

**Pemanfaatan *fly ash* dan/atau *bottom ash* sebagai bahan pelapis material *potentially acid forming* untuk mencegah pembentukan air asam tambang pada kegiatan tambang terbuka**

Apabila diketahui RSNI ini mengandung hak kekayaan intelektual, pihak yang berkepentingan diminta untuk memberikan informasi beserta data pendukung (pemilik hak kekayaan intelektual, bagian yang terkena hak kekayaan intelektual, alamat pemberi hak kekayaan intelektual, dan lain-lain)



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Persyaratan .....	3
5 Pemantauan .....	6
Bibliografi.....	7
Gambar 1 – Urutan penimbunan material PAF, NAF dan FA dan/atau BA.....	5
Gambar 2 – Konsep desain pemanfaatan FA dan/atau BA sebagai bahan pelapis material PAF untuk <i>inpit dump</i> yang akan diisi penuh .....	6

## **Prakata**

SNI 9264:202X, *Pemanfaatan fly ash dan/atau bottom ash sebagai bahan pelapis material potentially acid forming untuk mencegah pembentukan air asam tambang pada kegiatan tambang terbuka*, yang dalam bahasa Inggris berjudul *Utilization of fly ash and/or bottom ash as layering materials for potentially acid forming materials to prevent the formation of acid mine drainage in open pit mining activities* merupakan standar baru yang disusun dengan metode pengembangan sendiri dan ditetapkan oleh BSN Tahun 202X.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 13-05 Perlindungan Lingkungan Pertambangan Mineral dan Batubara. Standar ini telah dibahas dalam rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 23 Juli 2024 di Depok secara fisik dan telekonferensi, yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait, yaitu: perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar. Standar ini telah melalui proses jajak pendapat pada tanggal 15 Agustus 2024 sampai dengan tanggal 29 Agustus 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa hak kekayaan intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

## Pendahuluan

Isu penting dalam pengelolaan lingkungan yang sering dihadapi oleh industri pertambangan adalah masalah air asam tambang (AAT) atau *acid mine drainage* (AMD) atau *acid rock drainage* (ARD). Air asam tambang adalah salah satu dampak penting dari kegiatan pertambangan yang terjadi akibat keberadaan mineral sulfida yang terdedah atau terpajan di udara disertai keberadaan air. Kegiatan pertambangan yang dicirikan dengan aktivitas penggalian dan penimbunan batuan sangat berpotensi untuk terdedahnya mineral sulfida yang terkandung baik pada bijih dan batubara maupun pada batuan penutup (*overburden*) atau batuan samping (*waste rock*). Hal ini tidak hanya berpotensi terjadi di tambang terbuka tetapi juga di tambang bawah tanah. Air asam tambang juga dapat ditimbulkan oleh ampas (*tailing*) sisa pengolahan bijih. Air asam ditandai dengan nilai pH yang rendah ( $\text{pH} < 6$ ) dan kelarutan unsur logam yang tinggi. Batuan penutup atau batuan samping yang berpotensi menghasilkan asam tersebut, dikenal sebagai material *potentially acid forming* (PAF) sedangkan yang tidak berpotensi menghasilkan asam dikenal sebagai material *non-acid forming* (NAF).

Di area tambang terbuka dapat terbentuk cekungan atau lubang bekas tambang. Area ini dapat diisi kembali (*backfilling*) dengan batuan penutup atau batuan samping yang berasal dari lokasi pembukaan tambang (*pit*). Area penempatan ini dikenal sebagai *inpit dump*. Penempatan material PAF harus direncanakan dan dijadwalkan dengan baik, termasuk penempatan material penutupnya, untuk mencegah terbentuknya AAT pada proses pengisian lubang tambang dan mengurangi terjadinya reaksi oksidasi di udara. Selain pada lubang bekas tambang, penempatan batuan penutup atau batuan samping juga dapat dilakukan di luar bukaan tambang yang dikenal sebagai *outpit dump*.

Salah satu teknik pencegahan AAT adalah dengan melakukan upaya penudungan atau pelapisan (*layering*) material PAF oleh material NAF dan/atau material lainnya. Teknik penutupan atau pelapisan ini dikenal dengan teknik penudungan kering (*dry cover*).

Proses pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) menghasilkan limbah padat berupa abu hasil pembakaran batubara, yang dikenal sebagai abu terbang (*fly ash*, FA) dan abu dasar (*bottom ash*, BA). FA dan/atau BA pada umumnya berukuran halus dan bersifat NAF. Salah satu opsi pemanfaatan FA dan/atau BA yang dapat dilakukan adalah sebagai bahan pelapis material PAF untuk mencegah pembentukan AAT pada kegiatan tambang terbuka. Hal ini ditujukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya pencemaran lingkungan sekaligus untuk memanfaatkan FA dan/atau BA secara aman serta memenuhi persyaratan peraturan perundang-undangan bidang lingkungan.

Standar ini dimaksudkan sebagai acuan bagi perusahaan tambang yang akan memanfaatkan FA dan/atau BA sebagai bahan pelapis material PAF untuk mencegah pembentukan AAT pada kegiatan tambang terbuka.



## Pemanfaatan *fly ash* dan/atau *bottom ash* sebagai bahan pelapis material *potentially acid forming* untuk mencegah pembentukan air asam tambang pada kegiatan tambang terbuka

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan administrasi, lokasi pemanfaatan, kualitas dan kuantitas NAF, PAF, dan FA dan/atau BA yang akan digunakan, kegiatan pemanfaatan, dan pemantauan. Metode yang digunakan adalah model pelapisan (*layering*), penudungan PAF dengan menggunakan FA dan/atau BA.

### 2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan standar ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amendemennya).

- SNI 6597, *Uji karakteristik batuan untuk penentuan potensi pembentukan air asam tambang*
- ASTM D5084, *Standard test methods for measurement of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a flexible wall permeameter*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dokumen ini, istilah dan definisi berikut ini berlaku.

#### 3.1

##### **air asam tambang**

##### **AAT**

air di dan dari daerah pertambangan mineral dan batubara, bersifat asam, terbentuk akibat mineral sulfida, terkandung di dalam batuan, ampas atau pengotor batubara, terdedah dan teroksidasi di udara disertai keberadaan air

#### 3.2

##### **abu terbang**

##### ***fly ash***

##### **FA**

abu sisa pembakaran batubara yang keluar dari tungku pembakar batubara bersama aliran gas buang

#### 3.3

##### **abu endap**

##### **abu dasar**

##### ***bottom ash***

##### **BA**

abu sisa pembakaran batubara yang jatuh ke bagian dasar tungku pembakar batubara

#### 3.4

##### ***material potentially acid forming***

##### **PAF**

batuan/material yang berpotensi membentuk asam

**3.5**

**material non-acid forming**

**NAF**

batuan/material yang tidak berpotensi membentuk asam

**3.6**

**pembentukan asam bersih**

**PAB**

**net acid generation**

**NAG**

kemampuan pembentukan keasaman bersih dari percontoh batuan pengotor batubara, dinyatakan dalam satuan  $H_2SO_4$  kg/ton batuan

**3.7**

**potensi keasaman maksimum**

**PKM**

**maximum potential acidity**

**MPA**

keasaman yang dapat dibangkitkan oleh percontoh batuan, ampas atau pengotor batubara yang dihitung berdasarkan kandungan sulfur total, dinyatakan dalam satuan  $H_2SO_4$  kg/ton batuan

**CATATAN** Istilah potensi keasaman maksimum ini dikenal juga dengan istilah *maximum potential of acidity* (MPA) atau *acid potential* (AP).

**3.8**

**kapasitas penetralan asam**

**KPA**

**acid neutralizing capacity**

**ANC**

kemampuan percontoh batuan, tailing atau pengotor batubara untuk menetralkan asam yang dinyatakan dalam  $H_2SO_4$  kg/ton batuan

**3.9**

**potensi pembentukan asam bersih**

**PPAB**

**net acid production potential**

**NAPP**

nilai yang diperoleh dari selisih antara PKM dan KPA yang digunakan sebagai parameter pengukur potensi pembentukan asam dari percontoh batuan, ampas atau pengotor batubara, dinyatakan dalam satuan  $H_2SO_4$  kg/ton batuan

**CATATAN** Istilah potensi pembentukan asam bersih juga dikenal dengan istilah *net acid producing potential* (NAPP) atau *neutralization potential* (NP).

**3.10**

**lubang bekas tambang**

**void**

bekas lubang tambang atau sisa lubang galian pertambangan tambang kupas (*open pit*) yang menyisakan lubang tambang



### 3.11

#### **konduktivitas hidraulik**

##### **K**

rasio fluks volume terhadap gradien hidraulik yang menghasilkan ukuran kuantitatif kemampuan tanah jenuh untuk mengalirkan air ketika terkena gradien hidraulik

**CATATAN** konduktivitas hidraulik menggunakan satuan cm/s.

### 3.12

#### **penudungan**

teknik pencegahan pembentukan air asam tambang dengan cara menempatkan batuan yang tidak berpotensi membentuk asam (NAF) menutupi batuan yang berpotensi membentuk asam (PAF) pada bagian atas agar tidak kontak dengan udara dan/atau air

### 3.13

#### **california bearing ratio**

##### **CBR**

perbandingan antara tegangan penetrasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen)

## **4 Persyaratan**

### **4.1 Persyaratan administrasi**

Pemanfaatan FA dan/atau BA harus dituangkan dalam dokumen rincian teknis dan diintegrasikan dalam persetujuan lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang mengatur tentang tata cara pengelolaan limbah non-B3.

Rencana pemanfaatan juga harus dituangkan dalam rencana kerja dan anggaran biaya (RKAB), rencana reklamasi dan rencana pascatambang.

### **4.2 Persyaratan lokasi pemanfaatan**

Lokasi pemanfaatan berupa timbunan batuan penutup atau batuan samping, baik di dalam bukaan tambang (*inpit dump*) maupun area di luar bukaan tambang (*outpit dump*) yang disiapkan untuk direklamasi dan tidak akan diganggu lagi.

Lokasi pemanfaatan telah masuk dalam rencana pelaksanaan pemanfaatan termasuk di dalamnya jadwal pengiriman material, jadwal dan lokasi penempatan sementara FA dan/atau BA.

Lokasi pemanfaatan harus memenuhi faktor keamanan sesuai kajian teknis minimal mencakup geometri dan dimensi lereng timbunan, umur pakai timbunan, faktor keamanan lereng, upaya penguatan timbunan, rencana pemantauan, dan tindak lanjut serta analisis risiko.

### **4.3 Persyaratan bahan**

#### **4.3.1 Umum**

Karakteristik material PAF, material NAF dan FA dan/atau BA harus memenuhi persyaratan SNI ini dan untuk menentukan komposisi material-material tersebut.

#### 4.3.2 Persyaratan material PAF dan material NAF

Persyaratan material PAF dan material NAF mengacu pada SNI 6597.

#### 4.3.3 Persyaratan FA dan/atau BA

Syarat FA dan/atau BA dapat dimanfaatkan sebagai pelapis material PAF adalah:

- Secara fisik dapat dibentuk menjadi lapisan dengan nilai konduktivitas hidraulik (*hydraulic conductivity*) minimal  $10^{-5}$  cm/s dengan metode uji ASTM D5084.
- Syarat kimia: tergolong material NAF.

#### 4.3.4 Kuantitas FA dan/atau BA dan material PAF

Pemanfaatan FA dan/atau BA disesuaikan dengan ketersediaan FA dan/atau BA dan material PAF atau sesuai kebutuhan.

### 4.4 Penudungan material PAF

#### 4.4.1 Pengelolaan Lokasi

- a) Pada *outpit dump* atau pit dengan lebar dasar yang luas/panjang dan tidak bisa terisi penuh, kegiatan dilakukan secara parsial atau per sel mengikuti prosedur pada Pasal 4.4.2.
- b) Pada kondisi bukaan tambang yang kecil dan /atau akan diisi penuh mengikuti prosedur pada Pasal 4.4.3.
- c) Drainase disiapkan untuk menjaga lokasi pemanfaatan tetap dalam keadaan kering.

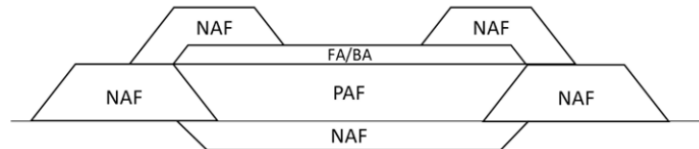
#### 4.4.2 Penudungan material PAF untuk *outpit dump* atau pit dengan lebar dasar yang luas/panjang

- a) Pada area pemanfaatan di luar bukaan tambang (*outpit dump*), berlaku prinsip desain penimbunan yang ditetapkan pada SNI 7082:2022 dan SNI 9117:2022 dengan modifikasi yang dilakukan berupa penambahan lapisan FA dan/atau BA di atas material PAF;
- b) Pembuatan tanggul material NAF dilakukan untuk menjaga stabilitas timbunan dan fungsi penudungan (lihat Gambar 1.a);
- c) Penempatan material PAF dan FA dan/atau BA di sisi dalam dari tanggul material NAF (lihat Gambar 1.b);
- d) Ketebalan FA dan/atau BA setelah dipadatkan minimal 50 cm dengan nilai konduktivitas hidraulik minimal  $10^{-5}$  cm/s;
- e) FA dan/atau BA dihampar sekaligus dipadatkan menggunakan alat/mesin untuk pemadatan di bagian atas material PAF dengan kemiringan dasar penempatan lapisan FA dan/atau BA maksimal 5%;
- f) Kegiatan sebagaimana dimaksud pada huruf b) dan c) dapat dilakukan berulang hingga batas timbunan akhir yang telah direncanakan. Timbunan akhir harus dipastikan bahwa lapisan yang paling atas adalah lapisan material NAF. Penghamparan material NAF di atas lapisan FA dan/atau BA (lihat Gambar 1.c);
- g) Lapisan paling atas ditutup dengan material NAF untuk kegiatan yang dilakukan secara parsial atau per sel;
- h) Bagian luar timbunan material NAF harus dibentuk dengan kemiringan lereng keseluruhan timbunan sesuai dengan kajian geoteknik;
- i) Apabila tidak tersedia cukup NAF, dapat menggunakan material lain dengan fungsi yang sama yaitu sebagai material yang dapat mencegah atau mengurangi masuknya air dan/atau udara ke dalam timbunan. Keandalan material ini harus dikaji terlebih dahulu;

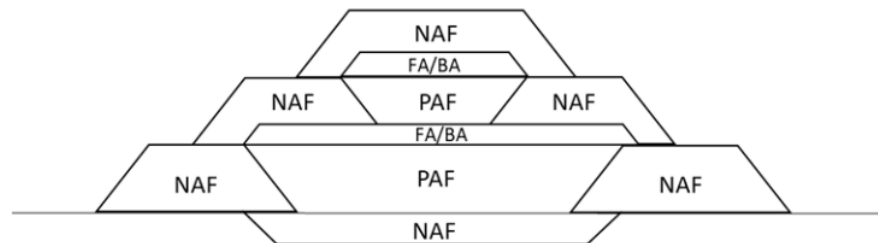
- j) Penutupan lapisan material NAF dengan menggunakan tanah pucuk sebagai media tanam disesuaikan dengan tujuan revegetasi;
- k) Timbunan dilengkapi dengan sistem drainase untuk menjaga kestabilan.



**Gambar 1.a – Pembuatan tanggul material NAF**



**Gambar 1.b – Penempatan material PAF dan FA dan/atau BA**



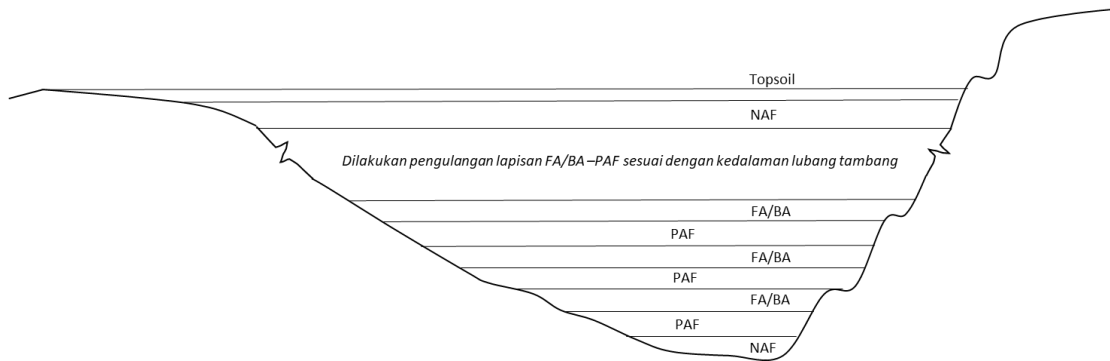
**Gambar 1.c – Penghamparan material NAF di atas lapisan FA dan/atau BA**

**Gambar 1 – Urutan penimbunan material PAF, NAF dan FA dan/atau BA**

#### 4.4.3 Penudungan pada lubang bekas tambang (*inpit dump*)

- a) Sebelum melakukan penempatan pada lokasi dalam bukaan tambang, harus dilakukan penghitungan volume bukaan tambang yang akan ditimbun. Perhitungan volume bukaan tambang dapat menggunakan *mine modelling* yang sudah ada atau melalui survei pengukuran lapangan secara langsung;
- b) Penentuan perbandingan volume FA dan/atau BA dengan material PAF dilakukan berdasarkan nilai PPAB masing-masing untuk mendapatkan kesetimbangan (netralitas). Nilai PPAB FA dan/atau BA ditambah nilai PPAB material PAF harus lebih kecil atau sama dengan 0 (nol);
- c) Dasar timbunan harus dilapisi dengan batuan NAF jika lapisan dasar bukan merupakan batuan NAF. Jika tidak tersedia cukup banyak batuan NAF, dasar timbunan dapat dilapisi dengan material lain yang bersifat kedap atau dijadikan kedap melalui proses pemadatan;
- d) Berdasarkan penghitungan kuantitas pada poin a), dilakukan penghamparan lapisan PAF dengan ketebalan sesuai rencana;
- e) Dilanjutkan dengan penghamparan FA dan/atau BA di atas PAF sesuai penghitungan kuantitas dan dipadatkan hingga mencapai nilai CBR paling rendah 5%;
- f) Ketebalan FA dan/atau BA setelah dipadatkan minimal 50 cm dengan nilai konduktivitas hidraulik minimal  $10^{-5}$  cm/s;
- g) Kegiatan penghamparan pada a) dan b) dilakukan berulang secara bergantian hingga ketinggian yang ditetapkan sesuai dengan Gambar 2.;
- h) Penudungan PAF dapat dilakukan secara bertahap dengan pertimbangan ketersediaan FA dan/atau BA dan PAF. Penudungan harus dipastikan bahwa setiap lapisan PAF yang dihampar harus tertutup oleh lapisan FA dan/atau BA;

- i) Setelah mencapai lapisan FA dan/atau BA paling atas (lapisan paling akhir), ditempatkan lapisan NAF sesuai kebutuhan reklamasi;
- j) Apabila tidak tersedia cukup NAF, dapat menggunakan material lain dengan fungsi yang sama yaitu sebagai material yang dapat mencegah atau mengurangi masuknya air dan/atau udara ke dalam timbunan. Kehandalan material ini harus dikaji terlebih dahulu;
- k) Jika di atas lubang tambang ingin ditimbun, ikuti prosedur penudungan material PAF pada Pasal 4.4.2;
- l) Ditempatkan tanah pucuk dengan ketebalan sesuai dengan tujuan revegetasi.



**Gambar 2 – Konsep desain pemanfaatan FA dan/atau BA sebagai bahan pelapis material PAF untuk *inpit dump* yang akan diisi penuh**

## 5 Pemantauan

Pemantauan dilakukan terhadap:

- a. Spesifikasi material pada lokasi penempatan sementara yang akan digunakan dalam kegiatan pemanfaatan sesuai dengan Pasal 4.3.2 dan Pasal 4.3.3.
- b. Tahap operasional
  - Pemasangan material pada tiap lapisan di lokasi pemanfaatan dilakukan untuk mencapai nilai konduktivitas hidraulik minimal  $10^{-5}$  cm/s.
  - Kestabilan lereng sesuai dengan kajian geoteknik.
- c. Kinerja  
Pemantauan kualitas air tanah dengan menggunakan sumur pantau di bagian hulu dan hilir aliran air tanah di lokasi pemanfaatan mengikuti peraturan perundang-undangan.

## Bibliografi

- [1] SNI 7082:2022, *Tata cara penimbunan batuan penutup untuk pencegahan pembentukan air asam tambang pada kegiatan tambang terbuka batubara*
- [2] SNI 7169:2022, *Istilah lingkungan hidup pertambangan*
- [3] SNI 9117:2022, *Tata cara penimbunan batuan penutup untuk pencegahan pembentukan air asam tambang pada kegiatan tambang terbuka mineral logam*
- [4] Nugraha, C., & Rolliyah. (2021). *Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash*. Direktorat Penilaian Kinerja Pengelolaan Limbah B3 dan Limbah Non B3
- [5] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik
- [6] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan
- [7] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun



## Informasi pendukung SNI

- [1] **Komtek Perumusan SNI**  
13-05 Perlindungan Lingkungan Pertambangan Mineral Dan Batubara
- [2] **Susunan keanggotaan Komtek Perumusan SNI**  
Ketua : Tonny H. Gultom  
Sekretaris : Muhammad Ansari  
Anggota : 1. Tiyas Nurcahyani  
2. Marsen Alimano  
3. Aryanti Arthaningrum  
4. Siti Rafiah Untung  
5. Rudy Sayoga Gautama  
6. Iskandar Zulkarnaen Siregar  
7. Aris Prio Ambodo  
8. Febriwiadi Djali  
9. Maulida Riza  
10. Iwan Syahroni  
11. Andi Muhammad Fajrin  
12. Delma Azrin  
13. Resi Potrodjojo Suprpto
- [3] **Konseptor Rancangan SNI**  
1. M Candra Nugraha Deni  
2. Tri Hendro Atmoko Utomo  
3. Rina Wahyu Cahyani  
4. Rahimahyuni Fatmi Nooran  
5. Asep Saepudin  
6. David Ricardo Purba  
7. Faqih Muallim
- [4] **Sekretariat pengelola Komtek Perumusan SNI**  
Direktorat Teknik dan Lingkungan Mineral dan Batubara  
Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara  
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral