

APPLICATION OF SEKAT METHOD IN ORDER TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF OVERBURDEN HAULING DISTANCE IN COAL MINING OPERATIONS

PENGAPLIKASIAN METODE SEKAT DALAM RANGKA EFISIENSI JARAK ANGKUT OVERBURDEN PADA OPERASIONAL PERTAMBANGAN BATUBARA

Dedy Waliyan

Masters in Mining Engineering of Sriwijaya University

dedywaliyan@gmail.com

ABSTRACT

In terms of implementing good mining practices in Indonesia, all relevant aspects must be fulfilled according to the mandate of government regulations by mining companies, including efforts to create productive, efficient and safe mining operations. This research aims to evaluate the success of disposal formation in the pit by applying the "sekat method" as an effort to minimize overburden hauling distance. The research methodology is a mixture of descriptive qualitative methods with quantitative methods combining a case study and statistical analysis. The research site is located in the PT Kuansing Inti Makmur mining block in Muara Bungo Regency - Jambi Province - Indonesia. Primary and secondary data used in the period of 2020. The research began by conducting a literature study related to mining engineering and geotechnical safety, analyzing internal company documents, and conducting field observations on the phenomena that occurred. Then a deviation was identified, namely there was a situation of limited overburden disposal locations to accelerate coal exposure with a concentration in the form of transport distance efficiency. Therefore, an improvement in the application of the "sekat method" was determined by dumping of overburden without leaving the pit area, but in the former sump area in the pit so as to minimize the hauling distance. The improvement of the "sekat method" was successfully implemented and gave positive effects holistically in terms of quantity, quality, cost, delivery, safety, morale, productivity, and environment.

Keywords: Hauling Distance Efficiency, Mine Geotechnical, In Pit Dump, Sekat Method

ABSTRAK

Dalam hal penerapan kaidah *good mining practice* di Indonesia, seluruh aspek terkait harus dipenuhi sesuai amanah regulasi pemerintah oleh perusahaan pertambangan, termasuk di dalamnya adalah upaya menciptakan operasional pertambangan yang produktif, efisien, dan aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan pembentukan *disposal* di dalam *pit* dengan menerapkan "metode sekat" sebagai upaya meminimalkan jarak pengangkutan *overburden*. Metodologi penelitian merupakan campuran antara metode kualitatif deskriptif dengan metode kuantitatif yang menggabungkan sebuah studi kasus dan analisis statistik. Lokasi penelitian berada pada blok pertambangan PT Kuansing Inti Makmur di Kabupaten Muara Bungo-Provinsi Jambi-Indonesia. Data primer dan data sekunder yang digunakan adalah data dalam periode Tahun 2020. Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur terkait teknis pertambangan dan keselamatan geoteknik, menganalisis dokumen internal perusahaan, dan melakukan observasi lapangan pada fenomena yang terjadi. Kemudian teridentifikasi adanya deviasi, yaitu terdapat situasi keterbatasan lokasi pembuangan *overburden* untuk percepatan *expose* batubara dengan konsentrasi berupa efisiensi jarak angkut. Sehingga ditentukan sebuah *improvement* penerapan "metode sekat" dengan cara melakukan pembuangan *overburden* tanpa harus keluar area *pit*, namun pada area bekas *sump* yang berada di dalam *pit* sehingga dapat meminimalkan jarak angkut. *Improvement* "metode sekat" ini berhasil dilaksanakan dan memberi efek positif secara holistik dari segi kuantitas, kualitas, biaya, *delivery*, keselamatan, moral, produktivitas, dan lingkungan.

Kata Kunci: Efisiensi Jarak Angkut, Geoteknik Tambang, In Pit Dump, Metode Sekat

1. PENDAHULUAN

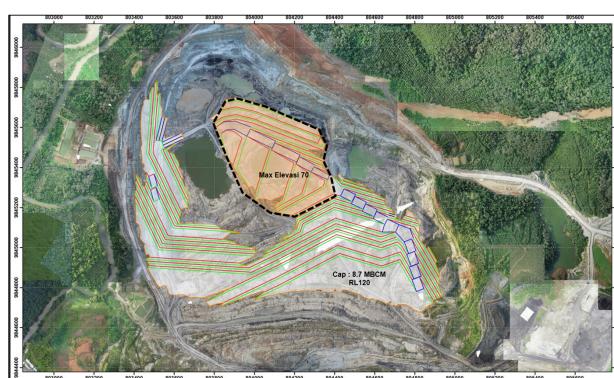
Sinarmas Mining adalah salah satu perusahaan berbasis sumber daya alam terbesar di dunia yang beroperasi di kepulauan Indonesia. Anak perusahaan Sinarmas Mining di bidang

Pertambangan Batubara adalah Berau Coal Energy dan Golden Energy Mines dan beberapa perusahaan pertambangan lainnya. Saat ini Sinarmas Mining beroperasi di beberapa wilayah: Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sumatera Selatan, dan Jambi. Sinarmas Mining memberikan prospek yang menjanjikan untuk pertumbuhan operasi dan kinerja keuangan di masa depan dalam jangka panjang. Saat ini perusahaan menjual batubara ke pasar domestik dan pasar ekspor untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang sebagian besar terdiri dari pembangkit listrik, pabrik kertas, semen dan perusahaan perdagangan batubara yang membeli batubara untuk dijual kembali. Ekspor dilakukan ke berbagai pelanggan terutama China, India, dan negara ASEAN. Sebagian besar perusahaan penjualan batubara berdasarkan perjanjian kontrak penjualan batubara, dengan harga jual batubara dinegosiasikan dan disesuaikan setiap tahun atau jangka waktu yang lebih singkat berdasarkan kualitas dan spesifikasi batubara dengan mengacu pada harga batubara yang berlaku di pasar.

Perusahaan juga menjalankan bisnis perdagangan batubara, dimana pembelian batubara eksternal dilakukan langsung dari berbagai sumber untuk dijual kembali. Ke depan, bisnis perdagangan ditujukan juga untuk tujuan pencampuran kualitas batubara untuk mendapatkan batubara berkualitas sesuai dengan kebutuhan spesifik pelanggan yang datang dari berbagai sasaran segmen pasar yang berbeda, baik dalam maupun luar negeri. Tujuan Sinarmas Mining adalah menjadi perusahaan pertambangan terkemuka di Indonesia dengan menciptakan nilai tambah bagi pelanggan & pemangku kepentingan.

Salah satu anak perusahaan Sinarmas Mining yaitu PT Kuansing Inti Makmur (KIM) dimana lokasi pertambangannya berada di Muaro Bungo, Provinsi Jambi. Produk batubara PT Kuansing Inti Makmur dihasilkan dari metode penambangan *open pit* dengan kalori batubara 4.650 – 4.800 Kcal/Kg GAR yang merupakan produk primadona untuk pasar di Asia. Batubara hasil penambangan PT Kuansing Inti Makmur yang telah ditumpuk di *Run of Mine (ROM)* kemudian diangkut menuju lokasi pelanggan tetap PT Kuansing Inti Makmur menggunakan jalur darat dengan unit *dump truck*, yaitu ke Perawang dengan jarak 380 Km, ke Padang dengan jarak 250 Km, ke Lontar dengan jarak 265 Km, dan ke Nilau dengan jarak 304 Km.

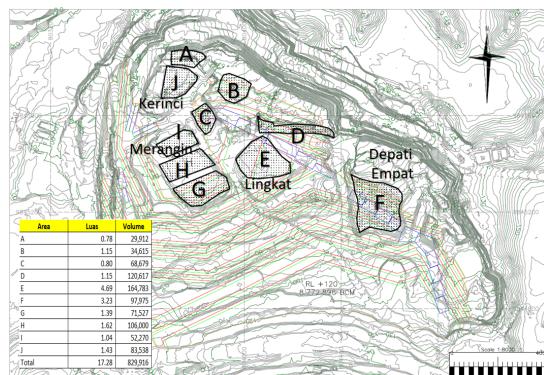
Saat membuat perencanaan *disposal*, dihasilkan desain *in pit dump* dengan *volume* desain sebanyak 8,7 MBCM (Gambar 1). Namun dalam pembentukan desain tersebut di lapangan terkendala dengan adanya lumpur pada *Sump* Lingkat sebanyak 165 KBCM. Sedangkan jika mengacu pada karakteristik material lumpur yang lunak, standar operasional prosedur penanganan lumpur, dan rekomendasi hasil analisis geoteknik pada rencana desain maka pada proses penimbunan harus dilakukan per *layer* dan bertahap dari elevasi paling bawah sehingga dalam pelaksanaannya harus teliti dan perlu proses yang relatif lama.



Gambar 1. Rencana *In Pit Dump* Tahun 2020 di Lokasi Penelitian

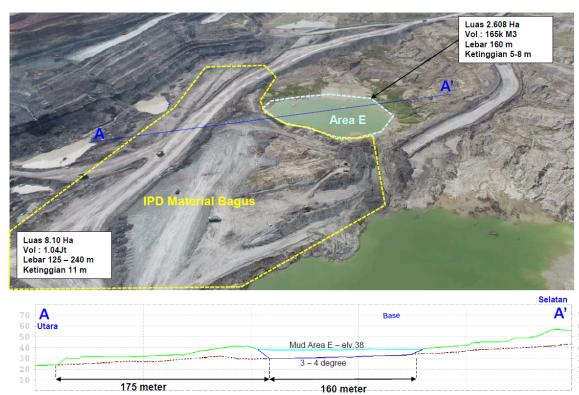
Kesepakatan bersama antara pihak PT Kuansing Inti Makmur dengan PT Cipta Kridatama selaku mitra kerja penambangan ditentukan bahwa target *overburden distance* untuk tahun 2020 adalah sebesar 2,046 meter. *Distance* tersebut diperoleh jika distribusi material *overburden* bukan hanya *dumping* di *out pit dump (OPD)* saja dari total keseluruhan

selama setahun, namun juga harus *dumping* di area *in pit dump* (IPD). Dengan kondisi demikian dan keterbatasan sisa *in pit dump* pada Semester II Tahun 2020 hanya tersisa sebanyak 1,3 MBCM. Padahal kebutuhan *in pit dump* Semester II Tahun 2020 adalah sebesar 7,5 MBCM. Hal ini berpotensi mengakibatkan *overburden distance* menjadi 2,173 meter dan juga berpotensi penambahan biaya penambangan akibat *over distance*, yaitu sebesar Rp 15,7 Miliar. Sehingga dengan demikian diperlukan *improvement* penanganan lumpur di area bekas *Sump Lingkat* (Gambar 2) dengan jaminan pelaksanaan operasional yang aman, produktif, dan efisien.



Gambar 2. Boundary Area Lumpur Tahun 2020 (*Sump Lingkat* pada *Boundary E*)

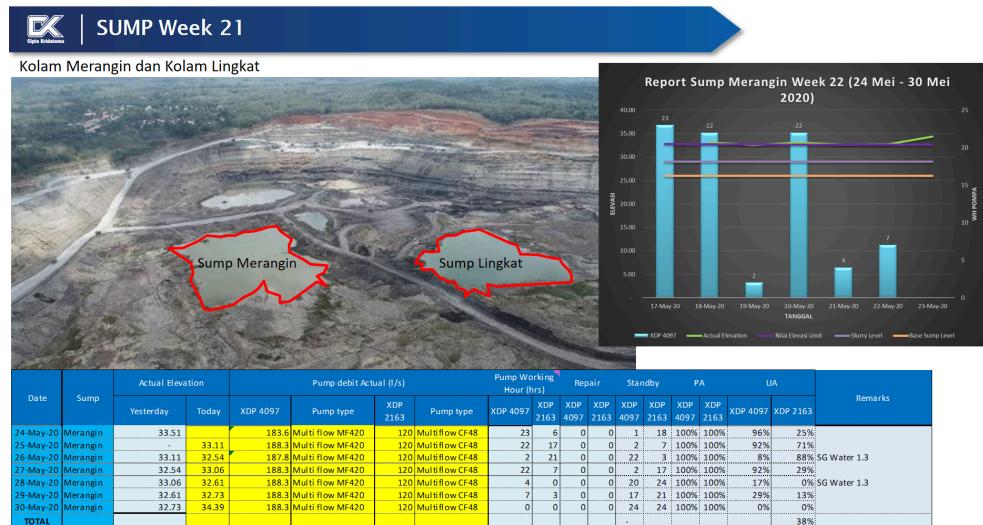
Pada peta *boundary* area lumpur sebelumnya (Gambar 2) dapat dilihat bahwa jika pada rencana desain pembentukan *in pit dump* pada tahun 2020 akan menimbun sebanyak 5 *boundary*, yaitu *boundary B*, *boundary C*, *boundary D*, *boundary E* (*Sump Lingkat*), dan *boundary F* (*Sump Depati Empat*) yang berada tepat di kaki dan dasar *in pit dump*. Yang menjadi acuan di lapangan adalah adanya rekomendasi geoteknik dan operasional bahwa pembentukan *in pit dump* harus dilakukan dari elevasi terbawah atau kaki *disposal*, *dumping* per *layer* setinggi 5 meter, *slope disposal* sebesar 25 derajat, dan *overall slope disposal* sebesar 8 derajat sehingga menghasilkan faktor keamanan >1,2. Untuk *boundary B*, *boundary C*, dan *boundary D* telah dilakukan penimbunan pada Semester I. Untuk *boundary F* (*Sump Depati Empat*) masih belum menjadi prioritas karena masih dijadikan sebagai area tangkapan air untuk pit sisi Timur sehingga sekuen *coal getting* di area Tengah dan Barat tidak terganggu. Maka fokus area penimbunan selanjutnya adalah *boundary E* (*Sump Lingkat*) dengan volume lumpur di area tersebut adalah sebesar 165 KBCM (Gambar 3).



Gambar 3. Kondisi Awal Area Lumpur *Boundary E* (*Sump Lingkat*)

Berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam KIM-MED-IKA-010-R00 tentang Penimbunan *Overburden* yang merupakan salah satu prosedur perusahaan disebutkan bahwa dalam Pembentukan *Disposal* berupa *in pit dump* harus: (1) dilakukan pembersihan base terlebih dahulu; (2) dilakukan pembentukan drainase yang memadai; dan (3) *disposal* dibentuk

per *layer* dimulai dari elevasi paling bawah. Sedangkan kondisi di lapangan pada saat akhir bulan Mei 2020 di area Lingkat masih berupa *sump* namun tidak ada aktivitas pemompaan ataupun pengeringan karena kendala *low performance* dari pompa tersebut (Gambar 4). Sedangkan *volume in pit dump* yang ada untuk mengakomodir aktivitas *load haul dump* aktif hanya tersisa 1,3 MBCM saja. Hal ini berpotensi terjadinya pengalihan titik *dumping* dari area *in pit dump* ke *out pit dump* secara keseluruhan sehingga dapat mengakibatkan *over distance* dan *over cost* operasional.



Gambar 4. Kondisi Lingkat per Akhir Mei 2020

Pemerintah Republik Indonesia telah mengatur mengenai *good mining practice* dalam Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara; Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara; dan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik. Mengacu pada peraturan tersebut bahwa sepanjang kegiatan pertambangan wajib memenuhi beberapa diantaranya adalah aspek teknis pertambangan dan keselamatan pertambangan. Dalam dokumen Kebijakan K3 Golden Energy Mines (GEMS) pada salah satu *point* kebijakan K3 yang telah menjadi sebuah komitmen dan ditandatangani oleh Presiden Direktur disebutkan bahwa Golden Energy Mines senantiasa melakukan identifikasi bahaya dan penilaian serta pengendalian resiko terhadap semua kegiatan. Golden Energy Mines juga memiliki enam nilai inti perusahaan atau *Six Values*, Dimana salah satunya disebutkan bahwa setiap GEMS harus menerapkan *continuous improvement*.

Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, kebutuhan untuk *saving cost* dalam hal *overburden distance*, efisiensi penanganan lumpur di *pit*, dan amanah penerapan *good mining practice* sehingga dilakukan penelitian ini untuk dapat menghasilkan rekomendasi penelitian berupa *improvement* untuk memastikan operasional penambangan berjalan dengan aman, produktif, dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sumber daya alam di Indonesia sangat melimpah karena merupakan negara berkembang. Gas alam, minyak bumi, timah, belerang, perak, emas, nikel, dan banyak mineral lainnya adalah bahan baku industri ini. Sumber daya alam, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan, sangat memengaruhi kelangsungan hidup manusia. Industri pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang menopang perekonomian nasional (Khalifah, 2022).

Sektor pertambangan di Indonesia menyumbang sebagian besar pendapatan negara mulai dari pendapatan ekspor, pembangunan daerah, peningkatan aktivitas ekonomi, pembukaan lapangan kerja dan sumber pemasukan terhadap anggaran pusat dan anggaran daerah (Tanjung et al., 2024).

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang (Undang-Undang Minerba No. 3 Tahun 2020, Pasal I). Geoteknik Tambang adalah pengelolaan teknis pertambangan yang meliputi penyelidikan, pengujian conto, dan pengolahan data geoteknik serta penerapan rekomendasi geometri dan dimensi buaan tambang, serta pemantauan kestabilan buaan tambang (Kepmen ESDM No. 1827 Tahun 2018, Lampiran II, Hal. 29-33).

Amanah penerapan *good mining practice* oleh setiap perusahaan pertambangan pada masa saat ini diatur pemerintah melalui Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara, dan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik. Undang-Undang Nomor 3 tahun 2020 ditentukan adanya dukungan pembangunan nasional yang berkelanjutan, sehingga kemudian menjadi sasaran pengelolaan mineral dan batubara adalah: a) memastikan efektivitas penegakan dan kendali tambang efektif, efisien dan kompetitif; b) Menjamin manfaat ekstraksi mineral dan karbon secara berkelanjutan dan ramah lingkungan; c) Menjamin ketersediaan mineral dan batubara sebagai bahan mentah atau sumber energi untuk kebutuhan dalam negeri; d) Mendukung dan mengembangkan kemampuan nasional untuk berkompetisi di tingkat nasional, regional dan Internasional (Jamil, 2022).

Setiap perusahaan, terutama di sektor pertambangan, harus memperhatikan dan memelihara peralatan produksi mereka agar bisa terus berjalan dengan lancar dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat menghentikan kegiatan produksi. Kegiatan pertambangan tersebut menggunakan sistem agar seluruh kegiatan dapat bekerja dengan baik. Namun, sistem yang digunakan pada beberapa pertambangan masih belum menggunakan sistem dengan teknologi terbaru. Dimana sistem yang usang memiliki keterbatasan atas infrastruktur yang ada dan butuh pembaharuan teknologi yang lebih canggih (James et al., 2023).

Aspek keselamatan pertambangan dan pengelolaan geoteknik yang menjadi bagian dari aspek teknis pertambangan adalah dua aspek yang termasuk dalam kaidah *good mining practice*. Aspek keselamatan pertambangan terdiri atas kesehatan kerja, keselamatan kerja, keselamatan operasi, dan lingkungan kerja. Sedangkan aspek teknis mengenai geoteknik tambang paling kurang terdiri atas: a) penyelidikan geoteknik yang meliputi jumlah, kedalaman, dan lokasi pengeboran inti, deskripsi litologi, preparasi conto geoteknik, pengukuran dan analisis struktur geologi, kegempaan, pengaruh peledakan, serta hasil penyelidikan hidrologi dan hidrogeologi; b) pengujian conto geoteknik yang meliputi laboratorium pengujian dan hasil dari uji sifat fisik dan sifat mekanik conto; c) pengolahan data hasil penyelidikan geoteknik dan pengujian conto geoteknik yang menggambarkan model dengan parameter sebagaimana yang ditetapkan pada tabel 1; dan d) kriteria keparahan longsor/*consequences of failure* (Kepmen ESDM No. 1827 Tahun 2018, Lampiran II, Hal 56-59). Adapun sistem pengelolaan geoteknik terdiri atas: a) geometri dan dimensi buaan tambang dan timbunan dan/atau lubang buaan bawah tanah; b) kriteria pergerakan; c) metode dan jadwal pemantauan pergerakan lereng tambang dan timbunan dan/atau lubang buaan bawah tanah; d) tindak lanjut hasil pemantauan pergerakan lereng tambang dan timbunan dan/atau lubang buaan bawah tanah;

e) peta potensi bahaya longsor (*hazard map*) berdasarkan hasil asesmen terhadap kondisi lereng dan peta mitigasi bahaya longsor yang paling kurang meliputi zona bahaya, zona aman, tempat berkumpul (*muster point*), serta jalur evakuasi apabila terjadi kondisi bahaya; dan f) dalam hal nilai faktor keamanan dan probabilitas longsor lereng tambang, faktor keamanan lereng timbunan dengan menggunakan kohesi dan sudut gesek residual, dan faktor keamanan lubang bukaan tambang bawah tanah tidak memenuhi nilai dalam studi kelayakan maka berdasarkan hasil kajian teknis yang paling kurang meliputi geometri dan dimensi bukaan tambang dan timbunan, umur pakai, faktor keamanan, upaya penguatan, rencana pemantauan dan tindak lanjut serta analisis risiko, serta pada pelaksanaannya dilakukan oleh Tenaga Teknis Pertambangan yang Berkompeten.

Tabel 1. Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang

Jenis Lereng	Keparahan Longsor (Consequences of Failure/Cof)	Kriteria Dapat Diterima (Acceptance Criteria)		
		Faktor Keamanan (FK) Statis (Min)	Faktor Keamanan (FK) Dinamis (Min)	Probabilitas Longsor (Probability of Failure) (Maks) PoF (FK ≤ 1)
Lereng Tunggal	Rendah sampai dengan Tinggi	1,1	Tidak Ada	25 – 50%
	Rendah	1,15 – 1,2	1,0	25%
	Menengah	1,2 – 1,3	1,0	20%
Inter-Ramp	Tinggi	1,2 – 1,3	1,1	10%
	Rendah	1,2 – 1,3	1,0	15 – 20%
	Menengah	1,3	1,05	10%
Lereng Keseluruhan	Tinggi	1,3 – 1,5	1,1	5%

Berdasarkan lokasinya, pembuangan material batuan penutup (*disposal*) dibagi menjadi *out pit dump* dan *in pit dump*. Aspek teknis yang diatur pada aktivitas penimbunan batuan penutup di dalam bukaan tambang (*in pit dump*) terdiri atas: a) Dalam hal area penimbunan batuan penutup berada di lokasi yang telah selesai ditambang (*inpit*), dasar area timbunan bebas dari lapisan batuan yang dapat menjadi bidang gelincir serta bebas air dan/atau lumpur; b) Dalam hal area penimbunan batuan penutup berada di lokasi yang belum selesai ditambang, jarak antara kaki timbunan batuan penutup dengan area kerja aktif sekurang kurangnya 3 (tiga) kali tinggi total timbunan atau berdasarkan hasil kajian teknis; c) Dalam hal lereng timbunan dengan menggunakan kohesi dan sudut gesek residual tidak memenuhi faktor keamanan dalam studi kelayakan maka berdasarkan hasil kajian teknis yang paling kurang mencakup geometri dan dimensi lereng timbunan, umur pakai timbunan, faktor keamanan lereng, upaya penguatan timbunan, rencana pemantauan, dan tindak lanjut serta analisis risiko; d) Hasil kajian teknis disampaikan dalam laporan khusus kepada Kepala Inspektur Tambang.

Pada penambangan terbuka, lereng dihadapkan pada bahaya keselamatan yang cukup besar. Stabilitas lereng tersebut, yang mempengaruhi produksi yang aman dari seluruh tambang terbuka, dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi geologi, fenomena alam, dan aktivitas manusia. Oleh karena itu, evaluasinya memerlukan pertimbangan yang komprehensif. Berbagai penelitian telah dilakukan terhadap stabilitas lereng tambang terbuka, dan hasil penelitian yang diperoleh merupakan panduan penting untuk mengevaluasi dan meningkatkan stabilitas lereng tambang terbuka (Zhao et al., 2024). Pada suatu konstruksi diperlukan tanah pondasi yang cukup kuat untuk menahan beban yang nantinya diberikan di atasnya. Pada tanah lunak, konstruksi sangat sulit dilakukan karena tanah lunak karena memiliki daya dukung yang rendah dan penurunan yang cukup besar juga waktu penurunan maksimum yang sangat lama keran permeabilitasnya yang rendah. Maka dari itu, diperlukan sebuah metode untuk dilakukan perbaikan pada tanah jenis ini. Metode perbaikan tanah yang

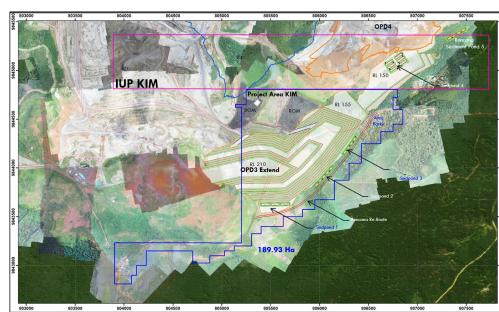
dipakai ialah penimbunan tanah secara bertahap, sehingga layak dan memenuhi persyaratan sebagai lapisan pondasi. Penimbunan bertahap dapat dilakukan dengan memberikan pembebasan berupa tanah yang dirasa cukup baik untuk dijadikan tanah timbunan, untuk memperkuat tanah yang akan ditimbun (Pradita & Putri, 2019).

Bahan bakar merupakan komponen utama dari biaya operasional tambang. Dalam proses pengangkutan bahan tambang, bahan bakar merupakan komponen utama yang berkontribusi besar terhadap biaya operasional tambang. Biaya konsumsi bahan bakar untuk truk pada operasi tambang terbuka mencapai 22% dari total biaya. Pada eksplorasi tambang batubara, biaya bahan bakar dapat mencapai 30% – 40%. Pengangkutan bahan tambang berbeda dengan jenis transportasi di industri lain. Jalan tambang lebih kasar daripada jalan raya, dengan tingkat kemiringan hingga 15%. Kondisi ini menghasilkan tren unik terkait konsumsi bahan bakar. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar antara lain ketinggian pengangkatan, beban, jarak angkut dan kebiasaan operator (Saptarini et al., 2024).

Diagram Ishikawa ditemukan oleh Kaoru Ishikawa, yang memelopori teknik manajemen kualitas di Jepang pada tahun 1960-an. Diagram ini dianggap sebagai salah satu dari tujuh alat dasar pengendalian kualitas. Diagram ini juga dikenal sebagai diagram tulang ikan karena bentuknya. "Kepala ikan" mewakili masalah utama. Penyebab potensial dari masalah tersebut, yang biasanya berasal dari sesi *brainstorming* atau penelitian, ditunjukkan pada "Tulang Ikan" diagram. Sebagai contoh ilustrasi, rendahnya jumlah kelompok usia produktif yang menerima layanan standar dipilih sebagai masalah utama yang muncul. Rendahnya jumlah kelompok usia produktif yang menerima layanan standar ditunjukkan di bagian atas diagram Ishikawa. Dalam mencari penyebab potensial dari masalah utama yang muncul, para peneliti bekerja sama dalam tim dengan pihak-pihak lain. Para peneliti melakukan sesi curah pendapat untuk menemukan penyebab potensial dari rendahnya jumlah kelompok usia produktif yang menerima layanan standar, dengan menuliskannya di papan tulis atau kertas plano. Daftar tersebut kemudian akan ditinjau ulang untuk mengekstrak penyebab yang relevan dalam konteks masalah utama yang dihadapi. Penyebab-penyebab ini kemudian akan disusun dalam diagram "Tulang Ikan" Ishikawa. Tidak ada batasan jumlah "Tulang Ikan" dalam diagram tersebut. Setiap tulang ikan dapat dibagi lagi menjadi tulang-tulang yang lebih kecil jika diperlukan untuk menunjukkan hubungan semua penyebab potensial terhadap masalah yang ada (Pramusinta et al., 2025).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada area penambangan batubara salah satu grup Sinarmas Mining, yaitu di blok PT Kuansing Inti Makmur yang berada di Kabupaten Muara Bungo, Provinsi Jambi, Indonesia.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode sepanjang tahun 2020. Populasi dalam penelitian ini adalah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Sinarmas Mining Group yang berada di Kabupaten Muara Bungo yang berjumlah 9 wilayah/area dan dibagi menjadi *Pit East* dan *Pit West*, sedangkan sampel penelitian adalah 1 wilayah/area saja yang dikhususkan pada *Pit East*.

saja yang merupakan *pit* aktif. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dan metode kualitatif deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil tinjauan dokumen perusahaan, validasi, dan observasi lapangan diolah dengan menggunakan *software* umum berupa *Microsoft Office*, untuk analisis jarak angkut *overburden* dan desain *disposal* diolah menggunakan *mining software* berupa *Minescape*, untuk data *front loading* maupun *dumping point* beserta kontur secara *update* diambil menggunakan alat *survey* berupa *GPS RTK* dan *Total Station*, dan analisis geoteknik diolah menggunakan *mine geotechnical software* berupa *Slide*. Adapun metodologi penelitian yang digunakan dan *novelty* penelitian ini secara detail seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Metodologi dan *Novelty* Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis 4M+1E

Dengan menggunakan analisis *4M+1E* (*Man, Material, Machine, Method, Environment*) seperti tercantum pada Tabel 2, maka telah terpetakan *problem* yang terjadi secara komprehensif.

Tabel 2. Analisis 4M+1E

FACTOR	CONTROL ITEM	CONTROL POINT	IDEAL	ACTUAL	GAB
Man	Pengawas Mitra Kerja	Kepedulian terhadap dewatering	Pengawas peduli	Kurangnya kepedulian Pengawas	Ada
Material	Material overburden expose	Ketersediaan	Material bagus (<i>overburden expose</i>) untuk pembentukan <i>in pit dump</i> tersedia	Material bagus (<i>overburden expose</i>) untuk pembentukan <i>in pit dump</i> tersedia	Tidak ada
Machine	Alat <i>loading, hauling, dumping, dan support</i>	Ketersediaan	Alat tersedia untuk aktivitas pembentukan <i>in pit dump</i>	Alat tersedia untuk aktivitas pembentukan <i>in pit dump</i>	Tidak ada
Machine	Pompa	Ketersediaan	Pompa tersedia untuk pengeringan <i>Sump Lingkat</i>	Pompa tersedia untuk pengeringan <i>Sump Lingkat</i>	Tidak ada
Method	Base In Pit Dump	Kebersihan	<i>Base in pit dump</i> dalam kondisi bersih	Masih terdapat air yang terakumulasi dalam <i>Sump Lingkat</i> pada <i>base</i> rencana <i>in pit dump</i>	Ada

KONDISI IDEAL

Tingginya kepedulian Pengawas Mitra Kerja terhadap *dewatering*, terutama di area *Sump Lingkatan* yang merupakan *base* rencana *in pit dump*. Tahun 2020



KONDISI AKTUAL

PENANGGUNG JAWAB

Mitra Kerja;
Akhir bulan Juni 2020;
Pjt East

Pengawas Mitra Kerja kurang perduli terhadap *dewatering*, terutama di area *Sump* Lingklat yang merupakan *base* rencana *in pit dump* Tahun 2020. Terbukti dengan tidak adanya aktivitas drainase dan pemompaan yang signifikan di *Sump* Lingklat. Hanya ada 1 pompa tipe CF48-XDP2163.

Base in pit dump
dalam kondisi bersih

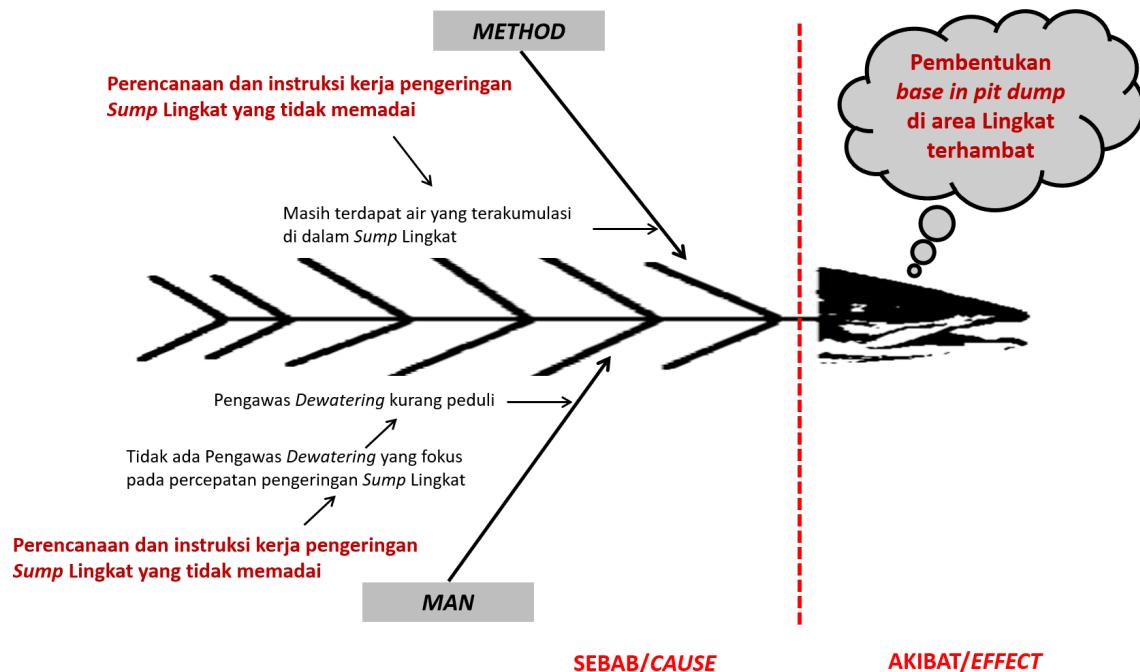


Mitra Kerja;
Akhir bulan Juni 2020;
Pit East

Masih terdapat air yang terakumulasi dalam *Sump* Lingkat pada *base* rencana *in pit dump*.

A. Analisis Sebab Akibat Menggunakan *Ishikawa Diagram*

Berdasarkan analisis awal terhadap kondisi *4M+1E* (*Man, Material, Machine, Method, Environment*) diatas, kemudian dilanjutkan dengan analisis sebab akibat menggunakan metode *Ishikawa Diagram* sehingga diperoleh pareto akar masalah yang menjadi penyebab terhambatnya pembentukan *base in pit dump* di area Lingkat, yaitu perencanaan dan instruksi kerja pengeringan *Sump Lingkat* yang tidak memadai (Gambar 7).



Gambar 7. Analisis Sebab Akibat Menggunakan Metode *Ishikawa Diagram*

B. Rencana dan Implementasi *Improvement*

Mengacu pada pareto penyebab masalah yang telah ditelaah tersebut diatas, maka kemudian ditentukan langkah perbaikan atau *improvement* yang terdiri atas dua opsiional (Tabel 3).

Tabel 3. Rencana *Improvement* Percepatan *In Pit Dump* untuk Reduce Overburden Distance

AKAR MASALAH	IDE DARI	ALTERNATIF	ALASAN	ITEM EVALUASI			
				BIAYA	MUTU	WAKTU	EVALUASI
Perencanaan dan instruksi kerja pengeringan <i>Sump Lingkat</i> yang tidak memadai	Penulis dan Tim site KIM	Penanganan Lingkat dengan metode <i>loading</i> lumpur	Melakukan pembersihan <i>base</i> terlebih dahulu dari lumpur sesuai rekomendasi geoteknik	Rp 5,37 M (diluar budget perusahaan)	Pembentukan <i>in pit dump</i> terhambat karena harus menunggu selesai <i>loading</i> lumpur	55 hari (hanya untuk <i>loading</i> lumpur saja)	Ide kurang efektif untuk diterapkan
	Penulis dan Tim site KIM	Penanganan Lingkat dengan metode sekat	Pelaksanaan pembentukan <i>base</i> lebih cepat terhadap kemajuan <i>in pit dump</i> dan lebih efisien, namun tetap memperhatikan kaidah geoteknik	Nol rupiah (sudah termasuk dalam biaya <i>overburden removal</i>)	Pembentukan <i>in pit dump</i> bisa dilakukan paralel	7 hari untuk pengeringan <i>sump</i> , setelah itu bisa langsung <i>continue dumping</i>	Ide sangat efektif untuk diterapkan
RISIKO PERBAIKAN		Isu kestabilan lereng pada <i>in pit dump</i>					
PENANGGULANGAN RISIKO PERBAIKAN		Inspeksi operasional dan geoteknik agar pelaksanaan di lapangan berjalan sesuai rencana; Pelaksanaan uji SPT atau <i>Standard Penetration Test</i> (uji untuk mengetahui daya dukung tanah pada setiap kedalaman) di area <i>in pit dump</i> sebagai bahan analisis review geoteknik terhadap lereng rencana maupun aktual terbentuk di lapangan					

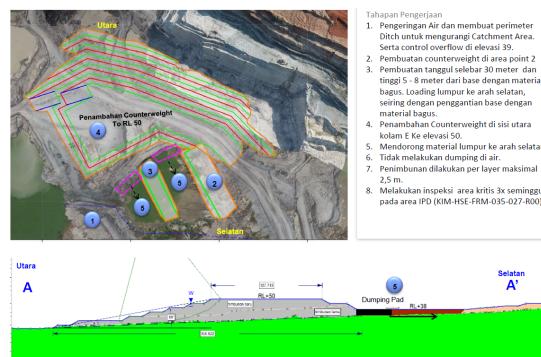
Secara detail, kedua opsional tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Detail Opsi Rencana Improvement

Why Akar Masalah	What Solusi I	How Aktivitas	Who PiC	When Waktu	Where Lokasi	How Much Biaya	Target
Perencanaan dan instruksi kerja pengeringan Sump Lingkat yang tidak memadai	Penanganan Lingkat dengan metode loading lumpur	Membuat rencana penanganan Lingkat dengan metode <i>loading</i> lumpur	Mizwar Irfan, Hendra Madi	Juni 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Pembuatan <i>Job Safety Analysis (JSA)</i> <i>loading</i> lumpur	Akhmad Riyadi	Juli 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Pelaksanaan pekerjaan benangan Lingkat dengan metode <i>loading</i> lumpur	Hendra Madi, Akhmad Riyadi	Juli – Agustus 2020	Pit East	Rp 5,37 M (diluar budget perusahaan)	Nol rupiah (Tidak ada)
		Penimbunan <i>in pit dump</i> di area Lingkat	Akhmad Riyadi	Agustus – Desember 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Monitoring operasional, realisasi prosedur, dan inspeksi geoteknik di area Lingkat	Jioni S. Simamora, Dedy Waliyan, Anto Naibaho	Juli – Desember 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
Why Akar Masalah	What Solusi II	How Aktivitas	Who PiC	When Waktu	Where Lokasi	How Much Biaya	Target
Perencanaan dan instruksi kerja pengeringan Sump Lingkat yang tidak memadai	Penanganan Lingkat dengan metode sekat	Membuat rencana penanganan area Lingkat dengan metode sekat	Mizwar Irfan	Juni 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Mengirimkan <i>email</i> instruksi pekerjaan di area Lingkat	Mizwar Irfan	Juli 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Pembuatan <i>Job Safety Analysis (JSA)</i> penanganan area Lingkat dengan metode sekat	Akhmad Riyadi	Juli 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	
		Pelaksanaan pekerjaan penanganan area Lingkat dengan metode sekat	Akhmad Riyadi	Juli – Desember 2020	Pit East	Nol rupiah (sudah termasuk dalam biaya <i>overburden removal</i>)	Nol rupiah (Tidak ada)
		Monitoring pelaksanaan operasional, ketersesuaian implementasi terhadap prosedur, dan inspeksi geoteknik di area Lingkat	Jioni S. Simamora, Dedy Waliyan, Anto Naibaho	Juli – Desember 2020	Pit East	Nol rupiah (Tidak ada)	

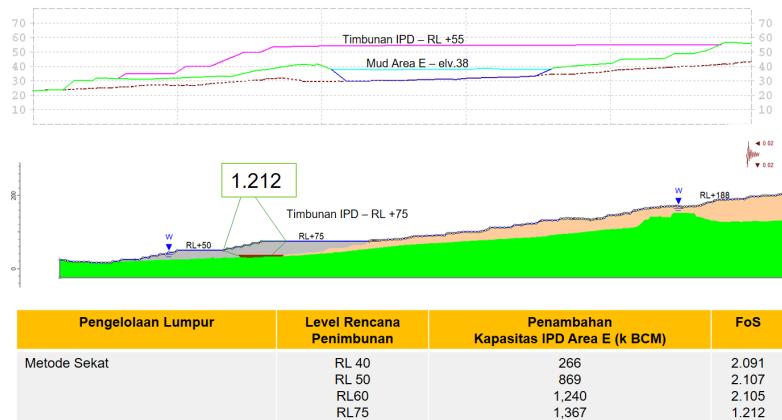
Membuat Rencana Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Langkah pertama adalah membuat detail perencanaan penanganan area Lingkat dengan metode sekat sebagai acuan pekerjaan tim operasional di lapangan (Gambar 8).

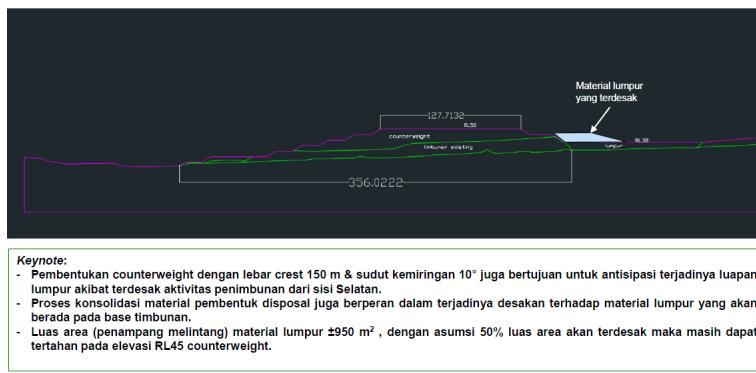


Gambar 8. Perencanaan Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Setelah dibuat detail perencanaan penanganan Lingkat tersebut, maka dilakukan analisis geoteknik, dimana jika dilakukan penimbunan sesuai *design* ke Request Level (RL 75) maka diperoleh faktor keamanan sebesar 1,212 (Gambar 9). Artinya secara geoteknik, desain tersebut aman sehingga metode ini bisa direalisasikan di lapangan.



Pengelolaan Resiko Desakan Material Lumpur Akibat Subsidence & Proses Konsolidasi



Gambar 9. Analisis Geoteknik Design Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Setelah itu, dibuat *timeframe* rencana eksekusi di lapangan yang akan menjadi acuan tim eksekutor di lapangan (Tabel 5).

Tabel 5. *Timeframe* Pembentukan *In Pit Dump* di Area Lingkat

LANGKAH PEMBENTUKAN LINGKAT			Tahun 2020								
			Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
P	1	Pembuatan <i>design</i>	Plan								
		Actual		■■■■■							
	2	Analisa Geoteknik	Plan		■■■■■						
		Actual		■■■■■							
D	3	Pemasangan Patok Acuan Survey	Plan								
		Actual			■■■■■						
	4	Penirisan air dari Sump Lingkat ke Sump Merangin	Plan								
		Actual			■■■■■						
D	5	Pembuatan <i>counterweight</i> elevasi 45 (arah utara - selatan) selebar 50 meter	Plan								
		Actual				■■■■■					
	6	Pembuatan Akses di sisi Utara Sump Lingkat (arah Timur - Barat)	Plan								
		Actual				■■■■■					
D	7	Pembuatan tangul selebar 30 meter dan tinggi 5 meter dari base dengan material bagus, pengerjaan dilakukan dari arah Utara ke Selatan	Plan								
		Actual				■■■■■					
	8	Mendorong material lumpur ke arah Selatan	Plan								
		Actual					■■■■■				
C	9	Penimbunan <i>in pit dump</i> Lingkat RL 45 ke RL 50	Plan								
		Actual					■■■■■				
	10	Monitoring Aspek KPLH dan geoteknik	Plan								
		Actual					■■■■■				
A	11	Standardisasi	Plan								
A		Actual					■■■■■				

Mengirimkan Instruksi Pekerjaan di Lingkat Melalui *Email* ke Mitra Kerja

Setelah perencanaan dibuat dan disetujui bersama, kemudian disampaikan melalui *email* ke seluruh departemen terkait di internal PT KIM dan juga Mitra Kerja sehingga dijadikan sebagai acuan di lapangan (Gambar 10).



Gambar 10. *Email* Rencana Langkah Kerja di Lingkat

Membuat *Job Safety Analysis* Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Sesuai rekomendasi dari pihak PT KIM, maka Tim Mitra Kerja membuat *job safety analysis* (Gambar 11) dan kemudian disampaikan oleh Pengawas kepada Operator dan Pekerja terkait lainnya pada setiap akan memulai pekerjaan (Gambar 12).

Gambar 11. *Job Safety Analysis* Penanganan Area Lingkat



Gambar 12. Sosialisasi *Job Safety Analysis* Penanganan Area Lingkat dalam Forum *Safety Talk*

Pelaksanaan Pekerjaan Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Sebagai acuan Tim di lapangan untuk melaksanakan rilis air hingga penanganan lumpur di area Lingkat, maka dilakukan pemasangan pita acuan secara *continue* yang mengacu pada *weekly* dan *monthly plan* yang telah disepakati (Gambar 13).



Gambar 13. Pita Survey untuk Acuan Pembentukan *Disposal* di Area Lingkat

Setelah dilakukan pemasangan pita acuan di lapangan, kemudian dilakukan penirisan dari *Sump* Lingkat ke *Sump* Merangin. Alat ditentukan dalam *Meeting Koordinasi Harian di View Point* dan dicatat dalam *daily work order*, serta pelaksanaan dilakukan *continue* oleh Pengawas *Dewatering Mitra Kerja* secara *continue* hingga *Sump* Lingkat dalam kondisi kering (Gambar 14).

Gambar 14. Penirisan Air dari *Sump* Lingkat ke *Sump* Merangin

Membuat Rencana Penanganan Area Lingkat dengan Metode Sekat

Setelah air di *Sump* Lingkat kering, kemudian dilakukan langkah kerja metode sekat sesuai perencanaan, yaitu 1) Pembuatan *counterweight* di area *point* 2 elevasi 45 (arah Utara ke Selatan) selebar 50 meter, 2) Pembuatan akses di sisi Utara *Sump* Lingkat (menyisir tepi *sump* dari arah Timur ke Barat), 3) Pembuatan tanggul selebar 30 meter dan tinggi 5 meter dari *base* dengan material bagus untuk membagi area Lingkat menjadi dua bagian, penggeraan dilakukan dari arah Utara ke Selatan, 4) Mendorong material lumpur ke arah Selatan (Gambar 15).

Gambar 15. Pelaksanaan Metode Sekat di Area Lingkat

Monitoring Ketersesuaian Rencana Kerja Terhadap Aktual Kegiatan Operasional

Langkah *monitoring* pertama yang diterapkan adalah inspeksi area *disposal* yang mengacu pada beberapa prosedur yang telah dibuat menjelang kegiatan penanganan area Lingkat, lalu disahkan, disosialisasikan, dan kemudian diberlakukan di site PT KIM, yaitu KIM-HSE-PPO-035-R00-Inspeksi KPLH, KIM-MOP-IKA-055-R00-Pengerjaan *Dumping* di Area Bekas *Sump* Lingkat, dan KIM-MED-PPO-026-R01-Pemantauan Geoteknik Area *In Pit Dump* (Gambar 16).



Gambar 16. Inspeksi di Area Lingkat

Inspeksi dilakukan untuk memastikan bahwa semua aktivitas pekerjaan di lapangan sudah sesuai dengan perencanaan dan tidak adanya deviasi terkait geoteknik beserta Keselamatan Pertambangan dan Lingkungan Hidup (KPLH). Jika terdapat deviasi, akan dapat langsung dilakukan *follow up* kepada tim pelaksana di lapangan agar melakukan perbaikan (Gambar 17).



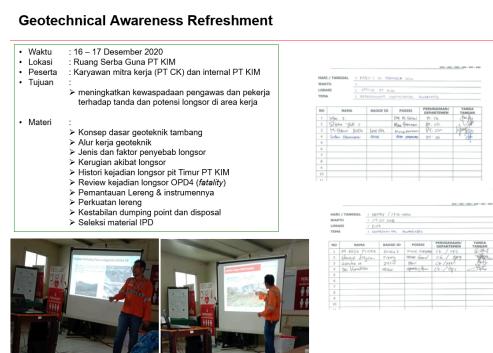
Gambar 17. Follow Up Temuan Inspeksi di Area Lingkat

Selain inspeksi, juga dilaksanakan Observasi Perilaku Kritis (OPK) di area Lingkat (Gambar 18). Tujuannya adalah untuk memastikan Pengawas dan Operator yang bekerja di area Lingkat memahami rencana kerja atau instruksi kerja serta memastikan realisasi perilaku aman.



Gambar 18. Observasi Perilaku Kritis di Area Lingkat

Sebagai upaya peningkatan pemahaman, kepedulian, dan kewaspadaan Pengawas dan Pekerja baik Mitra Kerja selaku pelaksana di lapangan maupun internal PT KIM terhadap geoteknik beserta Keselamatan Pertambangan dan Lingkungan Hidup (KPLH), maka dilakukan *refreshment* atau penyegaran mengenai geoteknik tambang (Gambar 19). Penyegaran geoteknik ini dilaksanakan di gedung serba guna PT KIM.



Gambar 19. Penyegaran Geoteknik

Untuk mengamati potensi pergerakan di area *in pit dump* yang telah dilakukan *improvement*, maka dilakukan pemasangan patok pantau. Patok pantau yang telah dipasang kemudian diambil koordinatnya secara berkala (Gambar 20).



Gambar 20. Pemasangan dan Pengambilan Koordinat Patok Pantau

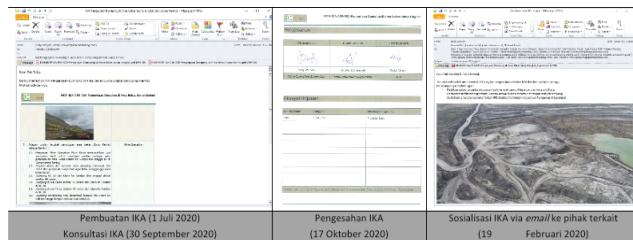
Sebagai pendukung sehingga menjadi pemantauan berkelanjutan, kemudian dilakukan uji *Standard Penetration Test (SPT)*. Uji SPT dilakukan untuk mengestimasikan nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah timbunan atau Tingkat daya dukung tanah hasil timbunan pada area *in pit dump* di Lingkat yang telah direalisasikan *improvement* metode sekat. Hasil uji SPT akan dijadikan sebagai parameter dasar untuk analisis dan pemantauan geoteknik secara berkelanjutan.

Seluruh upaya-upaya *improvement* yang dilakukan diatas, agar menjadi paten dan menjadikan seluruh pekerja tambang maka dilakukan standardisasi dengan dituangkan menjadi sebuah prosedur seperti terlihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Perubahan Standardisasi

NO	CONTROL ITEM	SEBELUM	SESUDAH	GAMBAR	NO. DOC
1	Pengelolaan lumpur	Loading lumpur	Metode sekat		KIM-MOP-IKA -055-R00-Pen gerjaan Dumping di Area Bekas <i>Sump</i> Lingkatan

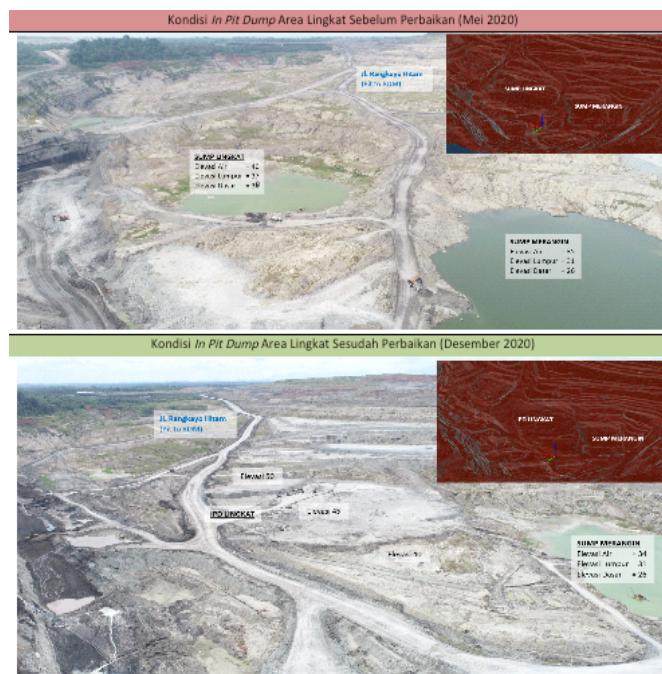
Instruksi Kerja Aman (IKA) mengenai pengerajan *dumping* di area bekas *sump* Lingkatan yang sudah dibuat, kemudian dikonsultasikan dengan seluruh pihak terkait (*mine engineering*, *mine operation*, *mine geotechnical*, dan *mine safety*). Setelah selesai dibuat dan disahkan, dokumen tersebut kemudian disosialisasikan ke seluruh pihak terkait termasuk Mitra Kerja (Gambar 21).



Gambar 21. Sosialisasi Standar Prosedur Metode Sekat

C. Analisis Panca Mutu Keberhasilan atas *Improvement* yang Dilakukan

Upaya *improvement* metode sekat di area Lingkatan yang dilaksanakan telah membawa hasil yang baik. Hal ini dikarenakan sinergi yang luar biasa dari mulai perencanaan, pengawasan, pelaksanaan, kualitas sumber daya manusia dalam tim, komunikasi, dan koordinasi di lapangan. Detail pencapaian target dapat dilihat pada Gambar 21 dan analisis panca mutu setelah perbaikan pada Tabel 5.



Gambar 21. Evaluasi Kondisi di Lapangan pada Sebelum dan Sesudah Implementasi Metode Sekat

Tabel 5. Evaluasi Improvement Metode Sekat pada Pembentukan In Pit Dump

PANCA MUTU				
ASPEK	KEJADIAN	SASARAN	HASIL	GAB
QUANTITY	Kapasitas sisa <i>in pit dump</i> Semester II Tahun 2020 hanya 1,3 MBCM	Kekurangan kebutuhan <i>in pit dump</i> Semester II Tahun 2020 terpenuhi sebesar 7,5 MBCM	<i>In pit dump</i> Semester II Tahun 2020 terpenuhi sebesar 7,5 MBCM	Tidak Ada
QUALITY	Potensi penambahan <i>overburden distance</i> sebesar 127 meter (<i>Plan</i> = 2,046 meter; <i>Actual</i> = 2,173 meter) akibat lamanya waktu dalam penanganan lumpur	Penanganan lumpur lebih cepat; <i>Reduce overburden distance</i> sebesar 127 meter	Penanganan lumpur lebih cepat dan tidak ada <i>delay dumping</i> pada <i>in pit dump</i> ; <i>Reduce overburden distance</i> sebesar 127 meter.	Tidak Ada
COST	Potensi penambahan biaya <i>loading</i> lumpur sebesar Rp 5,37 M; Potensi penambahan biaya <i>overburden distance</i> sebesar Rp15,7 M.	Efisiensi biaya <i>loading</i> lumpur sebesar Rp 5,37 M; Tidak terjadi penambahan biaya <i>overburden distance</i> .	Efisiensi biaya <i>loading</i> lumpur sebesar Rp 5,37 M; <i>Opportunity reduce</i> biaya <i>overburden distance</i> sebesar Rp15,7 M.	Tidak Ada
DELIVERY	<i>Travel time</i> <i>dump truck</i> untuk pemindahan <i>overburden</i> dari <i>pit</i> ke <i>disposal</i> menjadi tinggi karena harus <i>dumping</i> ke <i>out pit dump</i> ; Area perawatan jalan oleh Operator <i>motor grader</i> menjadi lebih jauh	<i>Travel time</i> <i>dump truck</i> untuk pemindahan <i>overburden</i> dari <i>pit</i> ke <i>disposal</i> menjadi rendah; Area perawatan jalan oleh Operator <i>motor grader</i> tidak jauh	<i>Travel time</i> <i>dump truck</i> rendah karena <i>dumping</i> di dalam <i>pit</i> (<i>in pit dump</i>) secara continue; <i>Motor grader</i> bekerja lebih efektif karena jalur jalan yang dirawat lebih dekat	Tidak Ada
SAFETY	Radius atau ruang lingkup aktivitas pemindahan <i>overburden</i> dari <i>pit</i> ke <i>disposal</i> menjadi luas karena harus <i>dumping</i> ke <i>out pit dump</i> sehingga area memperluas <i>high risk area</i>	Radius atau ruang lingkup aktivitas pemindahan <i>overburden</i> dari <i>pit</i> ke <i>disposal</i> menjadi kecil sehingga <i>high risk area</i> lebih sedikit dan potensi <i>accident</i> menjadi lebih rendah	Radius atau ruang lingkup aktivitas pemindahan <i>overburden</i> dari <i>pit</i> ke <i>disposal</i> menjadi kecil sehingga <i>high risk area</i> lebih sedikit dan potensi <i>accident</i> menjadi lebih rendah	Tidak Ada
MORALE	-	-	-	-
PRODUCTIVITY	Potensi berkurangnya jumlah <i>fleet overburden</i> yang beroperasi di <i>pit</i> karena meningkatnya kebutuhan jumlah <i>dump truck</i> pada setiap	Efisiensi jumlah penggunaan <i>dump truck</i> sehingga potensi penambahan total jumlah <i>fleet overburden</i> yang	Tidak diperlukannya alokasi <i>fleet</i> khusus untuk <i>loading</i> lumpur sehingga <i>fleet</i> dialihkan untuk <i>loading</i> <i>overburden</i> maupun	Tidak Ada

<i>fleet sebagai efek dari keharusan dumping ke luar pit (out pit dump)</i>	<i>beroperasi di pit; Produksi overburden ataupun batubara meningkat</i>	<i>batubara; Produksi overburden ataupun batubara meningkat</i>
ENVIRONMENT	-	-
Sesudah perbaikan tidak ada gab, artinya sudah tidak ada deviasi dan improvement tercapai.		

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa dengan dilakukannya *improvement* "Metode Sekat" yang telah direalisasikan di bekas *Sump* Lingkat pada Tahun 2020 telah membantu perusahaan dalam rangka efisiensi biaya penanganan lumpur namun tetap memenuhi rekomendasi geoteknik dan kaidah Keselamatan Pertambangan dan Lingkungan Hidup (KPLH) yang berlaku.

4. PENUTUP

Dengan adanya penerapan atau pengaplikasian Metode Sekat pada pembentukan *in pit dump* yang merupakan *disposal* pembuangan *overburden* di dalam *pit* pada lokasi penambangan Blok PT KIM (Sinarmas Mining site Jambi) telah berhasil menciptakan lokasi kerja *disposal* yang aman, *safety factor* yang memenuhi kriteria aman secara *mine geotechnical* dan juga regulasi yang berlaku, meningkatkan moral pekerja tambang yang berwawasan keselamatan pertambangan dan *good mining practice*, meningkatkan efektivitas dan produktivitas kerja dengan rendahnya jarak angkut *overburden*, dan mengurangi potensi kelebihan biaya penambangan yang harus dibayarkan kepada kontraktor penambangan akibat ketidaksesuaian antara *mine planning* dengan implementasi di lapangan pada proses *mud handling* dan *overburden removal*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat bersyukur kepada Allah 'Azza wa Jalla dan mengucapkan terimakasih kepada Mutiara Anwar Wanatami yang merupakan istri yang senantiasa mendampingi penulis, Herbin Sitorus, Yuyu Gumilar, Faskal, Hartoby Zulhiansyah, dan Muhammad Alinafiah Nasution selaku *top management* Sinarmas Mining site Jambi yang mendukung penuh penerapan program keselamatan pertambangan dan *Good Mining Practice*, Mizwar Irfan, Jioni Simamora, dan Aldhitia Mahenda selaku rekan kerja, seluruh karyawan Sinarmas Mining site Jambi, seluruh tim operasional PT Cipta Kridatama selaku Mitra Kerja, dan seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya dengan baik penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- James, B.A., Putri, E.E.L., Zalianti, N.R. & Wijonarko, P. (2022). Perancangan Sistem Smart Mining untuk Industri Pertambangan Batubara. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 8(2), 92–96. 10.20473/bk.v11i2.39163
- Jamil, N.R. (2022). Problematika Penerapan Izin Usaha Pertambangan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara serta Dampak pada Otonomi Daerah. *Staatsrecht: Jurnal Hukum Kenegaraan dan Politik Islam*, 2(2), 283–306. <https://doi.org/10.14421/staatsrecht.v2i2.2809>
- Khalifah, E.N. (2022). Respon Warga Masyarakat Desa Rahayu Terkait Adanya Industri Pertambangan Minyak Bumi dan Gas di Kabupaten Tuban. *Biokultur*, 11(2), 125–138. 10.20473/bk.v11i2.39163
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Pradita, Y. A. & Putri, C. A. (2019). Analisis Penurunan Tanah Lunak Akibat Penimbunan Bertahap. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(1), 374–377. <https://doi.org/10.25105/psia.v1i1.5983>
- Pramusinta, A., Jepisah, D. & Hasbi, M. (2025). Ishikawa Diagram as a Tool for Resolving and Mapping the Causing Factors of Problems. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(2), 600–603. <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.2.3877>
- Saptarini, D.L., Hidayatullah, R., Marul, A. & Suprianto, T. (2024). Effect of Transport Road Slope on Fuel Consumption of Coal Mine Transport Truck. *The 1st International Conference on Environment, Green Technology, and Digital Society (INTERCONNECTS 2023)*, 500(1), 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450003006>
- Tanjung, N., Simamora, D.F.A. & Susilawati, S. (2024). Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Di Pertambangan. *JKEMS-Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(2), 82–86. <https://doi.org/10.58794/jkems.v2i2.723>
- Zhao, H., Lu, Y., Qin, B. & Hao, Q. (2024). Study on the sliding mechanism of the external dump slope in the open-pit mine with wind-blown sand base. *Heliyon*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34891>