

PENILAIAN RISIKO KEBAKARAN PADA PROSES PENGGILINGAN BATU BARA DI INDUSTRI SEMEN

Mochamad Yusuf Santoso¹⁾, Adianto²⁾, dan Alek Aribowo¹⁾

¹⁾Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

²⁾Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: yusuf.santoso@ppns.ac.id

Abstract

Risk assessment is an important and strategic response to ensuring the health and safety of workers and in maintaining a quality workforce due to the industrial network complexity growing and the rapid growth of engineering in cement factories. The usage of coal in the cement industry is one of the hazards which can cause the emergence of safety risks. The fire risk assessment was prompted by a potential fire and even an explosion during the coal milling procedure at one of the cement facilities in East Java. This fire risk was evaluated using the National Fire Protection Association (NFPA) 551 qualitative checklist approach. The NFPA 51B clause regarding hot work is referenced when creating the checklist. The analysis's findings revealed that 96.67% of the clauses had been satisfied. Companies must be aware of coal dust originating from supporting equipment and should install a fire early warning system in the coal mill area. According to the specifications of the Indonesian National Standard (SNI), the suggested early warning system is offered in the form of heat and carbon monoxide detectors put on the walls of the coal mill and integrated with alarms on each floor where the coal mill is located.

Keywords: *cement, coal, fire, milling, risk assessment*

Abstrak

Meningkatnya kompleksitas jaringan industri dan pesatnya perkembangan teknik di pabrik semen membuat penilaian risiko menjadi jawaban yang penting dan strategis untuk menjaga keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerja dan untuk mempertahankan tenaga kerja yang berkualitas. Pemakaian batu bara pada industri semen menjadi salah satu penyebab munculnya risiko K3. Adanya potensi kebakaran bahkan ledakan pada proses penggilingan batu bara di salah satu pabrik semen di Jawa Timur, mendorong dilaksanakannya penilaian risiko kebakaran. Metode kualitatif *checklist* dari *National Fire Protection Association* (NFPA) 551 digunakan sebagai untuk penilaian risiko kebakaran ini. Daftar periksa disusun dengan mengacu pada kalusul yang ada di dalam NFPA 51B tentang pekerjaan panas. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan 96,67 % kalusul sudah terpenuhi. Perusahaan perlu memperhatikan adanya debu batu bara yang keluar dari peralatan pendukung dan melengkapi area penggilingan batu bara dengan sistem peringatan dini kebakaran. Rekomendasi sistem peringatan dini yang diberikan berupa detektor panas dan karbonmonoksida yang dipasang di dinding *coal mill* dan terintegrasi dengan alarm pada setiap lantai dimana *coal mill* berada, sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata Kunci: *batu bara, kebakaran, penggilingan, penilaian risiko, semen*

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) telah menjadi prioritas kesehatan masyarakat di negara-negara industri dan menjadi perhatian utama, terutama di industri berisiko tinggi (Rachid et al., 2015). Proses produksi semen merupakan salah satu dari industri yang memiliki risiko tersebut (Çankaya & Çankaya, 2015). Semen menjadi salah satu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan di masyarakat. Karena semen sudah umum digunakan, dampak kesehatannya menjadi isu penting baik bagi karyawan maupun lingkungan (Borgheipour et al., 2020). Selain itu, dengan meningkatnya kompleksitas jaringan industri dan pesatnya perkembangan teknik di pabrik-pabrik besar, penilaian risiko menjadi jawaban yang penting dan strategis untuk menjaga K3 di satu sisi dan untuk mempertahankan tenaga kerja yang berkualitas di sisi lain (Tomar, 2014).

Pemakaian batu bara pada industri semen menjadi salah satu penyebab munculnya risiko K3. Batu bara digunakan sebagai bahan bakar dalam produksi *clinker* semen. Debu yang dihasilkan dari proses tersebut dapat digunakan sebagai sebagai bahan tambahan mineral pada campuran beton atau bahan bakar dalam proses pembakaran bahan baku semen di *rotary kiln* (Schumacher & Juniper, 2013). Risiko kebakaran dapat terjadi ketika batubara tersebut disimpan dalam jangka waktu tertentu, melalui fenomena *self-combustion* (Palox et al., 2018). *Self-combustion* pada batubara terjadi akibat adanya reaksi eksotermis dari oksidasi antara udara dengan komponen-komponen dari batu bara. *Self-combustion* pada batu bara dapat dipicu dari panas yang dihasilkan dari proses oksidasi yang tidak dikendalikan (Wahidah et al., 2022). Jumlah aliran udara pada *coal mill* perlu diperhatikan karena jika laju aliran terlalu tinggi, maka akan meningkatkan konsentrasi oksigen di permukaan batu bara. Sehingga, memperbesar pula kemungkinan terjadinya pembakaran spontan pada *coal mill*. Ledakan bisa saja terjadi jika batu bara tercampur dengan udara pada kondisi tertentu (Maharani et al., 2018).

Adanya potensi kebakaran bahkan ledakan pada sebuah proses penggilingan batu bara di salah satu pabrik semen di Jawa Timur, mendorong dilaksanakannya penilaian risiko kebakaran. Salah satu standar yang umum untuk digunakan untuk penilaian risiko kebakaran adalah *National Fire Protection Association* (NFPA) 551 (National Fire Protection Association (NFPA), 2019b). Menurut (Brzezińska & Bryant, 2021), NFPA 551 mampu memberikan kerangka kerja dan metodologi yang dapat memastikan bahwa berbagai aspek telah dipertimbangkan dengan baik dalam penilaian risiko kebakaran.

Metode ini telah digunakan untuk menilai risiko kebakaran berbagai jenis bangunan atau struktur, mulai dari gedung perkantoran (Ramadhan et al., 2022), gedung pendidikan (Mayangsari et al., 2023), hingga kapal penumpang (Muradi & Mutmainnah, 2020). Namun, belum ada yang menggunakan metode ini untuk menilai kebakaran pada industri semen. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan penilaian risiko kebakaran berbasis NFPA pada sebuah proses penggilingan batu bara di salah satu pabrik semen. Hasil dari penilaian risiko ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi yang dapat digunakan untuk menjamin keselamatan kerja pada pekerjaan tersebut.

METODE PENELITIAN

Pada tahap awal, dilakukan identifikasi permasalahan di area penggilingan batu bara pada salah satu industri semen yang ada di Jawa Timur. Penggunaan batu bara berpotensi menimbulkan risiko kebakaran. Tahapan selanjutnya adalah *Fire Risk Assessment* (FRA) berdasarkan NFPA 551. Metode ini dapat diaplikasikan secara luas untuk tujuan permasalahan keselamatan kebakaran. Hasil dan temuan dari FRA dipertimbangkan bersama dengan faktor-faktor lain. Hal ini yang sering disebut sebagai pengambilan keputusan berdasarkan risiko (Brzezińska & Bryant, 2021).

Metode FRA berdasar NFPA 551 yang digunakan adalah kualitatif *checklist*. Untuk pembuatan *checklist* diperlukan *expert judgement* untuk memvalidasi *checklist* tersebut. *Expert* yang dipilih pada penelitian ini sebanyak tiga orang yang terdiri dari personil K3 perusahaan semen dengan pengalaman di bidang K3 minimal 5 tahun. Hasil dari FRA akan dijadikan dasar dalam penentuan rekomendasi, agar dapat mengurangi risiko kebakaran pada proses penggilingan batu bara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi bahaya dan penilaian resiko pada area *coal mill* terutama pada proses penggilingan batu bara dilakukan secara kualitatif berupa *checklist*. *Checklist* ini dibuat sesuai dengan kondisi perusahaan dan di validasi oleh *expert judgement*. *Checklist* disusun dengan mengacu pada NFPA 51B (*Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*) tahun 2019 (National Fire Protection Association (NFPA), 2019a). Pemilihan standard NFPA 51B karena proses penggilingan batu baru merupakan pekerjaan panas yang berpotensi menyebabkan kebakaran (Tauseef et al.,

2021) (Tauseef, 2021). Cuplikan hasil identifikasi bahaya dan penilaian resiko pada proses penggilingan batu bara berupa checklist disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Hasil checklist identifikasi bahaya dan penilaian resiko pada proses penggilingan batu bara perusahaan semen

No. Klausul (NFPA 51B)	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
4.1.1	Apakah area <i>Coal Mill</i> sudah ditetapkan dan diizinkan untuk pekerjaan panas?	√		Pekerjaan khusus panas dapat dilakukan jika pekerja sudah mendapat izin pekerjaan khusus panas dari Seksi K3.
4.2.2	Apakah bahan mudah terbakar, proses berbahaya, atau potensi bahaya kebakaran selama proses penggilingan batu bara sudah diidentifikasi?	√		Sudah diidentifikasi di IPDK (Identifikasi dan Pengendalian Dampak Kegiatan) Perusahaan.
4.2.5	Apakah peralatan proteksi kebakaran pada proses penggilingan batu bara terpasang dilokasi?	√		Peralatan proteksi seperti APAR, pilar <i>hydrant</i> dan gas CO2 sudah terpasang dilokasi.
4.2.6	Apakah petugas pemadam kebakaran berada dilokasi/siap siaga ketika terjadi kebakaran area coal mill?	√		Petugas pemadam dari Seksi K3 selalu siap siaga di setiap shiftnya (24 jam)
4.4.5	Apakah alarm kebakaran tersedia di lokasi penggilingan batu bara?		√	Alarm kebakaran dilokasi penggilingan batu bara belum tersedia.
5.2	Apakah alat pemadam kebakaran yang terpasang dilokasi penggilingan batu bara sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku?	√		Alat pemadam seperti <i>hydrant</i> dan APAR sudah sesuai dengan peraturan serta selalu siap untuk digunakan.
5.5.1.4	Apakah peralatan penggilingan batu bara sudah tertutup dengan rapat untuk menghindari kebocoran maupun percikan api dari luar?	√		Peralatan penggilingan batu bara sudah tertutup dengan rapat. Namun pada peralatan pendukung terdapat debu batu bara yang keluar.
5.5.1.5	Apakah saluran pembuangan udara (<i>exhaust</i>) membawa percikan api ke tempat yang mudah terbakar?		√	Saluran pembuangan udara yang ada tidak mengarah ke tempat bahan yang mudah terbakar. Namun mengarah ke udara bebas. Semua alat pemadam selalu diperiksa setiap hari dan apabila sudah kosong (ketersediaan bahan pemadam <50%) atau rusak alat pemadam akan di isi ulang/diganti dengan yang baru.
5.5.1.10	Apakah alat pemadam pada proses penggilingan batu bara selalu terisi penuh dan dapat segera dioperasikan?	√		

Terdapat 30 pertanyaan dalam daftar periksa yang dilakukan. Berdasarkan hasil *checklist*, perusahaan sudah memenuhi 96,67 % klausul yang dibuat dalam daftar periksa. Walaupun demikian, terdapat ketentuan yang perlu diperhatikan oleh perusahaan. Pada hasil *checklist* klausul nomor 5.5.1.4 dikatakan bahwa masih ada debu batu bara yang keluar dari peralatan pendukung lainnya. Walaupun debu batu bara ini tidak dikeluarkan dari peralatan utama tapi masih ada potensi kebakaran di tempat lain dan dapat menyebar ke peralatan utama. Dari hasil *checklist*, diketahui juga satu klausul yang belum terpenuhi, yaitu nomor 4.4.5 terkait ketersediaan alarm kebakaran. Lokasi penggilingan batu bara belum memiliki sistem peringatan dini terjadinya kebakaran.

Untuk dapat memenuhi seluruh ketentuan daftar periksa penilaian risiko kebakaran, rekomendasi yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah perlu ditambahkan dengan sistem alarm agar para pekerja yang bekerja di area *coal mill* dapat mengevakuasi diri dan sistem proteksi dapat segera memadamkan api agar tidak terjadi kebakaran yang lebih besar. Sistem peringatan dini yang diusulkan pada penelitian ini terdiri dari detektor panas dan detektor karbon monoksida (CO) yang dilengkapi dengan alarm/sirine.

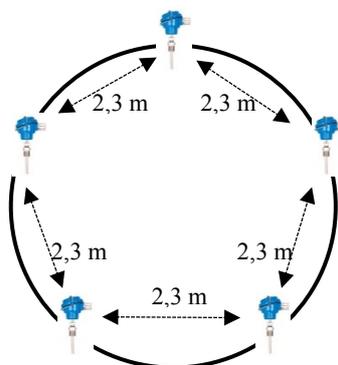
Perhitungan jumlah detektor panas dan detektor CO mengacu pada SNI 03-3985-2000 (Badan Standar Nasional Indonesia, 2000). Jumlah kebutuhan detektor dapat diketahui dengan cara membagi panjang diameter langit-langit mesin dengan jarak antar detektor (S). Jarak antar detektor (S) didapatkan dari hasil perkalian antara jarak maksimal antar detektor dengan faktor pengali.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah detektor panas} &= \frac{\text{diameter}}{\text{jarak maks.} \times \text{faktor pengali}} \\
 &= \frac{7 \text{ m}}{4,8 \text{ m} \times 43\%} \\
 &= 1,53 \approx 2 \text{ dektektor} \\
 \text{Jumlah detektor CO} &= \frac{\text{diameter}}{\text{jarak maks.} \times \text{faktor pengali}} \\
 &= \frac{12 \text{ m}}{4,8 \text{ m} \times 43\%} \\
 &= 0,93 \approx 1 \text{ dektektor}
 \end{aligned}$$

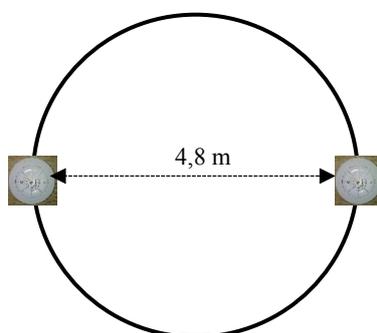
Detektor CO mempunyai ketentuan pemasangan jarak maksimal antar detektor adalah 12 m dengan faktor pengali 43% dikarenakan tinggi *Coal Mill* diatas 9,1 m. Sedangkan untuk detektor panas memiliki ketentuan pemasangan jarak maksimal antar detektor adalah 7 m dengan faktor pengali 43% dikarenakan tinggi *Coal Mill* diatas 9,1 m (Badan

Standar Nasional Indonesia, 2000). Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa jumlah minimal detektor panas dan CO yang dibutuhkan berturut-turut adalah dua dan satu detektor.

Detektor akan ditempatkan pada dinding dalam *coal mill* dikarenakan bentuknya menyerupai tabung silinder. Sehingga, akan ada penambahan jumlah detektor apabila jarak terjauh detektor melebihi jarak antar detektor (S) (Badan Standar Nasional Indonesia, 2000). Gambar 1 menyajikan total kebutuhan detektor panas, sedangkan total kebutuhan detektor CO ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan bentuk dan dimensi *coal mill*, diketahui jarak antar detektor (S) untuk detektor CO yaitu 5,16-meter dan untuk detektor panas yaitu 3,01 meter. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan total kebutuhan detektor panas sebanyak 5 buah detektor dan detektor CO sebanyak 2 buah detektor.



Gambar 1. Peletakan detektor panas



Gambar 2. Peletakan detektor CO

Berdasarkan SNI 03-3985-2000, rekomendasi jenis alarm yang dapat digunakan yaitu alarm audio. Alarm ini harus mempunyai tingkat kekerasan suara minimal 65 dB dan mempunyai bunyi serta irama yang khas hingga mudah dikenal sebagai alarm kebakaran. Sirine atau alarm diletakkan di setiap lantai dimana lokasi mesin *coal mill* berada, yaitu

di dalam gedung yang memiliki 3 lantai. Sehingga, jumlah sirine atau alarm yang dibutuhkan sebanyak 3 buah dimana setiap satu sirine akan melayani setiap lantai.

SIMPULAN

Penilaian risiko kebakaran menggunakan metode kualitatif *checklist* yang telah dibuat dan mengacu pada NFPA 51B tahun 2019 mendapatkan hasil bahwa pada proses penggilingan batu bara, perusahaan sudah memenuhi sebagian besar ketentuan yang di persyaratkan. Dari ketentuan yang sudah terpenuhi ada ketentuan yang perlu menjadi perhatian, yaitu terkait dengan masih adanya debu batu bara yang keluar dari peralatan pendukung lainnya dan ketiadaan alarm kebakaran. Rekomendasi berupa sistem peringatan dini kebakaran membutuhkan lima buah detektor panas dan dua buah detektor CO. Alarm yang direkomendasikan berjenis audio, yang dipasang pada masing-masing lantai gedung tempat coal mill berada.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI 03-3985-2000 Tentang Tata Cara Perencanaan, Pemasangan, dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung. In *Standar Nasional Indonesia*. Badan Standar Nasional (BSN) Indonesia.
- Borgheipour, H., Eskandari, D., Barkhordari, A., Mavaji, M., & Tehrani, G. M. (2020). Predicting the relationship between safety climate and safety performance in cement industry. *Work*, 66(1), 109–117. <https://doi.org/10.3233/WOR-203155>
- Brzezińska, D., & Bryant, P. (2021). Risk Index Method—A Tool for Building Fire Safety Assessments. *Applied Sciences*, 11(8), 3566. <https://doi.org/10.3390/app11083566>
- Çankaya, S., & Çankaya, S. (2015). Occupational Health And Safety in Cement Industry. *Ecology & Safety ISSN*, 9. www.scientific-publications.net
- Maharani, S. F., Handayani, Rr. H. E., & Syarifuddin. (2018). Analisis Pengaturan Kerja Coal Mill a Unit 2 Terhadap Potensi Self Combustion Batubara Pada Pltu Keban Agung 2 X 135 Mw Pt Chd Lahat , Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan*, 2(4), 53–61.
- Mayangsari, F. D., Ashari, Moch. L., & Khairansyah, M. D. (2023). Risk Assessment dan Redesign Sistem Sprinkler Gedung Direktorat dan Gedung J PPNS. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-8*, 612–619.
- Muradi, M., & Mutmainnah, W. (2020). Passenger Ship Evacuation Analysis with Fire Risk Assessment Approach Using NFPA 551. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 557(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/557/1/012043>
- National Fire Protection Association (NFPA). (2019a). *NFPA 51B-2019: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*.

- National Fire Protection Association (NFPA). (2019b). *NFPA 551: Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments*. NFPA.
- Palox, A. V., Abdullah, R., & Mingsi Anaperta, Y. (2018). Kajian Teknis Penimbunan Batubara pada ROM Stockpile Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Di PT. Prima Dito Nusantara, Job Site KBB, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), 953–962.
- Rachid, C., Ion, V., Irina, C., & Mohamed, B. (2015). Preserving and improving the safety and health at work: Case of Hamma Bouziane cement plant (Algeria). *Safety Science*, 76, 145–150. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.014>
- Ramadhan, D. G., Mangada, A., & Illahi, A. N. (2022). Perancangan Layout Pemasangan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dengan Metode Fire Risk Assesment (FRA) (Studi Kasus: Gedung Kantor PT. Pelindo TPK Makassar New Port). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)*, 132–137.
- Schumacher, G., & Juniper, L. (2013). Coal utilisation in the cement and concrete industries. In *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production* (pp. 387–426). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781782421177.3.387>
- Tauseef, Akhtar, R., Azim, S., Nawaz, R., & Ahmad, I. (2021). Identification And Evaluation Of Risk Assesment In Cement Industry. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 10(3), 94–103.
- Tomar, M. K. (2014). Study of Occupational Health, Safety and Environmental Aspects in Major Cement Manufacturing Industry (Ultratech Cement Limited.). *Journal of Environment and Earth Science*, 4(9). www.iiste.org
- Wahidah, Aurora Fajarwati, D., Lepong, P., & Alamsyah, A. (2022). Analisis Potensi Swabakar (Self-Combustion) Berdasarkan Data Proksimat pada Batubara PT. Geoservices Samarinda. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 5(2).