

**KAJIAN TEKNIS PENANGANAN LUMPUR (MUD HANDLING)
PADA MAIN SUMP UNTUK OPTIMALISASI POMPA PADA
PIT DARMO PT ULIMA NITRA TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**

**TECHNICAL STUDY OF MUD HANDLING AT MAIN SUMP FOR PUMP
OPTIMIZATION AT PIT DARMO ULIMA NITRA COMPANY
TANJUNG ENIM SOUTH SUMATRA**

Wendi Fauzan Saputra¹, Dr. Ir. H. Syamsul Komar² dan Ir. H. Akib Abro, MT.³

*^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya
Palembang - Prabumulih KM.32 Inderalaya, 30662, Indonesia
E-mail: wendifauzansaputra@yahoo.com*

ABSTRAK

Lumpur yang terdapat di dalam main sump Pit Darmo PT Ulina Nitra disebabkan karena terhentinya aktivitas penambangan (Stand by) pada bulan Maret-April 2014. Air yang terdapat pada main sump tercampur dengan material-material di sekitar main sump dan adanya gerusan longsor pada lereng (bench) di arah timur yang berupa clay tertransport ke dalam main sump mengalami sedimentasi menjadi lumpur. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penanganan lumpur pada main sump. Pengendalian lumpur pada main sump ini dapat dilakukan dengan membagi main sump menjadi beberapa bagian (blok), sehingga lumpur pada main sump dapat dikeluarkan secara bertahap. Volume lumpur pada main sump sebanyak $\pm 8.353,69$ Bcm, pembuatan tanggul sebanyak $\pm 12.956,46$ Bcm. Alat mekanis yang digunakan untuk membuat blok, mengeluarkan lumpur dan pembuatan tanggul yakni kombinasi Backhoe Komatsu PC 200 Short Arm, Backhoe Komatsu PC 200 Long Arm, dan Backhoe Kobelco SK 200. Produktivitas total per hari adalah $\pm 3.574,56$ Bcm dan lama waktu pengerjaan penanganan lumpur selama ± 7 hari. Dengan membagi main sump menjadi beberapa blok maka lumpur dapat dikendalikan. Blok yang terdapat pompa sykes CP220i telah terisi air sehingga pompa dapat bekerja optimal kembali dengan debit 115 liter/s dan head pompa 33,8 m.

Kata kunci: Lumpur, Main Sump, Blok, Backhoe, Pompa

ABSTRACT

Mud in the main sump at pit Darmo PT Ulina Nitra caused of mining activities (Stand by) in March-April 2014. The water contained in the main sump mixed with materials around the main sump. The presence of slopes (bench) in the east form of clay into the main sump sedimentation be mud. The aim of this research to analysis mud handling in the main sump. Handling of mud on the main sump can be done by dividing the main sump into several parts (blocks), so that the mud in the main sump can be removed gradually. The volume of mud in the sump ± 8353.69 Bcm, for make of levees ± 12956.46 Bcm. Mechanical used to make the block, removing the mud and make of levee combination Backhoe Komatsu PC 200 Short Arm, Komatsu PC 200 Long Arm, and Kobelco SK 200. Total of productivity ± 3574.56 Bcm per day and long processing time of mud handling for ± 7 days. By dividing the main sump into several blocks mud can be controlled. Blocks that contained pump CP220i sykes has filled with water so that the pump can work optimally with discharge 115 liters / s and 33.8 m head.

Keywords : Mud, Main Sump, Block, Bakchoe, Pump.

1. PENDAHULUAN

PT. Ulima Nitra adalah salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang jasa dan kontraktor penambangan. Kegiatan penambangan batubara berlangsung di Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Dalam pelaksanaan penambangan batubara PT Ulima Nitra berdasarkan kesepakatan dengan pemilik Izin Usaha Pertambangan yaitu PT. Manambang Muara Enim (MME), PT. Ulima Nitra melakukan kegiatan pengupasan tanah penutup dan pengambilan batubara.

Aktivitas penambangan yang sempat terhenti (*Stand By*) pada bulan Maret hingga April 2014 pada pit Darmo PT Ulima Nitra mengakibatkan kolam penampungan air sementara (*main sump*) pada *front* penambangan PT Ulima Nitra mengalami proses sedimentasi yakni bercampurnya air dengan material di sekitar *main sump*. Longsor pada lereng sebelah timur *front*, air limpasan yang berasal dari hujan membawa material sekitar *main sump* bercampur dengan air pada *main sump* sehingga menjadi lumpur yang mengendap pada *main sump*.

Lumpur pada *main sump* mengganggu kinerja pompa untuk mengeluarkan air pada *main sump*. Hal ini mengakibatkan *main sump* dipenuhi oleh lumpur dan aktivitas penirisan terhenti. Apabila aktivitas penirisan terhenti akan mengganggu produksi dan masalah lainnya. Terbatasnya area pembuangan lumpur, mengakibatkan lumpur sulit dipindahkan. Maka diperlukan kajian untuk mengatasi permasalahan tersebut, yakni untuk penanganan lumpur agar *main sump* dapat berfungsi kembali dan pompa dapat dioptimalkan.

Tujuan dari penelitian ini ialah (1) Menganalisis bagaimana penanganan lumpur pada *main sump*, (2) Menganalisis berapa banyak volume lumpur pada *main sump* dan volume material pembuatan tanggul untuk penanganan lumpur pada *main sump*, (3) Menentukan peralatan apa saja yang akan digunakan untuk penanganan lumpur pada *main sump* dan produktivitas peralatan tersebut (4) Menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh peralatan yang digunakan untuk penanganan lumpur pada *main sump* (5) Menentukan berapa debit dan *head* optimal kembali.

Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinyu. Proses daur hidrologi secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = I + R + ET \pm \Delta S \quad (1)$$

Presipitasi (P) adalah peristiwa jatuhnya cairan atmosfer ke permukaan bumi. Infiltrasi (I) adalah perpindahan air dari atas ke dalam permukaan tanah atau proses masuknya air dari permukaan ke dalam tanah. Limpasan (R) adalah semua air yang mengalir akibat yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah tanpa memperhatikan asal atau jalan yang di tempuh sebelum mencapai saluran. Evapotranspirasi (ET) merupakan gabungan dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses pertukaran molekul air dipermukaan molekul uap air di atmosfer akibat panas, sedangkan transpirasi adalah proses penguapan pada tumbuh-tumbuhan melalui sel stomata [1].

Air tanah (S) adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akifer [2].

Sump (Kolam Penampung) merupakan kolam penampungan air yang dibuat untuk menampung air limpasan, yang dibuat sementara sebelum air itu dipompakan, serta dapat berfungsi sebagai pengendap lumpur. Pengaliran air dari *sump* dilakukan dengan cara pemompaan atau dialirkan kembali melalui saluran pelimpah [3].

Produktivitas adalah hasil dari proses produksi dalam satuan waktu tertentu. Contoh : bcm/jam, ton/jam, m²/jam, dan lain-lain rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas *Backhoe* adalah [4].

$$Q = q \frac{3600}{Cm} x E \quad (2)$$

Produksi per *cycle*

$$q = q \times k \quad (3)$$

Cycle Time (Cm)

$$Cm = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (4)$$

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *Backhoe* adalah dalam hal kapasitas *bucket*nya, kondisi kerja, bisa menggali pada daerah lunak sampai keras, tetapi bukan tanah asli berupa batuan keras. Bila batuan keras perlu dilakukan *ripping* atau *blasting* lebih dahulu [5].

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, tetapi untuk tambang yang tidak terlalu dalam dapat menggunakan pipa PVC. Untuk menghitung kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa dapat digunakan rumus [6].

$$V = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (6)$$

Perhitungan besarnya kerugian gesekan baik pada pipa masuk maupun pada pipa keluar dapat dihitung dengan persamaan *Hazen-William* [7].

$$H_L = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} x(L + Le) \quad (7)$$

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*) [8].

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Menurut persamaan *Bernoulli*, ada tiga macam *head* (energi) fluida dari sistem instalasi aliran, yaitu energi tekanan, energi kinetik, dan energi potensial. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut [7].

$$\frac{P_1}{\gamma l} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + Hp - H_L = \frac{P_2}{\gamma l} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (8)$$

Karena $P_1 = P_2 = \text{Tekanan Atmosfer}$ dan $V_1 = 0$, maka rumus diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$Hp = \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 - Z_1 + H_L \quad (9)$$

Pompa *Sykes CP220i* merupakan pompa sentrifugal yang hanya untuk mengeluarkan fluida berupa air [9].

Ada 2 (dua) macam sistem pompa berganda yaitu Sistem Paralel dan Sistem Seri. Tujuan dari pemasangan pompa paralel adalah untuk membuang air dengan debit bervariasi. Hubungan antara *head* dan debit sistem ini adalah untuk *head* tertentu, debit air yang keluar merupakan jumlah individual debit pompa. Sistem seri merupakan dasar pompa multi tingkat (*multi stage pump*), dimana debit dari pompa pertama (tingkat pertama) dikirim ke pipa hisap pompa kedua dan seterusnya. Debit yang sama yang melewati masing-masing pompa menerima tekanan perkuatan (*boost*) pompa berikutnya [10].

2. METODE PENELITIAN

Menurut tahapan kerjanya metode penelitian terdiri dari studi literatur yakni mengumpulkan dan mempelajari referensi-referensi yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian, observasi lapangan yakni dengan melakukan pengamatan secara langsung mengenai permasalahan yang dibahas dalam penelitian. Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan dilapangan seperti data *cycle time backhoe*, dan pengukuran ketebalan lumpur. Data *cycle time* akan digunakan untuk menghitung produktivitas peralatan yang digunakan dan menentukan lama waktu pengerjaan, sedangkan data ketebalan lumpur akan digunakan untuk menghitung estimasi volume lumpur yang akan dipindahkan.

Data sekunder seperti data geologi, curah hujan, peta situasi tambang dan peta kontur situasi *main sump* digunakan untuk membuat *desain* pembuatan blok pada *main sump* sehingga penanganan lumpur dapat diatasi secara optimal. Pembuatan *desain* pembuatan blok pada *main sump* menggunakan *software* minescape 4.1.9.

Data-data yang diperoleh akan diolah dengan analisa matematis, empiris, dan statistik yang akan disajikan dalam bentuk perhitungan penyelesaian dengan rumus yang ada, dalam bentuk tabel, grafik, dan dokumentasi lapangan. Setelah melakukan analisa didapat kesimpulan dan rekomendasi hasil penelitian sebagai masukan bagi perusahaan.

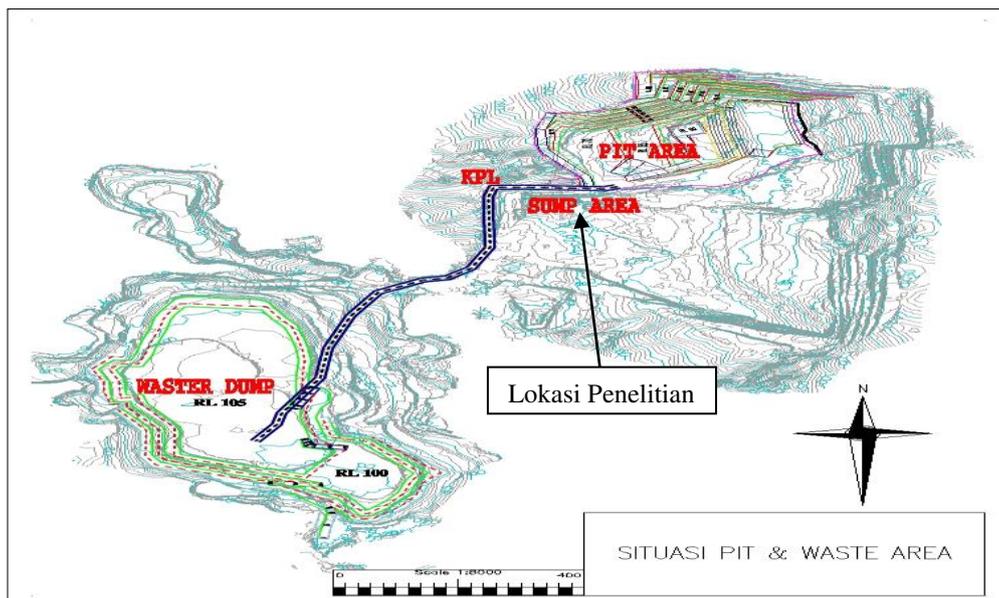
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Umum *Main Sump* dan Pompa Sebelum Terisi Lumpur

Lokasi penelitian terletak pada arah selatan dari *front* pada elevasi +61 m dpl (RL 61). Sedangkan lokasi Kolam Pengendap Lumpur (KPL) terletak di sebelah barat *front* dengan elevasi +68 dpl (RL 68). Kondisi *main sump* dapat menampung air yang masuk kedalam *front* untuk dikeluarkan menuju ke Kolam Pengendap Lumpur (KPL). *Main Sump* ini terletak pada elevasi +61 (RL 61) yang merupakan elevasi terendah di area penambangan (Gambar 1).

3.2. Estimasi Volume Lumpur dan Pembuatan Tanggul pada *Main Sump*

Estimasi volume lumpur dan pembuatan tanggul tiap blok pada *main sump* dihitung berdasarkan data survei lapangan berupa pengukuran ketebalan lumpur di blok-blok yang akan dibuat kemudian diolah menggunakan *software* minescape 4.1.9 sehingga diperoleh desain blok seperti pada (Gambar 2). Adapun perhitungan estimasi volume lumpur dan pembuatan tanggul dapat dilihat pada (Tabel 1 dan Tabel 2). Rekapitulasi jumlah material yang akan dikerjakan untuk penanganan lumpur pada *main sump* dapat dilihat pada (Tabel 3).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Perhitungan Estimasi Volume Lumpur

Nama Blok	Dimensi (m)			Volume (bcm)
	Panjang	Lebar	Tebal Lumpur	
Blok 1	56	25	2,14	2.990,56
Blok 2	56	45	1,82	4.536,29
Blok 3	30,2	49	0,52	769,84

Tabel 2. Perhitungan Estimasi Pembuatan Tanggul

Nama Blok	Dimensi (m)			Volume (bcm)
	Panjang	Lebar	Tinggi Tanggul	
Blok 1	56	5	7	1.964,30
Blok 2	35	10	4,92	1.722,24
Blok 3	60,96	12	4,5	3.291,69

Tabel 3. Rekapitulasi Jumlah Material

Volume Blok (Bcm)		Volume Tanggul (Bcm)		Material Tambahan (Bcm)	Total Material (Bcm)
Blok 1	2.990,56	Blok 1	1.964,30		
Blok 2	4.593,29	Blok 2	1.722,24		
Blok 3	769,84	Blok 3	3.291,69		
Total	8.353,79	Total	6.978,23		

3.3. Rencana Pembuatan Blok pada *Main Sump* untuk Penanganan Lumpur

1. Pembuatan Blok 1 (satu) dan Pembuatan Tanggul

Pembuatan blok 1 (satu) merupakan blok yang akan digunakan sebagai penampung air utama dimana pada blok ini terdapat pompa *sykes CP220i*. Blok 1 (satu) ini dibuat dengan panjang ±56 meter, lebar ± 25 meter. Pembuatan tanggul pada blok 1 (satu) ini bertujuan untuk menahan lumpur yang akan dipindahkan ke blok-blok penampung lumpur. Selain itu juga tanggul ini berfungsi sebagai *track* (jalan) akses unit-unit yang akan melakukan penanganan lumpur dan juga untuk membagi luasan area antar blok yang akan dibuat. Tanggul ini dibuat dengan lebar ± 5 meter dan tinggi ± 7 meter. Estimasi lama waktu pengerjaan adalah ± 1 (satu) hari.

2. Pembuatan Tanggul Blok 3 (tiga)

Pembuatan tanggul blok 3 (tiga) bertujuan sebagai penahan desakan lumpur pada blok 1 (satu) dan sebagai akses jalan (*hauling road*) dari *disposal* menuju ke *front* penambangan. Tanggul ini dibuat dengan panjang ± 60,96 meter, lebar ± 12 meter dan tinggi ± 4,5 meter. Blok 3 (tiga) direncanakan akan dibagi menjadi 2 (dua) blok sehingga menjadi blok 4 (empat). Blok 4 (empat) ini nantinya akan dijadikan sebagai tempat penampung air sementara yang masuk ke *main sump* sebelum dialirkan ke blok 1 (satu). Estimasi lama waktu pengerjaan adalah ± 1 (satu) hari.

3. Pembuatan Tanggul Blok 2 (dua)

Pembuatan tanggul blok 2 (dua) bertujuan untuk membagi luasan area lumpur agar pengerjaan dan penanganannya lebih cepat dan terarah. Tanggul pada blok 2 (dua) dibuat dengan panjang ±35 meter, lebar ± 10 meter dan tinggi ± 5 meter. Dengan membuat tanggul pada blok 2 (dua), maka *main sump* menjadi 2 (dua) blok yakni blok 2 (dua) dan blok 3 (tiga). Blok 3 (tiga) dibuat dengan panjang ± 70 meter dan lebar ± 12 meter. Estimasi lama pengerjaan aktivitas ini adalah ± 1 (satu) hari.

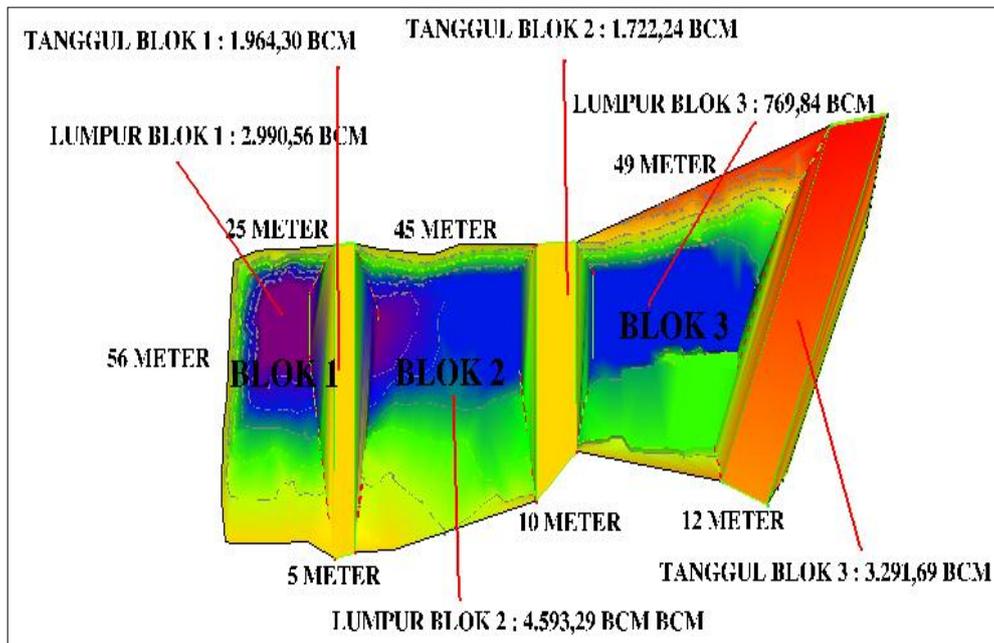
4. Rencana Pemindahan Lumpur

Setelah semua tanggul dibuat, maka lumpur pada *main sump* dapat dipindahkan secara kondisional yaitu dapat dipindahkan pada blok-blok penampung lumpur maupun kolam penampung lumpur sementara. Fokus utama dalam penanganan lumpur ini adalah pada blok 1 (satu) dimana terdapat pompa yang diharapkan dapat bekerja secara optimal kembali. Lumpur yang terdapat pada blok 1(satu) dikeluarkan sementara pada penampung lumpur di sisi

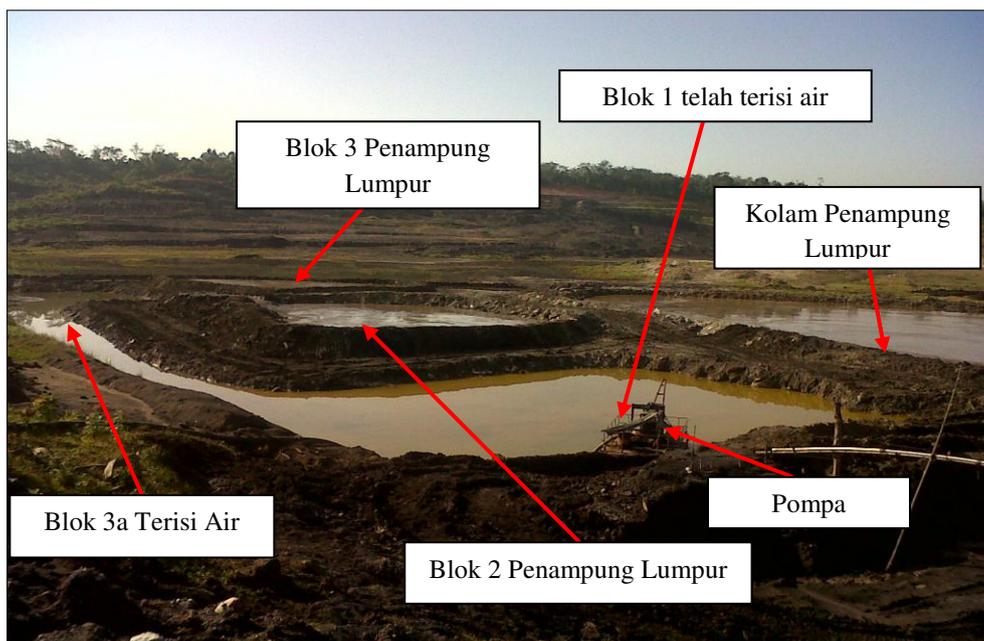
selatan dan ke blok 2 (dua) menggunakan kombinasi *Backhoe Komatsu PC 200 Shorm Arm*, *Backhoe Komatsu PC 200 Long Arm* dan *Backhoe Kobelco SK 200*.

Blok pada *main sump* yang akan dibuat secara aktual dapat dilihat pada . Blok 2 (dua) dan blok 3 (tiga) berfungsi sebagai penampung lumpur sementara selain kolam penampung lumpur yang telah dibuat.

Layout final main sump dapat dilihat pada (Gambar 3) sedangkan *contour situasi sump* dapat dilihat pada (Gambar 4). Pompa *Sykes CP 220i* pada blok 1 (satu) berfungsi kembali dan dapat bekerja secara optimal (Gambar 5).



Gambar 2. Estimasi Volume Lumpur dan Pembuatan Tanggul pada *Main Sump*

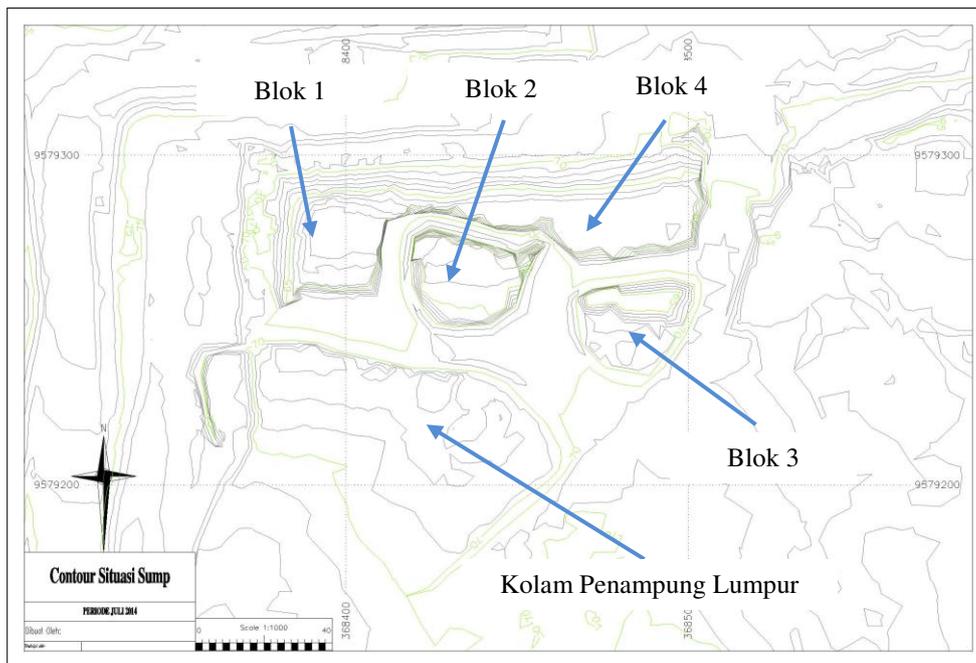


Gambar 3. *Layout Final Main Sump*

3.4. Perhitungan Produktivitas Peralatan Penanganan Lumpur

Rekapitulasi perhitungan produktivitas peralatan penanganan lumpur menggunakan kombinasi peralatan *Backhoe* Komatsu PC 200 *Short Arm*, *Backhoe* Komatsu PC 200 *Long Arm* dan *Backhoe* Kobelco 200 dapat dilihat pada (Tabel 4).

Dengan mendapatkan data jumlah material yang harus dikerjakan untuk penanganan lumpur pada *main sump*, maka dapat diperkirakan lama waktu yang dibutuhkan oleh peralatan yang digunakan untuk penanganan lumpur yakni dapat dilihat pada (Tabel 5).



Gambar 4. *Contour Layout Final Main Sump*



Gambar 5. Pompa sykes CP220i pada Blok 1 (satu)

Tabel 4. Perhitungan Produktivitas Peralatan Penanganan Lumpur

Jenis Alat	Produktivitas Per Jam (Bcm/Jam)	Jumlah Jam Kerja per Hari	Produktivitas per Hari (Bcm/Hari)
Backhoe Komatsu PC 200 (Short Arm)	269	8 Jam	2.152
Backhoe Komatsu PC 200 (Long Arm)	67,48	8 Jam	539,84
Backhoe Kobelco SK 200	110,34	8 Jam	882,72
TOTAL			3.574,56

Tabel 5. Perhitungan Lama Waktu Pengerjaan

Jumlah Material (Bcm)	Produktivitas Alat (Bcm/Hari)	Lama Waktu
22.310,15	3.574,56	7 Hari

3.5. Optimalisasi Pompa Sykes CP220i

1. Perencanaan Pemompaan

Debit pompa rencana yang ditetapkan oleh Departement Engineering PT Ulina Nitra yakni sebesar 115 Ltr/s. Pemompaan ini dilakukan pada elevasi terendah +61 m dpl dan elevasi tertinggi +68 m dpl. Panjang keseluruhan pipa adalah 60 m, sedangkan diameter pipa 0,2 m. Sepanjang pipa terdapat 2 belokan yakni belokan 30⁰ dan belokan 45⁰.

2. Perhitungan Head Pompa Sykes CP 220i

a) Kehilangan head pada pipa (head loss)

- Q = 0,115 m³/s
- C = 140 (Pipa sangat mulus)
- D = 0,2 m
- L = 50 m
- Le = 34,3 m

$$H_L = \frac{10,666(0,115)^{1,85}}{(140)^{1,85} (0,2)^{4,85}} \times (50m + 34,3m) \tag{10}$$

$$H_L = 26,12 \text{ m}$$

b) Head Pompa

$$H_p = \frac{(3,66 \text{ m/s})^2}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} + 68m - 61m + 26,12m \tag{11}$$

$$H_p = 33,8 \text{ m}$$

3. Perhitungan Jam Kerja Pompa

Untuk menghitung jam pemompaan maka harus diketahui terlebih dahulu debit toal air yang masuk kedalam *main sump*. Air yang masuk ke dalam *main sump* tidak dipompakan seluruhnya namun hanya 2/3 nya saja. Total air yang masuk ke dalam *main sump* dapat dilihat pada (Tabel 6).

Tabel 6. Total Volume Air yang Masuk Tambang

No	Parameter debit total	Volume (m ³ /hari)
1.	Debit Limpasan	9738,96
2.	Air Tanah	43,664
3.	Evapotranspirasi	564,86
	Total	9.217,764

$$\text{Jam Pemompaan} = \frac{\text{Volume air yang masuk pit (2/3)}}{\text{Debit Pemompaan}} \quad (12)$$

$$= \frac{6.154,176 \text{ m}^3/\text{hari}}{414 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Jam Pemompaan} = \pm 15 \text{ Jam/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total pemompaan per hari} &= 15 \text{ Jam/hari} \times 414 \text{ m}^3 \\ &= 6.210 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penanganan lumpur (*mud handling*) pada *main sump* dapat diatasi dengan membuat blok pada *main sump* menjadi 4 (empat) blok, blok 1,2,3,4 dan Kolam Penampung Lumpur. Blok ini bertujuan untuk mengeluarkan lumpur secara bertahap sehingga *main sump* dapat optimal kembali dan pompa *sykes* CP 220i yang terdapat pada blok 1 (satu) dapat bekerja secara optimal.
2. Total volume lumpur yang akan dikeluarkan adalah $\pm 8.353,69$ bcm dan volume material pembuatan tanggul adalah sebanyak $\pm 6.978,23$ bcm serta tambahan material untuk pembuatan tanggul $\pm 6.978,23$ bcm. Jadi, total material yang harus dikerjakan adalah sebesar $\pm 22.310,15$ Bcm.
3. Peralatan yang digunakan untuk penanganan lumpur adalah kombinasi *Backhoe* Komatsu PC 200 *Short Arm*, *Backhoe* Komatsu PC 200 *Long Arm*, dan *Backhoe* Kobelco SK 200. Total Produktivitas dari kombinasi peralatan tersebut adalah $\pm 3.574,56$ bcm per hari
4. Lama waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk penanganan lumpur pada *main sump* jika per hari peralatan bekerja ± 8 Jam yakni selama ± 7 hari.
5. Dengan mengeluarkan lumpur pada *main sump*, kinerja pompa *sykes* dapat kembali bekerja secara optimal dengan debit ± 115 Ltr/s dan *head* pompa sebesar 33,8 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soemarto. (1995). *Hidrologi Teknik Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Sudjarwadi. (1996). *Teknik Drainase*. Yogyakarta : Andi.
- [3] Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [4] Anonim. (2010). *Produktivitas Excavator* . Jakarta : Operational Training Departemen PT. PAMAPERSADA Distrik Adaro PT. Adaro.
- [5] Rochmanhadi.(1983). *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- [6] Muhjidin. (2012). *Rekayasa Konservasi Tanah dan Air*. Yogyakarta : Bursa Ilmu.
- [7] Sularso., dan Tahara, H. (2000). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- [8] Zakiyunas. (2009). *Perencanaan Teknis Sistem Penirisan Tambang pada Rencana Penambangan Batubara Tahun 2010 Pit ATA Selatan PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan*. Skripsi, Jurusan Teknik Pertambangan : Universitas Sriwijaya.
- [9] Anonim. (1997). *Sykes Group Pty Ltd*. Japan : Sykes Group Pty Ltd.
- [10] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi.