lebih jelas, berikut adalah karakteristik-karakteristik air limbah dari FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber*:⁷⁶

- a. Konsentrasi *total dissolved solids* (TDS) dan *total suspended solids* (TSS) yang tinggi
- b. Mengandung logam berat yang bervariasi bergantung dari jenis batu bara
- c. Kandungan logam berat dibagi menjadi dua bentuk yaitu partikel padat dan terlarut. Yang perlu ditetapkan sebagai parameter adalah kandungan logam berat yang terlarut karena logam berat akan terlarut bersama air limbah dan ikut dibuang ke laut. Selenium dan boron adalah logam berat yang biasanya larut. Merkuri biasanya dalam bentuk partikel padat, tetapi merkuri yang terlarut walaupun konsentrasinya kecil juga mendapatkan perhatian cukup besar.

4. Tidak ada Penetapan Baku Mutu Air Lindi untuk Sumber Kegiatan “Tempat Penyimpanan dan Penimbunan Abu Batu Bara” dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009

Abu batu bara merupakan limbah padat yang diatur dalam peraturan terpisah yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (“PP No. 101 Tahun 2014”). PP No. 101 Tahun 2014 mengatur mengenai 2 jenis dari abu batu bara yaitu *fly ash* dan *bottom ash* (“FABA”). FABA dikategorikan sebagai limbah B3 dari sumber spesifik khusus yaitu proses pembakaran batu bara pada fasilitas pembangkit listrik tenaga uap PLTU, *boiler* dan/atau tungku industri.⁷⁷ Tahap-tahap pengelolaan FABA terdiri dari pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan.⁷⁸ Pada dasarnya, FABA yang telah dihasilkan akan disimpan di fasilitas penyimpanan.⁷⁹ Setelah melewati jangka waktu 365 hari, FABA wajib dimanfaatkan, diolah, atau ditimbun baik oleh perusahaan PLTU Batu bara itu sendiri atau diserahkan ke pihak ketiga.⁸⁰

Ketika abu batu bara mengalami kontak dengan air, akan dihasilkan air lindi yang mengandung logam berat. Jenis dan konsentrasi logam berat yang terkandung dalam air

lindi bergantung dari jenis dan pH air yang mengalami kontak dengan batu bara.⁸¹ Level pH yang tinggi akan meningkatkan pengendapan logam yang tidak terlarut dan level pH yang rendah akan meningkatkan kelarutan ion logam.⁸² Dengan kata lain, tingkat keasaman yang tinggi mengakibatkan semakin banyak logam berat yang terlarut dalam air lindi.⁸³ Penelitian-penelitian terkait kandungan logam berat yang terdapat dalam abu batu bara juga sudah banyak dilakukan. *The Environmental Integrity Project* menyatakan bahwa beberapa logam berat paling berbahaya yang umumnya terkandung di air lindi adalah arsen, merkuri, selenium, timbal, kadmium, boron, bromida, nitrogen, dan fosfor. Menurut Susan (2015) kandungan logam berat dalam abu batu bara yang dihasilkan *coal fired circulating fluidized bed* adalah arsen, timbal, kadmium, dan kromium. Santoso, et.al. (2016) melakukan pengambilan sampel *fly ash* yang dihasilkan PLTU-PLTU Batu bara di Jawa Tengah yang menunjukkan bahwa (1) konstituen utama dalam *fly ash* adalah natrium, magnesium, aluminium, kalium, kalsium, titanium, dan besi, (2) konstituen minor dan yang berupa jejak logam saja adalah skandium, vanadium, kromium, mangan, kobalt, seng, arsen, antimon, barium, lanthanum, serium, gallium, brom, samarium, torium, dan uranium, serta (3) tembaga dan selenium dengan konsentrasi yang tidak bisa dideteksi.⁸⁶ Tanpa adanya dasar hukum yang menjadi acuan untuk menetapkan baku mutu bagi logam berat-logam berat tersebut, logam berat-logam berat tersebut dapat masuk ke laut dalam jumlah yang tidak terkontrol dan mencemari laut.

Di luar PermenLH No. 8 Tahun 2009, ada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.63/Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2016 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fasilitas Penimbunan Akhir ("PermenLHK No. 63 Tahun 2016") yang menetapkan baku mutu untuk air lindi dari limbah B3. PermenLHK ini juga sudah banyak dijadikan acuan oleh PLTU-PLTU Batu bara di Indonesia dalam menetapkan baku mutu untuk air lindi dari abu batu bara. Akan tetapi, baku mutu tersebut terbatas hanya untuk air lindi yang dihasilkan dari kegiatan penimbunan limbah B3 berupa lahan timbus (lampiran 1) sedangkan kegiatan penyimpanan dan penimbunan abu batu bara yang menghasilkan air lindi tidak hanya berasal dari lahan timbus saja. Berdasarkan pasal 15 ayat (1) PP No. 101 Tahun 2014, fasilitas penyimpanan limbah B3 dapat berupa bangunan, tangki dan/atau kontainer, silo, tempat tumpukan limbah (*waste pile*), *waste impoundment*, dan/atau bentuk lainnya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sementara, berdasarkan pasal 146 ayat (2) PP No. 101 Tahun 2014, fasilitas penimbunan limbah B3 dapat berupa penimbunan akhir, sumur injeksi, penempatan kembali di area bekas tambang, dam tailing, dan/atau fasilitas penimbunan limbah B3 sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dari 15 Laporan Pembuangan Air Limbah PLTU Batu bara, ada 3 PLTU Batu bara yang mencantumkan baku mutu air lindi yang berasal dari abu batu bara pada laporannya (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa walaupun baku mutu air lindi dari abu batu bara tidak diatur dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009, sudah ada inisiatif dari pihak pemerintah dan perusahaan PLTU Batu bara untuk menetapkan baku mutu air lindi ini dalam izin pembuangan air limbah karena besarnya bahaya air lindi ini bagi laut. Sayangnya, temuan ini tidak dapat diverifikasi dengan izin pembuangan air limbah masing-masing

PLTU tersebut karena keterbatasan data dan informasi. Jika dalam izin pembuangan air limbah telah mencantumkan baku mutu air lindi dari abu batu bara, maka seharusnya dalam laporan juga mencantumkan baku mutu air lindi tersebut.

Tabel 2: Baku Mutu Konsentrasi untuk Air Lindi dari Tempat Penyimpanan dan Penimbunan Abu Batu Bara⁸⁷

Titik Penaatan	Parameter	Baku Mutu Konsentrasi	Satuan Baku Mutu
PT PLN (Persero) Pembangkitan Tanjung Jati B Jebara			
Air limbah/Kolam sedimentasi	pH	6-9	mg/L
	TSS	100	mg/L
	Besi (Fe)	5	mg/L
	Cr	0,5	mg/L
	Fenol	0,5	mg/L
	Minyak dan Lemak	10	mg/L
	Fluorida (F)	3	mg/L
PT Sumber Segara Primadaya (PLTU Cilacap)			
Outlet WWTP (Air coal stockpile, blowdown boiler, neutralizing pond, sanitary)	pH	6-9	-
	TSS	≤ 100	mg/L
	Minyak dan Lemak	≤ 10	mg/L
	Cl ₂	≤ 0.5	mg/L
	Cr	≤ 0.5	mg/L
	Tembaga (Cu)	≤ 1	mg/L
	Besi (Fe)	≤ 3	mg/L
	Seng (Zn)	≤ 1	mg/L
	Mangan (Mn)	≤ 2	mg/L
	Phosphat (PO ₄)	≤ 10	mg/L
	COD	≤ 300	mg/L
	Karbon Organik Total	≤ 110	mg/L
	Salinitas	Alami	o/oo
PT Puncak Jaya Power			
Settling pond (STP) PLTU	pH	6-9	-
	TSS	100	mg/L
	Minyak dan Lemak	10	mg/L
	Phosphat (PO ₄)	10	mg/L
	Krom	0,5	mg/L
	Tembaga (Cu)	1	mg/L
	Besi (Fe)	3	mg/L
	Seng (Zn)	1	mg/L
	Klorin Bebas (Cl ₂)	0,5	mg/L

IV. REKOMENDASI PENGUATAN PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN UNTUK MENCEGAH POTENSI DAMPAK KEGIATAN PLTU BATUBARA BAGI EKOSISTEM PESISIR DAN LAUT

Sampai dengan saat ini belum ada peraturan yang mengatur mengenai baku mutu air limbah untuk kegiatan pembuangan air limbah dari PLTU Batu bara ke laut. Dalam praktiknya, PLTU-PLTU Batu bara mengacu kepada PermenLH No. 8 Tahun 2009 dalam menetapkan baku mutu untuk air limbah yang dibuang ke laut. Akan tetapi, sebagai turunan dari PP No. 82 Tahun 2001, PermenLH No. 8 Tahun 2009 mengatur baku mutu untuk air limbah yang dibuang ke badan air kecuali laut⁸⁸ sehingga kurang tepat untuk dijadikan acuan dalam menetapkan baku mutu untuk air limbah PLTU Batu bara yang dibuang ke laut

Untuk dapat secara maksimal mencegah potensi dampak negatif dari kegiatan PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut, perlu dibentuk peraturan yang khusus mengatur mengenai kegiatan pembuangan air limbah dari PLTU Batu bara ke laut. Peraturan ini dapat berbentuk peraturan menteri lingkungan hidup dan bertujuan untuk menetapkan baku mutu air limbah untuk kegiatan pembuangan air limbah dari PLTU Batu bara ke laut. **Dari segi hukum, Pasal 20 ayat (5) jo. Pasal 20 ayat (2) huruf b UU No. 32 Tahun 2009 telah mewajibkan untuk dibentuknya peraturan menteri yang mengatur baku mutu air limbah.** Oleh karena itu, berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009, dapat dibuat peraturan menteri tersendiri secara komprehensif terkait baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut tanpa harus mendasarkan pada PP No. 82 Tahun 2001. Peraturan menteri ini berfungsi sebagai instrumen pencegahan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup, yaitu lingkungan laut. Sudah ada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yang merupakan pelaksanaan dari pasal 20 ayat (5) UU No. 32 Tahun 2009 dimana di dalamnya menetapkan baku mutu air limbah secara spesifik untuk 46 jenis industri. Oleh karena itu, tidak menutup kemungkinan untuk ditetapkan pula baku mutu air limbah secara spesifik untuk air limbah PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Di samping itu, peraturan yang khusus mengatur mengenai kegiatan pembuangan air limbah dari PLTU Batu bara ke laut juga dibutuhkan mengingat fakta bahwa sebagian besar pembangkit di Indonesia adalah PLTU Batu bara dan sebagian besar PLTU Batu bara tersebut berada di wilayah pesisir sebagaimana telah dibahas sebelumnya dalam bagian latar belakang (Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3). Belajar dari kekurangan-kekurangan PermenLH No. 8 Tahun 2009, ada tiga hal pokok yang perlu diperhatikan dalam menetapkan baku mutu untuk air limbah dari PLTU Batu bara

yang dibuang ke laut. Di luar tiga hal pokok tersebut, peraturan yang baru dapat mengacu kepada PermenLH No. 8 Tahun 2009 dalam menetapkan baku mutu air limbahnya sepanjang dilakukan kajian lebih lanjut untuk memastikan bahwa baku mutu air limbah dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 dapat digunakan untuk air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Tiga hal pokok yang dimaksud adalah:

1. Menetapkan Parameter Suhu Limbah Bahang yang Ketat

Baku mutu untuk parameter suhu limbah bahang dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 terlalu longgar dan tidak dapat mendukung terpenuhinya baku mutu air laut dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004. Akibatnya suhu air laut dapat mengalami peningkatan secara permanen. Peningkatan suhu air laut akan menurunkan kualitas ekosistem laut dan mengganggu kehidupan hewan-hewan di dalamnya.

Untuk mencegah terjadinya peningkatan suhu air laut, baku mutu untuk air limbah yang khusus dibuang ke laut harus menetapkan parameter suhu limbah bahang yang sama dengan parameter suhu baku mutu air laut dalam KepmenLH No. 51 Tahun 2004, yaitu perbedaan 2°C dari suhu alami.

Karena suhu rata-rata air laut di Indonesia adalah 29,5°C maka baku mutu suhu limbah bahang adalah 31,5°C. Namun, apabila standard baku mutu ini dipandang terlalu sulit untuk dipenuhi karena persoalan kemampuan teknologi, dapat ditetapkan baku mutu alternatif untuk parameter suhu limbah bahang yang masih aman dan mencerminkan aspek kehati-hatian bagi lingkungan. Menurut Coles dalam artikelnya berjudul "*Marine Management and The Siting of Electrical Generating Stations on Tropical Shorelines*", suhu limbah bahang yang masih aman untuk dibuang ke laut harus maksimal berbeda 5°C dari suhu alami.⁸⁹ Untuk suhu limbah bahang di Indonesia, perbedaan 5°C dari suhu rata-rata air laut Indonesia (29,5°C) adalah 34,5°C. Dengan demikian, baku mutu alternatif untuk suhu limbah bahang dapat ditetapkan dengan melihat karakteristik ekosistem pesisir dan laut yang menjadi lokasi PLTU Batu bara dengan batas maksimal suhu limbah bahang adalah 34,5°C. Artinya, baku mutu alternatif untuk suhu limbah bahang yang ditetapkan di masing-masing izin pembuangan air limbah ditetapkan dengan dua syarat yaitu: (1) mempertimbangkan karakteristik ekosistem pesisir dan laut yang menjadi lokasi PLTU Batu bara dan (2) baku mutu alternatif tidak melebihi 34,5°C. Adanya pertimbangan karakteristik ekosistem pesisir dan laut dalam menetapkan baku mutu suhu limbah bahang sangat penting karena setiap ekosistem memiliki batas toleransi yang berbeda-beda terhadap kenaikan suhu air laut. Misalkan, terumbu karang biasanya hidup di laut dengan suhu yang sudah mendekati batas toleransi mereka sehingga terumbu karang sangat sensitif terhadap kenaikan suhu.⁹⁰ Mangrove memiliki batas toleransi kenaikan suhu yang lebih tinggi dibandingkan terumbu karang, tetapi organisme-organisme yang hidup dalam mangrove dapat terhambat pertumbuhannya dan mati akibat kenaikan suhu air laut.⁹² Kenaikan suhu air laut juga akan menghambat proses fotosintesis padang lamun.⁹³ Oleh karena itu, apabila terdapat ekosistem terumbu karang, mangrove, dan padang lamun di sekitar lokasi PLTU Batu bara, harus

ditetapkan baku mutu suhu limbah bahang yang ketat, dalam arti apabila tidak memungkinkan untuk menetapkan baku mutu suhu limbah bahang 31,5°C maka baku mutu tersebut harus sebisa mungkin mendekati suhu 31,5°C dibandingkan mendekati suhu 34,5°C.

2. Menetapkan Parameter-Parameter Logam Berat untuk Sumber Kegiatan *Coal stockpile* dan FGD Sistem *Sea Water Wet Scrubber*

Ada beberapa jenis parameter logam berat yang luput ditetapkan untuk sumber kegiatan *coal stockpile* dan FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber* dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009. Parameter-parameter tersebut perlu dimasukkan ke dalam baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Dalam menentukan parameter-parameter yang perlu ditetapkan, dapat berpedoman pada temuan-temuan dan penelitian-penelitian yang telah diuraikan dalam subbab sebelumnya.

Parameter logam berat yang dapat ditetapkan untuk sumber kegiatan *coal stockpile* adalah besi, mangan, kromium, kobalt, tembaga, timbal, nikel, seng, merkuri, perak, arsen, kadmium, boron, selenium dan barium. Sedangkan parameter logam berat yang dapat ditetapkan pada kegiatan FGD adalah selenium, boron, arsen, merkuri, nitrat, besi, mangan, kromium, kobalt, tembaga, timbal, nikel, seng, merkuri, perak, kadmium, dan barium.

Selain parameter logam berat, dapat ditetapkan pula parameter pH dan TSS untuk sumber kegiatan *coal stockpile* dan parameter TSS dan TDS untuk sumber kegiatan FGD.

3. Menetapkan Baku Mutu Air Lindi untuk Sumber Kegiatan “Tempat Penyimpanan dan Penimbunan Abu Batu Bara”

Adanya baku mutu air lindi untuk sumber kegiatan tempat penyimpanan dan penimbunan abu batu bara sangatlah penting untuk membatasi kadar logam berat dalam air lindi yang masuk ke laut. Aturan yang ada yaitu PermenLHK No. 63 Tahun 2016 hanya menetapkan baku mutu air lindi yang dihasilkan dari lahan timbus, sedangkan air lindi yang dihasilkan dari kegiatan penyimpanan dan penimbunan batu bara tidak hanya dilakukan dalam bentuk lahan timbus. Adanya peraturan yang khusus akan memungkinkan untuk diatur seluruh kegiatan PLTU Batu bara yang menghasilkan air limbah, termasuk air lindi.

Parameter-parameter yang dapat ditetapkan untuk baku mutu air lindi ini adalah pH, besi, mangan, barium, tembaga, seng, kromvalensi enam, krom total, kadmium, merkuri, timbal, stanum, arsen, selenium, nikel, kobalt, sianida, sulfida, flourida, klorin bebas, amoniak bebas, nitrat, nitrit, klorin bebas, fosfat, karbon organik total, salinitas, BOD₅, COD, senyawa aktif biru metilen, fenol, minyak dan lemak, AOX, PCBs, PCDFs, dan PCDDs.

V. KESIMPULAN

82% PLTU Batu bara, baik yang rencana maupun sudah beroperasi, terletak di wilayah pesisir. Artinya, jika tidak ada upaya pencegahan yang maksimal, besarnya jumlah kapasitas PLTU Batu bara ini akan menambah potensi terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan bagi ekosistem pesisir dan laut. Sayangnya, peraturan perundang-undangan terkait air limbah dari PLTU Batu bara belum dapat mendukung upaya pencegahan berbagai potensi dampak kegiatan PLTU Batu bara terhadap ekosistem pesisir dan laut. Upaya pengendalian air limbah dari PLTU Batu bara supaya tidak mencemari dan/atau merusak ekosistem pesisir dan laut diatur dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 yang menetapkan baku mutu air limbah. Namun, PermenLH No. 8 Tahun 2009 memiliki kekurangan-kekurangan yang mengakibatkan peraturan menteri ini tidak cukup kuat untuk dijadikan acuan dalam menetapkan baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Kekurangan-kekurangan tersebut antara lain (1) PermenLH No. 8 Tahun 2009 merupakan turunan dari PP No. 82 Tahun 2001 sehingga seharusnya tidak berlaku untuk air limbah yang dibuang ke laut, (2) parameter suhu limbah bahang terlalu longgar untuk dapat mewujudkan baku mutu suhu air laut, (3) ada beberapa parameter penting yang tidak ditetapkan sebagai baku mutu, dan (4) tidak ada penetapan baku mutu air lindi untuk sumber kegiatan tempat penyimpanan dan penimbunan abu batu bara.

Berdasarkan hasil analisa tersebut, maka diperlukan adanya peraturan yang khusus mengatur mengenai baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut. Pembentukan peraturan ini sesuai dengan amanat pasal 20 ayat (5) jo. pasal 20 ayat (2) huruf b UU No. 32 Tahun 2009 yang mewajibkan untuk dibentuknya peraturan menteri terkait baku mutu air limbah. Peraturan ini juga penting karena PLTU Batu bara menguasai sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia dan sebagian besar dari PLTU Batu bara tersebut terletak di wilayah pesisir. Dengan demikian, kehadiran peraturan baru yang khusus mengatur terkait baku mutu air limbah dari PLTU Batu bara yang dibuang ke laut akan memberikan perlindungan hukum yang lebih kuat bagi ekosistem pesisir dan laut. Dalam menetapkan baku mutu air limbah, peraturan yang baru dapat mengacu kepada PermenLH No. 8 Tahun 2009 sepanjang dilakukan kajian lebih lanjut untuk memastikan bahwa baku mutu air limbah dalam PermenLH No. 8 Tahun 2009 dapat digunakan untuk air limbah yang dibuang ke laut. Peraturan yang baru juga perlu mengatur mengenai materi muatan berikut ini:

- a. Menetapkan parameter suhu limbah bahang yang sama dengan parameter suhu dalam baku mutu air laut, yaitu 31,5°C. Apabila standard tersebut sulit dipenuhi karena ketidakmampuan teknologi, dapat ditetapkan baku mutu alternatif dengan melihat karakteristik ekosistem pesisir dan laut yang menjadi lokasi PLTU Batu bara dan dengan maksimal suhu limbah bahang adalah 34,5°C.
- b. Menetapkan parameter-parameter logam berat untuk sumber kegiatan *coal stockpile* dan FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber* sebagaimana dalam kajian ini.
- c. Menetapkan baku mutu air lindi untuk sumber kegiatan "Tempat Penyimpanan dan Penimbunan Abu Batu bara" sebagai bagian dari baku mutu.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Baku Mutu Air Lindi Penimbunan Akhir berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.63/Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2016 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penimbunan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fasilitas Penimbunan Akhir

Baku Mutu Air Lindi Penimbunan Akhir

No	Parameter	Konsentrasi Parameter Maksimum	
		Nilai	Satuan
Fisik			
1	Suhu	39	°C
2	Zat padat terlarut	2000	mg/L
3	Zat padat tersuspensi	200	mg/L
Kimia			
1	pH	6-9	
2	Besi, terlarut (Fe)	5	mg/L
3	Mangan terlarut (Mn)	2	mg/L
4	Barium (Ba)	2	mg/L
5	Tembaga (Cu)	2	mg/L
6	Seng (Zn)	5	mg/L
7	Kromvalensi enam (Cr ⁶⁺)	0,1	mg/L
8	Krom total (Cr)	0,5	mg/L
9	Kadmium (Cd)	0,05	mg/L
10	Merkuri (Hg)	0,002	mg/L
11	Timbal (Pb)	0,1	mg/L
12	Stanum (Sn)	2	mg/L
13	Arsen (As)	0,1	mg/L
14	Selenium (Se)	0,05	mg/L
15	Nikel (Ni)	0,2	mg/L
16	Kobal	0,4	mg/L

Lampiran 1 (lanjutan)

No	Parameter	Konsentrasi Parameter Maksimum	
		Nilai	Satuan
17	Sianida (CN)	0,05	mg/L
18	Sulfida (S ₂)	0,05	mg/L
19	Flourida (F)	2	mg/L
20	Klorin Bebas (Cl ₂)	1	mg/L
21	Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	1	mg/L
22	Nitrat (NO ₃ -N)	20	mg/L
23	Nitrit (NO ₂ -N)	1	mg/L
24	BOD5	50	mg/L
25	COD	10	mg/L
26	Senyawa aktif biru metilen (MBAS)	5	mg/L
27	Fenol	0,5	mg/L
28	Minyak dan Lemak	10	mg/L
29	AOX	0,5	mg/L
30	PCBs	0,005	mg/L
31	PCDFs	10	mg/L
32	PCDDs	10	mg/L

Lampiran 2: PLTU-PLTU Batu bara yang Melampaui Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Laporan Pembuangan Air Limbah

Titik Penaatan	Parameter yang Terlampaui	Waktu Parameter Terlampaui	Konsentrasi Titik Penaatan (mg/L)	Baku Mutu Konsentrasi (mg/L)
PLTU Tanjung Jati B Jebara				
Air limbah proses WWTP	Fluorida	Feb/2017	4.79	3
	Nitrat (NO ₃ -N)	Jul/2016	24.90	20
	Nitrat (NO ₃ -N)	Aug/2016	26.85	20
	Nitrat (NO ₃ -N)	Oct/2016	28.80	20
PLTU Paiton Energy Unit 3				
WWTP Outlet	Tembaga (Cu)	Oct/2016	1.13	1
	Tembaga (Cu)	Nov/2016	1.10	1
PLTU Pacitan				
Outlet oil separator	COD	Jul/2016	410.10	300
	COD	Sep/2016	655.00	300
Outlet neutralizing pond	Tembaga (Cu)	Feb/2017	12.81	1
	Krom	Nov/2016	0.84	0.5

Sumber: Laporan Pembuangan Air Limbah

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Executive Summary RUPTL PT PLN (Persero) 2018-2027," (Acara Diseminasi RUPTL 2018-2027, Jakarta, 22 Maret 2018), <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-ringkasan-ruptl-2018-2027.pdf>.
- ²Ibid.
- ³Data dihimpun oleh ICEL dengan bersumber pada RUPTL 2018-2027, Laporan Pembuangan Air Limbah, Laporan Progres Mei 2018 untuk Unit Induk Pembangunan Pembangkitan Sumatera disusun oleh PLN, dan liputan di media.
- ⁴Data dihimpun oleh ICEL dengan bersumber pada RUPTL 2018-2027, Laporan Pembuangan Air Limbah, dan liputan di media.
- ⁵Data dihimpun oleh ICEL dengan bersumber pada RUPTL 2018-2027, Laporan Pembuangan Air Limbah, Laporan Progres Mei 2018 untuk Unit Induk Pembangunan Pembangkitan Sumatera disusun oleh PLN, dan liputan di media.
- ⁶Penelitian hukum normatif adalah penelitian yang meneliti norma-norma hukum secara tertulis dan menggunakan bahan pustaka berupa peraturan perundang-undangan terkait, tulisan atau riset penelitian hukum. Soerjono Soekanto dan Sri Mamudji, *Penelitian Hukum Normatif: Suatu Tinjauan Singkat*, (Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada, 2009), hlm. 29
- ⁷Laporan pembuangan air limbah yang didapatkan dari KLHK terdiri dari 21 pembangkit tenaga listrik, tetapi hanya 17 pembangkit tenaga listrik yang menggunakan batu bara.
- ⁸Pendekatan perundang-undangan (statute approach) yaitu suatu pendekatan yang melihat hukum sebagai sistem tertutup yang mempunyai sifat komprehensif, all inclusive, dan sistematis. Komprehensif berarti norma-norma hukum yang ada di dalamnya terkait satu sama lainnya secara logis. All inclusive yaitu bahwa keseluruhan norma hukum yang ada cukup mampu menampung setiap masalah hukum yang timbul sehingga tidak akan kekurangan hukum. Sistematis adalah norma-norma hukum selain saling terkait juga tersusun dalam suatu hierarkis. Sedangkan pendekatan sinkronisasi adalah pendekatan yang melihat hukum secara vertikal maupun horizontal, karena norma-norma hukum merupakan norma-norma yang saling terkait dan berhubungan satu sama lainnya maka perlu diperiksa apakah norma hukum yang didapat dalam penelitian itu tidak bertentangan dengan norma hukum di atasnya maupun dengan norma hukum yang sejajar. Lihat: Hardijan Rusli, "Metode Penelitian Hukum Normatif: Bagaimana?" *Law Review Fakultas Hukum Universitas Pelita Harapan* vol. v no. 3 (Maret 2006), hlm. 50-51.
- ⁹Wendy Wilson, Travis Leipzig, an Bevan Griffiths-Sattenspiel, *Burning Our Rivers: The Water Footprint of Electricity*, (Oregon: River Network, 2012), hlm. 16.
- ¹⁰Iris Cheng dan Harri Lammi, "The Great Water Grab: How The Coal Industry Is Deepening The Global Water Crisis," (Greenpeace International, 2013), hlm. 6, <https://www.greenpeace.org/archive-international/Global/international/publications/climate/2016/The-Great-Water-Grab.pdf>.
- ¹¹Ibid.
- ¹²James M. Ekmann dan Patrick H. LE, "Coal Storage and Transportation," *Encyclopedia of Energy* vol. 1, hlm. 551-556.
- ¹³R.N. Gibson, R.J.A. Atkinson, dan J.D.M. Gordon, *Oceanography and Marine Biology An Annual Review*, (Amerika Serikat: Taylor & Francis Group, LLC, 2005), hlm. 111.

- ¹⁴Jairo Orobio Sanchez, "Coal As A Marine Pollutant," (Disertasi, World Maritime University, 2014), hlm. 50.
- ¹⁵Michael Joseph Ahrens dan Donald Morrissey, "Biological Effects of Unburnt Coal in the Marine Environment," *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* (Juni 2005), hlm. 77.
- ¹⁶Ibid., hlm. 78.
- ¹⁷Edward C. Davis dan William J. Boegly, Jr., "A Review of Water Quality Issues Associated with Coal Storage," *Journal of Environmental Quality* vol. 10 no. 2 (1981), hlm. 128 dan Fuad Ardiansyah dan Margana, "Pengolahan Air Limpasan Batu bara Pada PLTU Tanjung Jati B Unit 3 dan 4," *Jurnal Teknik Energi* vol. 9 no. 3 (September 2013), hlm. 93.
- ¹⁸David dan Boegly, Jr., "A Review of Water Quality Issues," hlm. 131.
- ¹⁹Ahrens dan Morrissey, "Biological Effects of Unburnt Coal," *Oceanography and Marine Biology* (Juni 2005), hlm. 111.
- ²⁰David dan Boegly, Jr., "A Review of Water Quality Issues," hlm. 128.
- ²¹Ibid.
- ²²Peter A. Henderson, "Giant Fish Blenders: How Power Plants Kill Fish & Damage Our Waterways (And What Can Be Done To Stop Them)," (Sierra Club, 2011), hlm. 5.
- ²³F.J.P. Briand, "Effects of Power-Plant Cooling Systems on Marine Phytoplankton," *Marine Biology* 33 (1975), hlm. 135, Keun-Hyung Choi, et.al., "Thermal Impacts of A Coal Power Plant on the Plankton in An Open Coastal Water Environment," *Journal of Marine Science and Technology* Vol. 2 No. 2 (2012), hlm. 189.
- ²⁴Lawrence W. Barnthouse, "Impact of Entrainment and Impingement on Fish Populations: A Review of The Scientific Evidence," *Environmental Science & Policy* 31 (2013), hlm. 149.
- ²⁵Marc A. Rosen, et al., "Evaluating the Thermal Pollution Caused By Wastewater Discharged from A Chain of Coal-Fired Power Plants Along A River," *Sustainability* (2015), hlm. 5922.
- ²⁶Xiaoyan Dai, et. al., "Monitoring of Thermal Plume Discharged From Thermal and Nuclear Power Plants in Eastern China Using Satellite Images," (IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2016), hlm. 1.
- ²⁷Andrew S. Brierley dan Michael J. Kingsford, "Impacts of Climate Change on Marine Organisms and Ecosystems," *Current Biology* 19 R602-R614 (28 Juli 2009), hlm. 9.
- ²⁸"Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature," United States Environmental Protection Agency, diakses tanggal 27 Oktober 2017, <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-surface-temperature#ref1>.
- ²⁹Peningkatan suhu air laut sebesar 1,5-2,5oC akan mempengaruhi populasi, distribusi, migrasi, struktur komunitas, distribusi dan jumlah mangsa, perubahan dalam hubungan tropis, reproduksi, dan kelangsungan hidup. Lihat: Mark P. Simmonds dan Wendy J. Elliott, "Climate Change and Cetaceans: Concerns and Recent Developments," *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (2009), hlm. 203-210.
- ³⁰Lihat: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal.
- ³¹Jassim A. Shatti dan Tamama H.A. Abdullah, "Marine Pollution Due To Wastewater Discharge in Kuwait," *Water Science and Technology* vol. 40 issue 7 (1999), hlm. 34.
- ³²Environmental Protection Agency, Technical Development Document for The Effluent Limitation Guidelines and Standards For The Steam Electric Power Generating Point Source Category, (Washington: EPA, 2015), hlm. 4-38, <https://>

nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P100OWKW.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2016+Thru+2020&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C16thru20%5CTxt%5C00000003%5CP100OWKW.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL.

- ³³Jassim A. Shatti dan Tamama H.A. Abdullah, "Marine Pollution," hlm. 34
- ³⁴Environmental Protection Agency, Steam Electric Power Generating Point Source Category: Final Detailed Study Report, (Washington: EPA, 2009), hlm. 3-23, https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/steam-electric_detailed_study_report_2009.pdf.
- ³⁵Christopher L. Rowe, William A. Hopkins, dan Justin D. Congdon, "Ecotoxicological Implications of Aquatic Disposal of *Coal combustion residues* in the United States: A Review," Environmental Monitoring and Assessment (2002), hlm. 214.
- ³⁶Muhayatun Santoso, et. al., "Trace Elements and As Speciation Analysis of *Fly ash* Samples from An Indonesian Coal Power Plant by Means of Neutron Activation Analysis and Synchrotron Based Techniques," J Radioanal Nuclear Chemistry (2016), hlm. 413.
- ³⁷The Environmental Integrity Project, et. al., Closing The Floodgates: How The Coal Industry Is Poisoning Our Water and How We Can Stop It, hlm. 4, <https://earthjustice.org/sites/default/files/ClosingTheFloodgates-Final.pdf>.
- ³⁸Claire L. Carlson dan Domy C. Adriano, "Environmental Impacts of *Coal combustion residues*," Journal of Environmental Quality vol. 22 (April 1993), hlm. 227.
- ³⁹The Environmental Integrity Project, et. al., Closing The Floodgates, hlm. 5.
- ⁴⁰Greenpeace, Ancaman Maut PLTU Batu bara: Bagaimana Ketergantungan Pemerintah Indonesia Terhadap Batu bara Mengancam Kehidupan Rakyat, hlm. 2, [http://m.greenpeace.org/seasia/id/PageFiles/695938/laporan-ringkas-ancaman-maut-pltu-batu bara.pdf](http://m.greenpeace.org/seasia/id/PageFiles/695938/laporan-ringkas-ancaman-maut-pltu-batu%20bara.pdf).
- ⁴¹"Limbah PLTU Celukan Bawang Membahayakan Manusia dan Lumba-Lumba," Luh De Suriyani, diakses tanggal 7 Agustus 2018, <http://www.mongabay.co.id/2018/07/18/limbah-pltu-celukan-bawang-membahayakan-manusia-dan-lumba-lumba/> dan "Prospek Bisnis Jasa Pelatihan Ketenagalistrikan," Mukhlis Akhadi, diakses tanggal 7 Agustus 2018, <http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1065978843&10>.
- ⁴²Muhammad Ehsan Munawer, "Human Health and Environmental Impacts of Coal Combustion and Post-Combustion Wastes," Journal of Sustainable Mining 17 (2018), hlm. 89.
- ⁴³Sumber utama terdiri dari sumber proses utama (*wastewater treatment plant* atau "WWTP"), blowdown boiler, blowdown cooling tower, dan demineralisasi. Sumber kegiatan pendukung terdiri dari limbah bahang, desalinasi, FGD sistem *Sea Water Wet Scrubber*, dan air lindi dari tempat penyimpanan batu bara. Kegiatan yang menghasilkan air limbah yang mengandung minyak misalkan berasal dari drainase lantai kerja, kebocoran (*seepage*), kebocoran air limbah dari pencucian peralatan, dan tumpahan dari kegiatan operasional yang dibuang ke media lingkungan melalui kolam separator atau oil separator atau oil catcher atau oil trap.
- ⁴⁴Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal, Bagian Menimbang Huruf c.

- ⁴⁵Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pasal 1 Angka 1.
- ⁴⁶Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal, Bagian Menimbang Huruf a.
- ⁴⁷Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, Lampiran I Angka 3, Lampiran II Angka 3, dan Lampiran 3 Angka 3.
- ⁴⁸Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, Lampiran I Huruf c, Lampiran II Huruf c, dan Lampiran III Huruf c.
- ⁴⁹Stephen L. Coles, "Marine Management and The Sitings of Electrical Generating Stations on Tropical Shorelines," *Mar. Res. Indonesia* vol. 19 (1977), hlm. 68.
- ⁵⁰Lihat: Cui-Luan Yao dan George N. Somero, "The Impact of Ocean Warming on Marine Organisms," *Chinese Science Bulletin* vol. 59 no. 5-6 (Februari 2014).
- ⁵¹"Indonesia Sea Tempeatures," *Global Sea Temperature*, diakses tanggal 27 Oktober 2017 <https://www.seatemperature.org/asia/indonesia/> dan Wawancara dengan Bapak Ario Damar, Direktur Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Laut Institut Pertanian Bogor tanggal 22 Agustus 2017.
- ⁵²Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal, Lampiran II.
- ⁵³Diskusi dengan Bapak Ario Damar, Direktur Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Laut Institut Pertanian Bogor tanggal 22 Agustus 2017.
- ⁵⁴United States Environmental Protection Agency, *Water Quality Standards Handbook*, (Amerika Serikat: Environmental Protection Agency, 2014), Department of Ecology State of Washington, *Mixing zone for Wastewater Discharges*, Januari 2009, North Carolina, *Mixing zone in North Caroline*, 23 Juli 1999, Environmental Protection Agency Victoria, *Guidance for The Determination and Assessment of Mixing zones*, Juni 2010, Idaho Department of Environmental Quality, "*Mixing zones*," <http://www.deq.idaho.gov/water-quality/surface-water/standards/mixing-zones/> diakses tanggal 2 November 2017, dan Oregon Department of Environmental Quality, "*Regulatory Mixing zones in NPDES Permits*," <http://www.oregon.gov/deq/wq/wqpermits/Pages/NPDES-Mixing-Zones.aspx> diakses tanggal 2 November 2017, Environmental Protection Agency Victoria, *Guidance for The Determination and Assessment of Mixing zones*, Juni 2010.
- ⁵⁵Bagus Rahmattullah Dwi Angga, Baskoro Rochaddi, dan Alfi Satriadi, "Analisa Sebaran Suhu Permukaan Laut Akibat Air Bahang PLTU Tanjung Jati B di Perairan Jepara," *Jurnal Oseanografi* volume 4 nomor 2 (2015), hlm. 399.
- ⁵⁶Hafid, Hasriyani, Alfian Noor, dan Alimuddin Hamzah, "Pengaruh Sebaran Suhu Air Pendingin PLTU Jeneponto Terhadap Komunitas Plankton di Perairan Punagaya, Jeneponto-Sulsel," hlm. 8, <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/2ad95abfeb6f05a9a3ac3ce97c5043e7.pdf>.
- ⁵⁷Ibid.
- ⁵⁸Gugatan Tata usaha Negara perkara no. 90/G/LH/2017/PTUN-BDG, Gugatan Tata Usaha Negara perkara no. 148/G/LH/2018/PTUN-BDG, dan Gugatan Tata Usaha Negara perkara no. 2/G/LH/2018/PTUN.DPS.
- ⁵⁹Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal, Lampiran II hlm.

12.

- ⁶⁰Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal, Lampiran II hlm. 12.
- ⁶¹Davis dan Boegly, Jr., "A Review of Water Quality Issues," hlm. 131.
- ⁶²Ibid.
- ⁶³Ahrens dan Morrissey, "Biological Effects of Unburnt Coal," hlm. 88.
- ⁶⁴Robert B. Finkelman, "Trace Elements in Coal: Environmental and Health Significance," Biological Trace Element Research vol. 67 (1999), hlm. 202.
- ⁶⁵Haneef, Fahad dan Bertug Akuntug, "Quantitative Assessment of Heavy Metals in Coal-Fired Power Plant's Wastewater", Special Issue vol. 2 issue 1 (2016), hlm. 143.
- ⁶⁶Ibid., hlm. 79-93.
- ⁶⁷Diambil dari abstrak Warsan, "Penentuan Konsentrasi Logam Berat dalam Batu bara dengan Metode Analisis XRF Menggunakan Spektrometer Pendaran Sinar-X," http://eprints.undip.ac.id/2665/1/PENENTUAN_KONSENTRASI_LOGAM_BERAT_DALAM_Batu_bara_DENGAN_METODE_ANALISIS_XRF_MENGGUNAKAN_SPEKTROMETER_PENDARAN_SINAR-X.pdf.
- ⁶⁸Ali R. Kurniawan, "The Behavior of Heavy Metal Content in Coal Combustion Products (CCPs) and Its Leachate from Indonesia Coal Power Plants," Indonesian Mining Journal vol. 17 no. 2 (2014), hlm. 77.
- ⁶⁹Ibid., hlm. 78.
- ⁷⁰Les Dale, "Trace Elements in Coal," Oktober 2006, hlm. 5.
- ⁷¹N. N. Nortey Yeboah, et. al., "Treatment and Disposal Alternatives for Flue Gas Desulfurization Wastewater," (2015 World of Coal Ash (WOCA) Conference, Nashville, 5-7 Mei 2015), hlm. 2.
- ⁷²Environmental Protection Agency, Technical Development Document, hlm. 4-28 dan 4-29.
- ⁷³Ibid.
- ⁷⁴Yeboah, et. al., "Treatment and Disposal Alternatives for FGD Wastewater," hlm. 2.
- ⁷⁵Ada dua jenis baku mutu yang ditetapkan untuk FGD yakni baku mutu yang wajib dipenuhi terdiri dari parameter arsen, merkuri, selenium, dan nitrat serta baku mutu yang dipenuhi secara sukarela yaitu arsen, merkuri, selenium, dan TDS. Baku mutu yang dipenuhi secara sukarela memiliki standard yang lebih ketat dibandingkan baku mutu yang wajib dipenuhi. Lihat: "Part 423-Steam Electric Power Generating Point Source Category," diakses tanggal 30 September 2018, <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=6b51273d47e8d-c451e0aac10f60cdf&mc=true&node=pt40.31.423&rgn=div5>.
- ⁷⁶Thomas E. Higgins, A. Thomas Sandy, dan Silas W. Givens, "Flue Gas Desulfurization Wastewater Treatment Primer," Power 153 (2009), hlm. 3-5.
- ⁷⁷Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Lampiran I Tabel 3 kode B409 dan B410 halaman 64.
- ⁷⁸Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Pasal 1 Angka 11.
- ⁷⁹Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Pasal 12 Ayat 1.
- ⁸⁰Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Pasal 28 Ayat 1 Huruf b Angka 4 dan Pasal 29 Ayat 1.

- ⁸¹S. Torrey, *Trace Contaminants from Coal*, (New Jersey: Noyes Data Corporation, 1978), hlm. 286-287.
- ⁸²Ibid.
- ⁸³Davis dan Boegly, Jr., "A Review of Water Quality Issues," hlm. 131
- ⁸⁴The Environmental Integrity Project, et. al., "Closing The Floodgates," hlm. 5.
- ⁸⁵Lihat: Susan Gallardo, et. al. "Chemical, Leaching, and Toxicity Characteristics of Coal Ashes from Circulating Fluidized Bed of a Philippines Coal-Fired Power Plant," *Water Air and Soil Pollution* (2015).
- ⁸⁶Lihat: Muhayaton Santoso, "Trace Elements and As Speciation Analysis of *Fly ash*."
- ⁸⁷Sumber: Laporan Pembuangan Air Limbah.
- ⁸⁸Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pasal 1 Angka 1.
- ⁸⁹Stephen L. Coles, "Marine Management and The Sitings of Electrical Generating Stations on Tropical Shorelines," *Marine Research in Indonesia* vol. 19 (1977), hlm. 68. *Marine Research in Indonesia* adalah sebuah jurnal yang telah dipublikasikan oleh Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia sejak tahun 1956. Artikel ini juga telah dikutip dalam beberapa jurnal LIPI sendiri.
- ⁹⁰Emma F. Camp, et. Al., "The Future of Coral Reefs Subject to Rapid Climate Change: Lessons From Natural Extreme Environments," *Frontiers in Marine Science* (Februari 2018), hlm. 6.
- ⁹¹Stephen L. Coles, "Marine Management," hlm. 63.
- ⁹²Ibid, hlm. 67.
- ⁹³Lihat: Douglas A. Bulthuis, "Effects of Temperature on Photosynthesis and Growth of Seagrasses," *Aquatic Botany* 27 (1987) dan C.J. Collier dan M. Waycott, "Temperature Extremes Reduce Seagrass Growth and Induce Mortality," *Marine Pollution Bulletin* (2014).



ICEL

2018