Jurnal Inovasi Pertambangan dan Lingkungan Vol. 4, No. 2, Tahun 2024 : 55-63 P-ISSN: 2830-5354
https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/jipl E-ISSN: 2797-7358

PERENCANAAN TEKNIS PENANGANAN LUMPUR DARI SUMP PIT SELATAN MENUJU DISPOSAL DI PT CARITAS ENERGI INDONESIA PROVINSI JAMBI

TECHNICAL PLANNING FOR MUD HANDLING FROM THE SOUTH SUMP PIT TO DISPOSAL AT PT CARITAS ENERGI INDONESIA. JAMBI PROVINCE

Tommi mandala putra[1], Yudi arista yulanda[1], Muhammad ikrar lagowa[1]

1. Universitas Jambi, indonesia

Email: tommimandala22@gmail.com

ABSTRAK

PT Caritas Energi Indonesia akan memindahkan *sump* pada *pit* selatan karena kemajuan tambang pada area *bottom pit*, pada *bottom sump* terdapat material lumpur yang mengendap dikarenakan proses sedimentasi yang berasal dari bulan April 2023. Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan pemindahan lumpur dari *sump pit* selatan menuju *disposal* di PT Caritas Energi Indonesia *site* PT Batubara Jambi Lestari. Dengan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE), volume lumpur yang terbentuk diperkirakan mencapai 1789 meter kubik per bulan. Selain itu, dilakukan perancangan teknis *sliding pad*, tanggul kolam, dan kolam penampungan lumpur (*mud cell*) untuk meminimalkan risiko dan meningkatkan efisiensi penanganan lumpur. Desain *sliding pad* dibuat dengan dimensi yang sesuai untuk mengalirkan lumpur secara gravitasi sehingga aman untuk alat yang bekerja, sedangkan kolam penampungan lumpur (*mud cell*) memiliki kapasitas 5500 meter kubik. Untuk pemindahan lumpur, kombinasi dua unit *excavator Komatsu PC300* dan tujuh unit *dump truck Scania 380P* sebagai alat *hauler*, waktu yang dibutuhkan pada kegiatan pemindahan lumpur dari *sump* ke *disposal*, disesuaikan dengan alat mekanis yang ada yaitu selama 12,9 jam.

Kata kunci: *lumpur, mud cell, sliding pad, sump, usle*

DOI: 10.15408/jipl.v4i2.42259

ABSTRACT

PT Caritas Energi Indonesia will relocate the sump to the southern pit due to the mining progress in the bottom pit area. The bottom sump contains mud material that has settled due to the sedimentation process since April 2023. This study was conducted to plan the transfer of mud from the southern sump pit to disposal at PT Caritas Energi Indonesia site PT Batubara Jambi Lestari, and using the Universal Soil Loss Equation (USLE) method, the volume of mud formed was estimated to reach 1,789 cubic meters per month. Technical designs for a sliding pad, truck berm, and mud cell (mud reservoir) were developed to minimize risks and enhance mud handling efficiency. The sliding pad was designed with dimensions suitable to allow the gravity flow of the mud, ensuring safety for the operating equipment, at the same time, the mud cell has a capacity of 5,500 cubic meters. Combination of two Komatsu PC300 excavators and seven Scania 380P dump trucks as hauler vehicles is used for mud transfer. Based on the availability of mechanical equipment, The time required for transferring the mud from the sump pit to disposal, was estimated to be 12.9 hours.

Keywords: *mud, mud cell, sliding pad, sump, usle*

© 2024 The Author(s). This is an open article under CC-BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Pada tahapan penambangan batubara, khususnya dengan sistem tambang terbuka, kegiatan operasional dapat mengubah bentang alam dan mempengaruhi kualitas lingkungan, Proses penambangan akan menghasilkan lumpur yang berasal dari *temporary sump* atau *main sump* yang terdapat di *front* area penambangan, yang nantinya lumpur akan di *dumping* ke area *disposal* khusus. Menurut Gautama (2022) *Sump* atau kolam penampungan berfungsi sebagai wadah penampung air tambang, yang mencakup aliran air yang disalurkan melalui paritan sebagai sumber utama, atau air limpasan permukaan yang berasal dari area di sekitar *sump* (Rianti, 2018).

Lumpur pada industri pertambangan merupakan material khusus non-ekonomis yang perlu dilakukan penanganan khusus. Lumpur tersebut terbentuk akibat adanya erosi partikel tanah (Lopez-Garcia et al., 2020). Erosi terjadi akibat dampak pukulan butir hujan yang langsung mengenai permukaan tanah, sehingga tanah terpecah menjadi bagian-bagian kecil dan tertransportasi oleh aliran permukaan ke lokasi lain (Napoli et al., 2016). Material lumpur yang bersifat sangat plastis mempunyai kandungan air yang cukup tinggi dan perlu dilakukan manajemen dan penanganan tertentu baik pada kegiatan penggalian, pengangkutan, dan penimbunan agar tidak menghambat kegiatan penambangan (Saeppudin et al., 2023).

Kegiatan penimbunan lumpur termasuk salah satu kegiatan yang berisiko tinggi, karena unit *hauler* rawan terjatuh dari *crest disposal*. Maka perlu dibuat tanggul dengan ketentuan sesuai dengan Kepmen ESDM Nomor 1827/K30/MEM/2018. Selain itu, perlu dibuat area landasan luncur (*sliding pad*) untuk memudahkan lumpur mengalir dari jarak aman *hauler* ke *crest disposal*. *Sliding pad* adalah metode yang digunakan dalam penimbunan lumpur dengan mempertimbangkan aspek teknis dan keselamatan (Afrianto dan Azmi, 2019).

Pada awal bulan Mei 2023 PT Caritas Energi Indonesia berencana memindahkan *sump* di *pit* selatan karena kemajuan tambang pada *bottom pit*, Material lumpur yang mengendap pada area *bottom sump* berasal dari penambangan bulan April 2023. Lumpur pada area *bottom sump* perlu dilakukan pemindahan dan akan dibuang ke area *disposal* karena pada lokasi *sump* aktual akan dijadikan *working* area kegiatan penambangan batubara pada bulan Mei 2023.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait, perencanaan teknis penimbunan lumpur yang sesuai dengan kondisi aktual pada PT Caritas Energi Indonesia site PT Batubara Jambi Lestari (PT BJL) yang meliputi estimasi volume lumpur yang terdapat pada *sump* serta perencanaan alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan pemindahan lumpur ke *disposal*. Kolam penampungan lumpur (*mud cell*) dan *sliding pad* rencana di *disposal* didesain menyesuaikan volume lumpur dan alat mekanis yang digunakan.

METODE

Kegiatan penelitian dilakukan di PT Caritas Energi Indonesia *site* PT Batubara Jambi Lestari. *Pit* Selatan, di Tanjung Pauh Km 34, Kecamatan Mestong, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis teknis dan kuantitatif untuk merencanakan penanganan lumpur dari *pit* selatan menuju *disposal* di area pertambangan. Metode ini melibatkan perhitungan volume lumpur, desain teknis fasilitas penanganan lumpur, serta perencanaan kebutuhan alat mekanis untuk mendukung proses pemindahan lumpur yang efisien dan aman. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Keputusan Menteri ESDM No. 1827/K30/MEM/2018 terkait keselamatan operasional pertambangan, serta metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) untuk estimasi laju erosi yang berkontribusi terhadap pembentukan lumpur.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengestimasi volume lumpur yang terbentuk didalam *sump* yang perlu dipindahkan dari *pit* selatan ke *disposal*, merencanakan geometri tanggul penahan dan *sliding pad*, merencanakan geometri kolam penampungan lumpur (*mud cell*) yang sesuai dengan kondisi aktual dan serta menentukan rencana kebutuhan alat mekanis dalam kegiatan pemindahan lumpur agar produktivitas optimal dapat dicapai.

Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dikembangkan Wischmeier dan Smith (1978) digunakan untuk menghitung estimasi laju erosi, yang berperan penting dalam menentukan volume lumpur yang terbentuk di sump *pit* selatan Dari besaran nilai laju erosi dapat diprediksi sedimen (lumpur) yang akan terbentuk di area tersebut. Dalam perhitungan metode USLE dibutuhkan data parameter-parameter seperti faktor erosivitas hujan (R) yaitu tenaga pendorong yang menyebabkan tererosi dan terangkutnya partikel-partikel tanah ke tempat yang lebih rendah (Saputra, 2016). Menurut Fitri (2018), Curah hujan merupakan faktor iklim yang paling besar penyebab terjadinya erosi. Selanjutnya erodibilitas tanah (K), nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) juga mempengaruhi karena sudut kemiringan lereng mempengaruhi sejauh mana dan jumlah material yang akan terangkut oleh air (Kironoto, 2003). Semakin curam lereng, semakin cepat proses pengikisan tanah oleh air dan sebaliknya, lereng yang lebih landai akan memperlambat proses tersebut (Warhadi, 2018). Faktor pengelolaan tanaman dan faktor konservasi tanah (CP), Penerapan teknik konservasi tanah di lapangan dilakukan untuk mengamankan tanah dan tanaman dari bahaya erosi, sehingga faktor konservasi tanah (P) biasanya sudah menjadi satu dengan nilai faktor pengelolaan tanaman (C) atau menjadi (CP) (Setianingrum, 2020). Wilayah pertambangan memiliki nilai CP sebesar 1 (Suripin, 2020). Dengan mengalikan semua variabel tersebut, metode USLE memberikan perkiraan mengenai jumlah material lumpur yang berpotensi terbentuk di area penelitian.

Ea = R.K.LS.CP (1)

Keterangan :

Ea : Jumlah tanah yang tererosi per satuan waktu (ton/Ha)
R : Faktor erosivitas hujan (kJ/Ha)
K : Faktor erodibilitas tanah (ton/kJ)
LS : Faktor panjang dan kemiringan lereng
CP : Faktor tutupan dan konversi lahan

Setelah parameter-parameter USLE ditentukan, untuk mengestimasi volume lumpur (*sediment yield*) yang akan terbentuk perlu diketahui terlebih dahulu luas *catchment* area pada wilayah tersebut (Cahyono et al., 2017). *Catchment* area atau *drainage basin* adalah suatu luasan Kawasan titik tertinggi yang berfungsi sebagai batas topografi dimana air hujan yang jatuh akan mengalir ke titik terendah kawasan area disesuaikan dengan topografi area tersebut (Utama et al., 2016).

$$SY = \frac{Ea\ x\ CA}{10.000} \quad (2)$$

Keterangan :

SY : Produksi sedimen (sediment yield) (ton)
CA : Luas *catchment* area (m^2)
Ea : Jumlah tanah yang tererosi (ton/Ha)

Desain Teknis *Sliding Pad* dan Kolam Penampungan Lumpur (USLE)

Desain *sliding pad* dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai landasan luncur yang berfungsi untuk mengalirkan lumpur dari area *sump* ke *disposal* dengan aman tanpa mengakibatkan ketidakstabilan lereng, sehingga *dump truck* dapat bekerja tanpa risiko tinggi. Parameter utama dalam desain *sliding pad* meliputi lebar, panjang miring, dan sudut kemiringan, yang disesuaikan dengan dimensi alat berat, khususnya *dozer* yang digunakan untuk *maintenance* di lapangan. Pada tanggul *crest* kolam penampungan lumpur, tinggi tanggul dibuat dengan ukuran ¾ dari tinggi ban unit *hauler* terbesar yang bekerja. Sedangkan pada tanggul *crest sliding pad*, tinggi pada tanggul yaitu ½ dari tinggi ban DT terbesar yang digunakan pada kegiatan penimbunan lumpur, sesuai dengan ketentuan Keputusan Menteri ESDM No. 1827/K30/MEM/2018 mengenai keselamatan operasional tambang.

Kebutuhan Alat Mekanis

Perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut dalam penelitian ini berdasarkan beberapa parameter utama, termasuk *cycle time* (waktu edar), kapasitas *bucket*, *bucket fill factor*, *swell factor*, dan efisiensi kerja. Produktivitas alat gali-muat dihitung untuk mengetahui kapasitas produksi dalam satuan volume per jam (Bcm/jam), yang dihasilkan dari perhitungan kapasitas *bucket* alat gali-muat (Kb), faktor pengisian bucket (Bff), efisiensi kerja (Ef), serta *cycle time* alat gali-muat (CTm). Produktivitas alat angkut, di sisi lain, dihitung berdasarkan jumlah pengisian *bucket* per siklus (n) dan *cycle time* alat angkut (CTa), yang memungkinkan estimasi kapasitas angkut material lumpur dalam satu jam

(Indonesianto, 2016). Faktor utama yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat adalah waktu tunggu alat angkut. Sementara itu, alat angkut itu sendiri terpengaruh oleh kondisi geometri jalan, seperti lebar jalan dan kemiringan jalan yang belum memenuhi standar, sehingga waktu edar menjadi lebih lama (Yulianto et al., 2021).

Efisiensi kerja adalah salat satu faktor produksi yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan tingkat produksi alat sesuai dengan satuan waktu dengan tingkat kinerja maksimum. Menurut (Syahnan, 2019) Efisiensi kerja umumnya tidak lebih dari 83%, yang menunjukkan adanya faktor hambatan selama pelaksanaan pekerjaan. Dari hasil observasi di lapangan, terlihat bahwa sering terjadi keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga mengurangi waktu kerja efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Volume Lumpur

Estimasi volume lumpur yang masuk kedalam sump pit selatan, menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*), Metode ini memprediksi nilai kecepatan erosi yang mengakibatkan terbentuknya lumpur pada *sump pit* Selatan, Untuk menghitungnya, diperlukan beberapa parameter yang harus dianalisis. Parameter-parameter tersebut menjadi dasar dari estimasi jumlah potensi terbentuknya material lumpur (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai besar erosi *pit* selatan

R (kJ/Ha)	K (ton/kJ)	LS	CP	Ea (ton/Ha/bulan)
112,85	0,31	6,8	1	237,88

Perhitungan besar erosi sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan, jenis tanah, panjang dan kemiringan lereng, serta faktor penutupan lahan dan tindakan pengelolaan. Total besar erosi pada *pit* selatan PT Caritas Energi Indonesia *site* PT BJL adalah sebesar 237,88 ton/Ha/bulan. Berdasarkan nilai erosi pada *pit* selatan pada tabel 1 dari perhitungan menggunakan metode USLE kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai sedimentasi (SY) pada bulan April 2023 (Tabel 2). Pada perhitungan nilai sedimen terlebih dahulu perlu diketahui luas *catchment* area atau area tangkapan hujan pada *pit* selatan.

Tabel 2. Nilai produksi *sediment pit* selatan

Ea (ton/Ha/bulan)	CA (m^2)	SY (ton/bulan)
237,88	97.785	2326

Setelah didapatkan nilai produksi sedimen (SY), selanjutnya dilakukan konversi untuk mendapatkan estimasi lumpur dalam satuan volume. Dengan membagi nilai SY dengan nilai densitas lumpur, sehingga didapatkan volume lumpur yaitu 1789 m^3/bulan. *Catchment* area adalah suatu luasan kawasan yang berfungsi sebagai batas topografi dimana air hujan yang jatuh, terakumulasi dalam suatu kawasan area.

Rencana Geometri Tanggul Kolam dan Sliding Pad

Sliding pad berfungsi sebagai tempat untuk mengalirkan material lumpur ke area kolam penampungan lumpur (*mud cell*) untuk mengurangi resiko *dump truck* pada saat menumpahkan material langsung ke kolam lumpur. Geometri tempat pembuangan lumpur terdiri dari bagian tanggul dan area *sliding pad*. Tanggul pada pembuangan lumpur tersebut dibagi menjadi dua jenis, yaitu tanggul pada *crest* kolam penampungan lumpur (*mud cell*) (tm) dan tanggul pada *crest* area *sliding pad* (ts) (Waristin et al, 2022). Penentuan dimensi tanggul tersebut mengikuti tinggi dari ban *DT Scania 380P* (Tabel 3), Dari data pengukuran lapangan, untuk tinggi ban DT digunakan yaitu 1,15 meter.

Tabel 3. Dimensi tanggul kolam

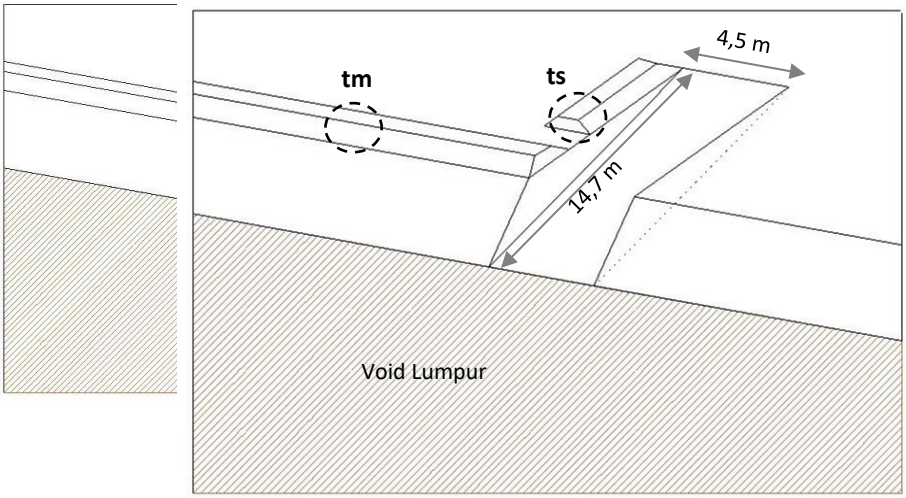
No	Parameter	Tanggul pada *crest mud cell*	Tanggul pada *sliding pad*
1	Lebar Atas	1 m	1 m
2	Lebar Bawah	2,72 m	2,2 m
3	Tinggi	0,86 m	0,6 m
4	Kemiringan (*angle*)	45^o	45^o

Geometri *sliding pad* didesain menggunakan *software* tambang (Gambar 1), Data yang dibutuhkan untuk desain *sliding pad* yaitu lebar alat *dozer*, sebagai alat pendukung dalam kegiatan pemindahan lumpur yang bekerja untuk melakukan *maintenance sliding pad*.

Tabel 4. Geometri *sliding pad*

No	Parameter	Keterangan
1	Lebar *Sliding Pad*	4,5 m
2	Panjang Miring *Sliding Pad*	14,7 m
3	Tinggi *Sliding Pad*	5 m
4	Kemiringan (*angle*)	20^o

Dari tabel 4 diatas, penetuan lebar *sliding pad* disesuaikan dengan lebar alat *dozer*, Type *dozer* yang digunakan pada *disposal* yaitu *Komatsu D85ESS* yang memiliki lebar 3,62 meter, sehingga ditetapkan lebar *sliding pad* yaitu 4,5 meter agar pergerakan unit *dozer* pada saat *maintenance sliding pad* berjalan dengan optimal.



Gambar 1. Desain geometri *sliding pad*

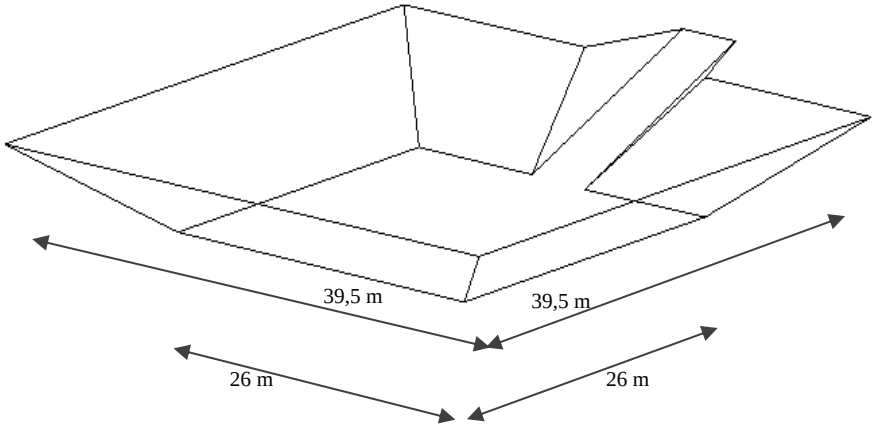
Rencana Geometri Kolam Penampungan Lumpur (*Mud cell*)

Kolam penampungan lumpur (*mud cell*) berfungsi sebagai tempat khusus menampung lumpur dari *mudsump pit* selatan. Pada awal bulan Mei 2023 kolam ini direncanakan akan dibuat dan menampung lumpur sebanyak 1789 bcm dan menampung material penahan lumpur (OB) sebanyak 2326 bcm. Jadi total material yang akan ditampung yaitu 4115 bcm. Maka di desain kolam (*mud cell*) dengan bentuk trapesium untuk memudahkan dalam pembuatan dan perawatan kolam (Tabel 5).

Tabel 5. Geometri kolam penampungan lumpur (*mud cell*)

No	Parameter	Keterangan
1	Panjang atas	39,5 m
2	Lebar atas	39,5 m
3	Panjang bawah	26 m
4	Lebar bawah	26 m
5	Kedalaman	5 m

Untuk kapasitas kolam direkomendasikan pembuatan kolam dengan volume 5500 m^3. Kolam penampungan lumpur (*mud cell*) direncanakan dibuat pada awal bulan Mei 2023 pada elevasi 67 mdpl sedangkan *bottom* atau dasar kolam berada di elevasi 62 mdpl. Jadi kedalaman kolam yaitu 5 meter. Setelah material lumpur ditimbun didalam kolam, selanjutnya akan diberikan layering dan kolam langsung ditutup dengan material *overburden* (Gambar 2).



Gambar 2. Desain kolam *mud cell*

Rencana Kebutuhan Alat Mekanis

Alat mekanis yang digunakan untuk penanganan lumpur di PT Caritas Energi Indonesia *site* PT BJL adalah *excavator Komatsu PC300* yang digunakan sebagai *equipment* pemuatan material. *Dump truck* yang digunakan adalah *Scania 380P* sebagai alat pengangkutan material dari *sump pit* selatan ke *disposal*. Rencana kegiatan penanganan lumpur menggunakan metode *double digger*, yaitu menggunakan 2 unit *excavator* yaitu *Komatsu PC300* sebagai alat untuk membuat tanggul penahan pada *vessel* DT (Komatsu, 2013) dan unit *Komatsu PC300* lainnya untuk pemuatan lumpur (Tabel 6).

Tabel 6. Produktivitas alat muat dan alat angkut

Type alat	Kegiatan	Produktivitas (bcm/jam)
Komatsu PC300	Loading lumpur (Qexl)	163,27
Komatsu PC300	Loading OB diujung vessel DT (Qexo)	152,39
Scania 380P	Pemindahan material (Qdt)	45,56

Material pada kegiatan pemindahan lumpur terbagi menjadi dua, material yang akan dipindahkan yaitu lumpur dan material OB penahan lumpur, Material ini berguna sebagai penahan lumpur pada *vessel* DT sehingga lumpur tidak mengalir keluar *vessel* DT, dimana material yang digunakan sebagai tanggul adalah *overburden* yang berasal dari dalam pit selatan. Rencana kombinasi alat mekanis yang akan digunakan dalam pemindahan lumpur dari *pit* selatan ke *disposal* yaitu:

$$\text{Jumlah DT} = \frac{Qexl+Qexo}{Qdt} \quad (3)$$

$$\text{Jumlah DT} = \frac{163{,}27\ bcm/jam+152{,}39\ bcm/jam}{45{,}56\ bcm/jam} \quad (4)$$

$$\text{Jumlah DT} = \frac{315{,}66\ bcm/jam}{45{,}56\ bcm/jam} \quad (5)$$

Jumlah DT = 6,93 ≈ 7

Alat mekanis yang digunakan pada kegiatan pemindahan lumpur adalah 2 *excavator Komatsu PC300* dan 7 *dump truck Scania 380P*. Untuk 7 *dump truck* yang akan digunakan memiliki kapasitas produksi dalam satu jam yaitu 318,9 bcm/jam. Pada kegiatan penanganan lumpur rencana pada awal bulan Mei 2023, dihitung jam kerja rencana yang dibutuhkan. Rencana jam kerja diperoleh dari persamaan dibawah ini:

$$\text{Jam kerja rencana} = \frac{Vol.Lumpur + Vol.OB\ belakang\ vessel}{Kapasitas\ produksi\ DT} \quad (6)$$

$$\text{Jam kerja rencana} = \frac{1.789\ bcm + 2.326\ bcm}{318{,}9\ bcm/jam} \quad (7)$$

$$\text{Jam kerja rencana} = \frac{4.115\ bcm}{318{,}9\ bcm/jam} \quad (8)$$

Jam kerja rencana = 12,9 jam

Jadi, pada kegiatan penanganan lumpur dari *pit* selatan hingga menuju area *disposal*, untuk jam kerja rencana kegiatan hingga selesai kegiatan penanganan lumpur dengan volume lumpur 1789 bcm diperlukan waktu selama 12,9 jam. Dengan konfigurasi alat ini, kegiatan pemindahan lumpur dapat dilakukan secara optimal dalam jangka waktu yang ditargetkan, sehingga memenuhi kebutuhan produksi yang telah direncanakan.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan utama terkait perencanaan teknis penanganan lumpur dari *pit* selatan menuju *disposal* di PT Caritas Energi Indonesia, yaitu Penelitian menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE), Estimasi volume lumpur (*mud sump*) yang akan dipindahkan dari *sump pit* selatan ke *disposal* yaitu 1789 bcm. Untuk Geometri rencana tanggul kolam disesuaikan dari tinggi ban DT, untuk tanggul terbagi menjadi 2 yaitu tanggul pada bagian *crest* kolam penampungan lumpur (*mud cell*) (tm) dan tanggul pada bagian *crest sliding pad* (ts). Untuk lebar atas tanggul (tm) dan (ts) yaitu 1 meter, lebar bawah tanggul secara berurutan 2,72 dan 2,2 meter, dan untuk tinggi tanggul secara berurutan 0,86 dan 0,6 meter. Sedangkan rencana geometri *sliding pad* yang digunakan pada penimbunan lumpur disesuaikan dengan lebar *dozer* dan material lumpur yang akan dipindahkan. Untuk geometri *sliding pad* memiliki lebar 4,5 meter, Panjang miring 14,7 meter, dan sudut sliding pad 20^o. Sedangkan pada Rencana geometri kolam penampungan lumpur (*mud cell*) didesain menggunakan *software* tambang dengan dimensi lebar atas kolam 39,5 meter, panjang atas kolam 39,5 meter, lebar bawah kolam 26 meter, Panjang bawah kolam 26 meter, kedalaman kolam yaitu 5 meter, dan sudut kemiringan kolam yaitu 35^o. Kolam penampungan lumpur (*mud cell*) dirancang berbentuk trapesium dengan kapasitas sekitar 5500 m^3 untuk memastikan bahwa volume lumpur dapat tertampung. Pada kegiatan penanganan lumpur direncanakan menggunakan kombinasi alat mekanis yaitu 1 *excavator* lumpur, 1 *excavator* untuk pembuatan penahan lumpur (OB) dan 7 *dump truck* sebagai alat angkut material. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada kegiatan pemindahan lumpur dari *sump* ke *disposal*, disesuaikan dengan alat mekanis yang ada dari perusahaan yaitu selama 12,9 jam.

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan menerapkan solusi teknis yang sesuai untuk penanganan lumpur di tambang terbuka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perencanaan operasional yang lebih baik dan lebih aman di PT Caritas Energi Indonesia *site* PT BJL, serta menjadi acuan bagi tambang-tambang lain yang menghadapi tantangan serupa dalam penanganan lumpur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Terutama kepada PT Caritas Energi Indonesia site PT BJL, yang telah memberikan dukungan penuh dalam bentuk akses ke data lapangan, fasilitas, dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Dukungan dari tim teknis dan operasional di lokasi tambang sangat membantu dalam pengumpulan data yang akurat dan relevan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing akademik di program studi yang telah memberikan arahan, saran, serta masukan yang konstruktif dalam setiap tahapan penelitian ini. Dengan bimbingan yang penuh kesabaran dan dukungan akademis, penulis dapat menyusun penelitian ini dengan baik. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dan pihak-pihak lain yang turut serta dalam memberikan motivasi serta membantu penulis selama proses penelitian berlangsung.

Terakhir, disarankan adanya penelitian lanjutan terhadap faktor pemeliharaan dan keandalan alat mekanis untuk memastikan kegiatan pemindahan lumpur berjalan optimal. Kajian yang lebih mendalam terhadap aspek frekuensi dan durasi pemeliharaan alat akan membantu menyesuaikan perencanaan jam kerja dengan aktual di lapangan, sehingga efisiensi operasional dapat tercapai secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, S., & Azmi, C. N. (2019). Penimbunan material lumpur cair dengan menggunakan metode sliding pad. *Prosiding TPT XXIX PERHAPI*.

Cahyono, B., Hakim, L., & Adhi, A. (2017). Perhitungan kecepatan sedimentasi melalui pendekatan USLE dan pengukuran kandungan tanah dalam air sungai yang masuk ke dalam Waduk Sermo. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, *1*(1).

Fitri, R. (2018). Prediksi erosi pada lahan petani agroforestri di DAS Ciliwung Hulu, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, *3*(1).

Gautama, R. S. (2022). *Sistem penyaliran tambang*. ITB Press.

Indonesianto, Y. (2016). *Pemindahan tanah mekanis*. UPN Veteran.

Kironoto, B. A., Bambang, Y., & Olii, M. R. (2003). *Erosi dan konservasi lahan*. Gadjah Mada University Press.

Komatsu. (2013). *Specifications & application handbook* (Ed. 31). Komatsu.

Lopez-Garcia, E. M., Torres-Trejo, E., Lopez-Reyes, L., Flores-Dominguez, A. D., Pena-Moreno, R. D., & Lopez-Olguin, J. F. (2020). Estimation of soil erosion using USLE and GIS in the locality of Tzicatlacoyan, Puebla, Mexico. *Soil and Water Research*, *15*(1), 9–17.

Napoli, M., Cecchi, S., Orlandini, S., Mugnai, G., & Zanchi, C. A. (2016). Simulation of field-measured soil loss in Mediterranean hilly areas (Chianti, Italy) with RUSLE. *Catena*, *145*, 246–256.

Rianti, L. (2018). Analisis sistem saluran tambang dari sump menuju kolam pengendapan lumpur (KPL) pada Pit 2 bulan April 2016, PT Baturona Adimulya Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, *7*(02), 41–48.

Saeppudin, A., Shalaho, D. D., Henny, M., Harjuni, H., & Windhu, N. (2023). Studi pengupasan material lumpur pada Pit 40SST PT Multi Harapan Utama Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Journal of Comprehensive Science*, *2*(9).

Saputra, W. F. (2016). *Kajian teknis penanganan lumpur (mud handling) pada main sump untuk optimalisasi pompa pada Pit Darmo PT Ulima Nitra, Tanjung Enim, Sumatera Selatan* [Skripsi, Universitas Jambi]. Jambi University Repository.

Setianingrum, N. (2020). *Evaluasi kolam pengendapan lumpur SP (10) terhadap debit air pompa yang masuk di PT Trisena Mineral Utama, Tani Aman, Kalimantan Timur* [Skripsi, Universitas Trisakti].

Suripin. (2020). *Pelestarian sumberdaya tanah dan air*. Andi Offset.

Syahnan, A. R. (2019). Kajian produksi material batuan penutup (overburden) pada PT. Kaltim Batumanunggal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)*, *13*.

Utama, A. G., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. (2016). Kajian kerapatan sungai dan indeks penutupanlahan sungai menggunakan penginderaan jauh. *Jurnal Geodesi Undip*, *5*(1).

Warhadi, A. (2018). *Kajian teknis sistem penyaliran area tambang pada front B PT. Genesha Minerals Jaya Kab Sorolangun Prov Jambi* [Skripsi, STTIND Padang].

Waristian, H., Toha, M. T., & Bochori. (2022). Prediksi pembentukan material lumpur di Pit TAL Barat PT Bukit Asam. *Jurnal Pertambangan*, *6*(1).

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. USDA.

Yulianto, A., Santoso, E., & Putri, K. S. (2021). Evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pemindahan overburden Pit 10 di PT Berkat Tambang Sejahtera, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin. *Jurnal Himasapta*, *6*(1).