

KAJIAN EFEKTIVITAS KOLAM PENGENDAPAN DAN KUALITAS AIR BERDASARKAN DEBIT AIR DAN PENENTUAN WAKTU PENGGERUKAN YANG OPTIMAL DI PT VALE INDONESIA TBK, LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN

Submission date: 29-May-2023 09:48AM (UTC+0700)

Submission ID: 2104161887

File name: itas_Kolam_Pengendapan_Vo._6_no.2_Periode_Sep_20-Feb21_hidup.pdf (745.18K)

Word count: 5335

Character count: 32726

by Peter Eka Rosadi

1. Selayang Pandang Pemanfaatan Fly Ash Batubara Untuk Adsorben Logam Pada Air Asam Tambang... **Eddy Nursanto**
2. Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Di Pit KIB Panel 2 PT. Kaltim Jaya Bara Jobsite Project PT. Dahana Kabupaten Berau, Kalimantan Timur... **Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Hariyanto, Indri Lesta Siwidhiani**
3. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit Mahakam PT Insani Haraperkasa Site Laju Jaman Kalimantan Timur... **Hasywir Thaib Siri, Gunawan Nusantara, Frans J.**
4. Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan dan Kualitas Air berdasarkan Debit Air dan Penentuan Waktu Pengerukan yang Optimal di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan... **Adi Saputra Herdiman, Hartono, Rika Ernawati, Peter Eka Rosadi, Bambang Wisaksono**
5. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Batubara Di Pit Lumba-Lumba PT Satu Terminal Umum Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan... **Hartono, Gunawan Nusantara, Jody Arswana**
6. Estimasi Batu Diorit Dengan Metode Geolistrik (Resistivity 2d) Di CV. Mineral Cahaya Bumi, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat... **Winda, Nur Ali Amri, Aji Setiawan**
7. Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt Freeport Indonesia Tahun 2020-2038... **Kresno, Dyah Probawati, Egi Ardiya**
8. Kebijakan Konservasi Bahan Galian Dalam Pengelolaan Sumber Daya Mineral... **Imarlinianto**
9. Studi Pengaruh Total Resistance Terhadap Kecepatan Alat Angkut Bermuatan Di Pit Trembesi PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan... **Hasywir Thaib S, Suyono, Aditya Ramadhan, Yonie Herawati**
10. Evaluasi Perubahan Pangkat Pada Teknik Estimasi Inverse Distance Weighting (IDW)... **Waterman Sullystiana Bargawa**
11. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit X PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite PT. Rantaupanjang Utama Bhakti Berau Kalimantan Timur... **Nurhamlin, Faisal Alam, Tri Wahyuningdh**
12. Analisis Manajemen Stockpile Pada Ram Stockpile Di Pit Central Mantubuh Pt. Harmoni Panca Utama Jobsite Pt. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah... **Dwi Poetranto WA, Georgia Gagas, Priyo Widodo,**
13. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC pada Kegiatan Produksi Tambang Bawah Tanah DM1/2 PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua... **Dyah Probawati, Zulnikar Adisasono Pramuktyo, Abdul Rauf, Riria Zendi Mirahati.**
14. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall... **Rafif Mahrus Khalik, Tedy Agung Cahyadi, Nur Ali Amri, Agri Setiawan**
15. Analisis Perbandingan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio dan Biaya Operasional Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC 2000-8 Dengan Komparasi Metode Loading Di Out Pit Dumping Utara, Pit Kusan Bawah PT. Sapatindra Sejati Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan... **Wawong Dwi Ratminah, Krisna, Priyo Widodo, Eddy Winarno**
16. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Penambangan Batugamping Di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Site Plant Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat... **Ketut Gunawan, Delvin Aldi P, Winda**
17. Kajian teknis geometri peledakan terhadap fragmentasi dan digging time alat muat pada pembongkaran overburden di pit tempudo 2 PT. Kalimantan Prima Persada jobsite Indexim Coalindo... **R. Hariyanto, Rizki Irsya Muhammad Sudaryanto.**
18. Neraca dan Potensi Sumberdaya Batugamping di Kabupaten Bolaangmongondow Provinsi Sulawesi Utara... **Abdul Rauf, I Wayan Sudarmaja, Bambang Wisaksono, Eddy Winarno.**
19. Evaluasi Distribusi Aliran Debit Udara Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave Untuk Mendukung Target Kegiatan Pertambangan Di Level 2830 Extraction Pada Q1 Tahun 2020 PT. Freeport Indonesia, Mimika, Papua... **Suyono, Achmad Reza Apandi, Wawong Dwi Ratminah, Yasmira Amalia.**
20. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pt. Bukit Asam Tbk Sumatera Selatan... **Barlian Dwinagara, Mella Merfiza, Untung Sukanto.**
21. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan... **Peter Eka Rosadi, Hasrin Citra Utami, Ketut Gunawan, Frideal Yushandiana.**
22. Kajian Teknis Laju Keausan Bowl Dan Mantle Cone Crusher Terhadap Produksi Pada Peremukan Sekunder Bijih Emas Di PT. Aglacourt Resources, Tapauhi Selatan, Sumatera Utara... **Untung Sukanto, M. Dandi Pratama, Gunawan Nusantara, Esty Martina Zeba**
23. Analisis Kepekaan Terhadap Perubahan Biaya Operasi dan Harga Jual Produk Pada Penambangan Batugamping UP. Parno, Kec. Ponjong, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Anton Sudiyanto, Alfan Mukti, Indun Titisariwati
24. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pendekatan Probabilitas Longsor Pada Pit PQRT Laju PT Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur... **Singgh Saptono, Rindang Kurniawan, Bagus Wiyono**



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FTM-UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

JURNAL Teknologi Pertambangan

1. PENANGGUNG JAWAB

¹
: Ketua Jurusan Teknik Pertambangan-FTM
UPN "Veteran" Yogyakarta

2. REDAKSI

Ketua	: Dr. Nur Ali Amri, MT
Wakil Ketua	: Ir. Hasywir Thaib Siri, MSc.
Sekretaris I	: Dr. Tedy Agung Cahyadi, ST., MT
Sekretaris II	: Heru Suharyadi ST., MT.
Anggota	: a. Vega Vergiagara, ST b. Muhammad Rahman Yulianto, ST

3. REVIEWER

Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc. Ph.D. (UPNVY)	Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT. (UPNVY)
Prof. Dr. Budi Sulistyanto, M.Sc. (ITB)	Dr. Edy Nursanto, ST, MT. (UPNVY)
Dr. rer. nat. Arifudin Idrus, MT. (UGM)	Ir. Anton Sudiyanto, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Singgih Saptono, MT. (UPNVY)	Ir. Kresno, M.Sc. MM. (UPNVY)
Dr. Ir. Waterman Sulistyana B., MT. (UPNVY)	Ir. Suyono, MS. (UPNVY)
Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT. (UPNVY)	
Dr. Ir. Marsudi, MT. (UNTAN)	

1.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Maha Esa atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga **Jurnal Teknologi Pertambangan** Volume. 6 Nomor.2 Periode September 2020 – Februari 2021, ini dapat terbit tepat waktu. Tidak lupa pula diucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu penerbitan Jurnal ini.

Jurnal Teknologi Pertambangan terbit setahun dua kali, dimana pada volume ini dapat dipublikasikan 24 judul makalah dengan 198 halaman. Jurnal ini merupakan media untuk menuangkan ide, gagasan, hasil penelitian maupun sebagai sumber pengetahuan bagi pemerhati atau peminat, baik kalangan praktisi, dosen, peneliti maupun mahasiswa sebagai wadah menambah wawasan dan pengetahuan pertambangan.

Jika masih terdapat kurang-sempurnaan maupun kekeliruan, kami mohon maaf dan masukannya. Akhir kata, semoga jurnal ini bermanfaat bagi para peminat/pemerhati.

Yogyakarta, Februari 2021

Dewan Redaksi

JURNAL

Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Selayang Pandang Pemanfaatan Fly Ash Batubara Untuk Adsorben Logam Pada Air Asam Tambang... Edy Nursanto	1-7
2. Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Di Pit KJB Panel 2 Pt. Kaltim Jaya Bara Jobsite Project PT. Dahana Kabupaten Berau, Kalimantan Timur... Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Harlyanto, Indri Lesta Siwidiani	8-13
3. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit Mahakam PT Insani Baraperkasa Site Loa Janan Kalimantan Timur... Hasywir Thaib Siri, Gunawan Nusantara, Frans J.	14-19
4. Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan dan Kualitas Air berdasarkan Debit Air dan Penentuan Waktu Pengerukan yang Optimal di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan... Adi Saputra Herdiman, Hartono, Rika Ernawati, Peter Eka Rosadi, Bambang Wisaksono	20-26
5. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Batubara Di Pit Lumba-Lumba PT Satui Terminal Umum Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan... Hartono, Gunawan Nusantara, Jody Arsena	27-32
6. Estimasi Batu Diorit Dengan Metode Geolistrik (Resistivity 2d) Di CV. Mineral Cahaya Bumi, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat... Winda, Nur Ali Amri, Aji Setiawan	33-41
7. Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt Freeport Indonesia Tahun 2020-2038... Kresno, Dyah Probawati, Egy Ardiya	42-55
8. Kebijakan Konservasi Bahan Galian Dalam Pengelolaan Sumber Daya Mineral ... Inmarlinianto	56-63
9. Studi Pengaruh Total Resistance Terhadap Kecepatan Alat Angkut Bermuatan Di Pit Trembesi PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan... Hasywir Thaib S, Suyono, Aditya Ramadhan, Yunie Herawati	64-72
10. Evaluasi Perubahan Pangkat Pada Teknik Estimasi Inverse Distance Weighting (IDW)... Waterman Sulistyana Bargawa	73-76
11. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit X PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite PT. Rantaupanjang Utama Bhakti Berau Kalimantan Timur... Nurkhamim, Faisal Alam, Tri Wahyuningsih	77-85
12. Analisis Manajemen Stockpile Pada Rom Stockpile Di Pit Central Mantubuh Pt. Harmoni Panca Utama Jobsite Pt. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah... Dwi Poetranto WA, Giorgia Gagas, Priyo Widodo	86-92
13. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC pada Kegiatan Produksi Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua... Dyah Probawati, Zulfikar Adisasono Pramuktyo, Abdul Rauf, Riris Zendi Mirahati	93-105
14. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall... Rafli Mahrus Khalik, Tedy Agung Cahyadi, Nur Ali Amri, Agris Setiawan	106-120
15. Analisis Perbandingan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio dan Biaya Operasional Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC 2000-8 Dengan Komparasi Metode Loading Di Out Pit Dumping Utara, Pit Kusan Bawah PT. Sapatindra Sejati Kabupaten Tanah Bumbu Kalimanta Selatan... Wawong Dwi Ratminah, Krisna, Priyo Widodo, Eddy Winarno	121-126
16. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Penambangan Batugamping Di PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk Site Plant Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat... Ketut Gunawan, Delvin Aldi P, Winda	127-133

17. Kajian teknis geometri peledakan terhadap fragmentasi dan digging time alat muat pada pembongkaran overburden di pit tempudo 2 PT. Kalimantan Prima Persada jobsite Indexim Coalindo...**R. Hariyanto, Rizki Irsya Mohamad Sudaryanto.****134-139**
18. Neraca dan Potensi Sumberdaya Batugamping di Kabupaten Bolaangmongondow Provinsi Sulawesi Utara...**Abdul Rauf, I Wayan Sudarmaja, Bambang Wisuksono, Eddy Winarno.****140-149**
19. Evaluasi Distribusi Aliran Debit Udara Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave Untuk Mendukung Target Kegiatan Pertambangan Di Level 2830 Extraction Pada Q1 Tahun 2020 PT. Freeport Indonesia, Mimika, Papua... **Suyono, Achmad Reza Apandi, Wawong Dwi Ratminah, Yasmina Amalia.****150-153**
20. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan...**Barlian Dwinagara, Mella Merliza, Untung Sukanto.****154-163**
21. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan...**Peter Eka Rosadi, Ilasrin Citra Utami, Ketut Gunawan, Fridenl Yushandiana.****164-173**
22. Kajian Teknis Laju Keausan Bowl Dan Mantle Cone Crusher Terhadap Produksi Pada Peremukan Sekunder Bijih Emas Di PT. Agincourt Resources, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara... **Untung Sukanto, M. Dandi Pratama, Gunawan Nusantara, Esty Martina Zeba****174-179**
23. Analisis Kepekaan Terhadap Perubahan Biaya Operasi dan Harga Jual Produk Pada Penambangan Batugamping UP. Parno, Kcc. Ponjong, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, **Anton Sudiyanto, Alfian Mukti, Indun Titisariwati****180-192**
24. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pendekatan Probabilitas Longsor Pada Pit PQRT Lati PT Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur...**Singgih Saptono, Rindang Kurniawan, Bagus Wiyono****193-198**

KAJIAN EFEKTIVITAS KOLAM PENGENDAPAN DAN KUALITAS AIR BERDASARKAN DEBIT AIR DAN PENENTUAN WAKTU Pengerukan YANG OPTIMAL DI PT VALE INDONESIA TBK, LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN

¹Adi Saputra Herdiman, ²Hartono, ³Rika Ernawati, ⁴Peter Eka Rosadi, ⁵Bambang Wicaksono

^{1,2,3,4,5}UPN "Veteran" Yogyakarta

Afiliasi/Institusi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,
Jl. Padjajaran, Condongcatur, Yogyakarta 55283 Indonesia
email: adisaputraherdian88@gmail.com

SUMMARY

PT. Vale Indonesia Tbk is located in Nuha District, East Luwu Regency, South Sulawesi Province. The mining system applied to extract Nickel is an open pit system using the Open Cast method. One of the additional activities in the mining business is to drain the incoming water inundating the mining area (Mine Dewatering System). Surface water is something that cannot be ignored in mining activities. This is because the water can cause mud puddles to form which has the potential to interfere with the mining process and production, reduce the effective working time of the equipment and damage the environment. This study aims to determine the effectiveness of the sediment pond (sediment pond) in minimizing the amount of solid sediment material that will be released into the lake, so that recommendations for redesigning the area of each settling pond can be produced, as well as determining the optimal dredging time in the settling pond. Based on the calculation results, it is concluded that the water discharge in the processing area is greater than the capacity of the settling pond in the area so it is necessary to redesign it to increase the capacity of the settling pond. Another result is the optimal dredging time based on the theory, namely every 3.15 days in the Super deposition pond, 1.22 days in the Watulabu Slurry deposition pond, and finally 65 days in the PP 2 settling pond. Based on the research results, the effect of FeSO_4 concentration can be used as a reducing agent both for Cr^{6+} and in Super deposition ponds that the content of Chromium (Cr) and Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) is still above the wastewater quality standard threshold, but in PP 2 settling ponds have met the environmental quality standards that have been set and need further treatment to ensure that the value of the laboratory test results does not exceed the threshold for wastewater quality standards.

Keywords: settling pond, redesign, maintenance.

RINGKASAN

PT. Vale Indonesia Tbk terletak di Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Sistem penambangan yang diterapkan untuk mengambil Nikel adalah sistem tambang terbuka dengan metode *Open Cast*. Salah satu kegiatan tambahan pada usaha penambangan adalah untuk mengalirkan air yang masuk mengganggu daerah penambangan (*Mine Dewatering System*). Air permukaan merupakan hal yang tidak dapat diabaikan dalam aktivitas penambangan. Hal ini karena air yang tersebut dapat menyebabkan terbentuknya genangan lumpur yang berpotensi mengganggu aktivitas proses penambangan maupun produksi berkurangnya waktu kerja efektif alat dan kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas *sediment pond* (kolam pengendapan) dalam meminimalkan jumlah material endapan padat yang akan dilepas ke danau, sehingga dapat dihasilkan rekomendasi *redesigning* (perancangan ulang) terhadap luas masing-masing kolam pengendapan, serta penentuan waktu pengerukan yang optimal pada kolam pengendapan tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, disimpulkan bahwa debit air pada area pengolahan lebih besar dari kapasitas kolam pengendapan area tersebut sehingga perlu dilakukan mendesain ulang untuk menambah kapasitas dari kolam pengendapan tersebut. Hasil lainnya ialah waktu pengerukan yang optimal berdasarkan teori yaitu setiap 3,15 hari pada kolam pengendapan Super, 1,22 hari pada kolam pengendapan Watulabu Slurry, dan terakhir 65 hari pada kolam pengendapan PP 2. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh konsentrasi FeSO_4 dapat digunakan sebagai reduktor yang baik untuk Cr^{6+} dan pada kolam pengendapan Super bahwa kandungan Chromium (Cr), dan Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) masih diatas ambang batas baku mutu air limbah, namun pada kolam pengendapan PP 2 telah memenuhi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan dan perlu dilakukan perawatan lebih lanjut untuk memastikan nilai dari hasil uji laboratorium tidak melebihi ambang batas baku mutu air limbah.

Kata Kunci: kolam pengendapan, perancangan ulang, perawatan.

1. PENDAHULUAN

PT. Vale merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang mengelola kekayaan alam berupa Nikel (Ni). Sistem penambangan yang dilakukan adalah sistem

tambang terbuka dengan metode *open pit*. Adapun tahapan kegiatan penambangannya meliputi: pembukaan lokasi penambangan dan pembersihan lahan, pengupasan lapisan penutup, penggalian dan pengangkutan.

Mine Geotechnical and Hydrology

merupakan salah satu bagian di Department Mine Engineering PT. Vale Indonesia, Tbk. Khusus untuk bagian *Mine Hydrology* yang berperan dalam sistem penyaliran tambang untuk mengatasi debit air limpasan yang berada di area penambangan.

Air permukaan merupakan hal yang tidak dapat diabaikan dalam aktivitas penambangan. Jika tidak memperoleh penanganan yang tepat, air permukaan dapat menjadi masalah dalam aktivitas produksi, terlebih lagi masalah lingkungan. Hal ini disebabkan karena air yang berada pada fase penambangan dapat menyebabkan terbentuknya genangan lumpur yang berpotensi mengganggu aktivitas produksi karena kerusakan alat akibat korosi, berkurangnya waktu kerja efektif alat dan kerusakan lingkungan akibat material endapan padat yang tertransportasi ke daerah hilir. Kerusakan lingkungan yang dimaksud dalam hal ini adalah berkurangnya tingkat kejernihan air pada daerah danau.

Masalah air pada area penambangan tersebut dapat diatasi dengan membuat sistem penyaliran yang baik dan membuat kolam pengendapan (*sediment pond*). Kolam tersebut bertujuan untuk menampung debit air limpasan yang ada pada area penambangan dan meminimalkan jumlah material padatan yang terlarut dalam air yang akan dilepas ke sungai, danau maupun laut dengan cara diendapkan terlebih dahulu pada kolam tersebut. Kolam pengendapan tersebut dapat mengalami penurunan efektivitasnya dalam mengendapkan padatan yang terlarut dalam air akibat debit sedimen dalam kolam yang terus bertambah seiring waktu, sehingga perlu dilakukannya pengerukan secara berkala. Oleh karena itu perlu diketahui tingkat efektivitas aktual kolam pengendapan tersebut dan menentukan waktu pengerukan yang efektif pada kolam pengendapan.

Analisis kandungan logam berat dalam satu limbah cair hasil samping dari industri pertambangan maupun industri makanan dan sejenisnya untuk wilayah Sulawesi Selatan didasarkan pada Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan, Anonim, 2003. Limbah cair buangan pertambangan PT. Vale Tbk, Soroako diduga mengandung berbagai jenis logam berat terutama *chromium hexavalent* (Cr^{6+}) dan nikel terlarut, yang mana perlu dilakukan analisis kadar yang dibuang pada lingkungan sebagai bentuk pengawasan dan pengendalian pemerintah dalam menjaga dan mendukung kelestarian lingkungan khususnya area sekitar yang rentan terhadap dampak penambangan.

II. METODE PENELITIAN

Dalam hal ini akan diuraikan tahap - tahap pemecahan yang ditemui selama melakukan penelitian. Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Yaitu mencari dan mempelajari teori - teori yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas dilapangan melalui buku ataupun literatur- literatur. Selain itu juga dapat mempelajari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, yang berupa laporan perusahaan.

b. Orientasi Lapangan

Melakukan pengamatan secara menyeluruh dengan cara mengunjungi tempat - tempat yang berada di PT. Vale Indonesia Tbk, seperti mengamati lokasi kantor, lokasi kegiatan penambangan dan lokasi diskitar kegiatan penambangan.

c. Observasi Lapangan

Observasi lapangan berupa pengamatan secara langsung di daerah penelitian terhadap hal-hal yang akan dikaji. Observasi lapangan yang dilakukan antara lain adalah pengamatan topografi, pola aliran air permukaan, saluran terbuka, kolam pengendapan, dan komponen - komponen lain yang berkaitan dengan penelitian.

d. Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengukuran atau pengamatan di lokasi penelitian. Data primer dalam penelitian ini antara lain adalah dimensi saluran terbuka, kolam pengendapan, dan kondisi topografi daerah penelitian. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan atau instansi lain yang terkait dalam penelitian ini. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain adalah data curah hujan, peta topografi, peta geologi, dan spesifikasi pompa.

e. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, baik data primer maupun data sekunder, kemudian dilakukan perhitungan dan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan yaitu data curah hujan, debit saluran, kecepatan pengendapan, debit limpasan, waktu pengerukan optimal dan kualitas air. Setelah data diolah kemudian dilakukan analisis data, untuk membandingkan perolehan data aktual dan data dari hasil perhitungan yang berguna bagi PT. Vale Indonesia Tbk.

f. Hasil Pengolahan Data

Hasil dari data curah hujan rencana digunakan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan yang dihitung dengan menggunakan rumus *mononobe*. Setelah didapatkan data intensitas curah hujan dapat menentukan debit air limpasan dengan menggunakan rumus rasional. Untuk menghitung dimensi pada saluran terbuka dapat menggunakan rumus *manning*. Hasil dari kecepatan pengendapan untuk menghitung pengerukan optimal pada kolam pengendapan dan mendapatkan hasil kualitas air dalam memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah.

g. Kesimpulan dan Saran

Dari semua hasil pengolahan data yang diperoleh didapatkan efektivitas dan kualitas dari suatu kolam pengendapan dari area pengolahan sesuai diterapkannya ketentuan standar baku mutu lingkungan oleh setiap industri dan memberikan rekomendasi terhadap luasan dari kolam pengendapan sesuai dengan perhitungan debit maksimum, dimana didalamnya terdapat elemen-elemen perhitungan dari curah hujan hingga kemampuan partikel untuk mengendap dan juga memberikan rekomendasi waktu pengerukan optimal.

2.1. Air Permukaan

Besarnya debit air limpasan ditentukan dengan menggunakan rumus rasional.
Rumus Rasional :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = debit air limpasan maksimum (m³/detik)
C = koefisien limpasan
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

a. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode *Gumbell*. *Gumbell* beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologis itu tidak terbatas, sehingga digunakannya data - data distribusi dengan harga yang paling besar (maksimum).

Persamaan *Gumbell* :

$$X_i = \bar{X} - \frac{S_k}{S_n} (Y_r - Y_n) \text{ atau } X_i = \bar{X} - k \cdot S_d$$

Keterangan :

X_r : Curah Hujan Rencana maksimum (mm/hari)
X : Curah Hujan rata-rata (mm/hari)

S_d : Standard deviation

S_n : Reduced Standard deviation

Y_r : Reduced variate

Y_n : Reduced mean

b. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan menggunakan rumus *mononobe*.
Rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2,17}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm)

c. Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Daerah tangkapan hujan adalah luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju ke titik pengaliran.

2.2. Analisis Saluran Terbuka

Analisis dimensi saluran terbuka dilakukan dengan menggunakan rumus *manning*. Saluran terbuka berbentuk trapesium, karena lebih mudah dalam pembuatannya.

Rumus *Manning* :

$$Q = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

Keterangan :

Q = debit pengaliran maksimum (m³/detik)

A = luas penampang (m²)

S = kemiringan dasar saluran (%)

R = jari-jari hidrolis (meter)

n = koefisien kekasaran dinding saluran menurut *manning*

2.3. Analisis Kolam Pengendapan

Air tambang hasil pengolahan selanjutnya dialirkan kedalam kolam pengendapan, hal ini bertujuan untuk memisahkan padatan dengan air yang semula keruh menjadi jernih. Karena persen *solid* lebih kecil dari 40%, maka perhitungan kecepatan pengendapan dengan menggunakan hukum *stokes*.

$$V_t = \frac{g \cdot d^2 \times (\rho_p - \rho_{aa})}{18\eta}$$

Keterangan :

V_t = kecepatan pengendapan (m/dtk)

g = gaya gravitasi (m/dtk²)

d = diameter partikel padatan (m)

ρ_p = krapatan partikel padatan (kg/m³)

ρ_{aa} = krapatan air (kg/m³)

η = viskositas air (kg/m.dtk)

- Debit Sedimen Melayang

$$Q_s = 0.0864 \times C_s \times Q_w$$

Keterangan :

Q_s = Debit sedimen melayang (ton/hari)
 C_s = Konsentrasi padatan (ppm atau mg/l)
 Q_w = Debit air yang masuk (m³/detik)

- Luas Kolam Pengendapan

$$A = Q / SR / 10000$$

Keterangan :

Q = Debit puncak (m³/jam)
 SR = Settling rate (m/jam)

- Waktu Pengeluaran (Reclaim)

$$\text{Waktu pengeluaran} = \frac{\text{Tonase Kolam Pengendapan}}{\text{Debit Sedimen yang Terendapkan}}$$

- Waktu Pengeluaran Optimal

$$\text{Waktu pengeluaran optimal} = \text{Waktu Pengeluaran} \times 50\%$$

2.4. Kualitas Air

Untuk menetapkan kelayakan badan air sebagai bahan baku air untuk masyarakat, maka dilakukan analisis yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 9 Tahun 2006 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel. Ketetapan tersebut mengacu pada kadar maksimum parameter kualitas air yang diperbolehkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data Curah Hujan

Dalam penelitian ini pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai curah hujan dan intensitas curah hujan. Berdasarkan perhitungan dapat ditentukan besarnya curah hujan harian rata-rata adalah sebesar 102,77 mm/hari dan besarnya curah hujan rencana adalah sebesar 111,44 mm/hari dengan umur tambang 5 tahun. Data curah hujan yang digunakan di daerah penelitian adalah selama 43 tahun mulai dari tahun 1977 - 2019 dengan periode ulang hujan 3 tahun. Resiko hidrologi yang didapatkan dari perhitungan adalah 89,83%. Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan rumus *Mononobe*, dari hasil perhitungan didapatkan intensitas curah hujan 38,63 mm/jam.



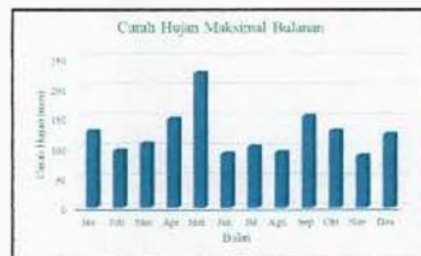
Gambar 1. Curah Hujan Rata-rata Bulanan 1977-2019

Curah hujan rata-rata tertinggi selama periode 43 tahun (1977-2019) pada bulan April dan Mei yaitu sebesar 75 mm.



Gambar 2. Curah Hujan Maksimal Tahun 1977-2019

Grafik curah hujan di atas menunjukkan curah hujan maksimal selama periode 43 tahun (1977-2019). Curah hujan maksimal tertinggi terdapat pada tahun 1992 yaitu sebesar 224,2 mm.

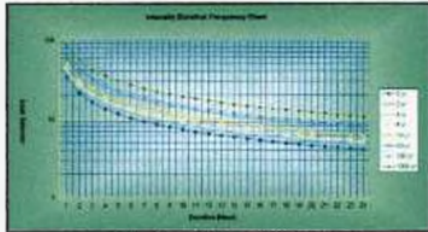


Gambar 3. Curah Hujan Maksimal Bulanan 1977-2019

Grafik curah hujan maksimal bulanan di atas menunjukkan rata-rata curah hujan bulanan selama periode 43 tahun (1977-2019). Curah hujan maksimal bulanan terdapat pada bulan Mei yaitu 224,2 mm.

Tabel 1 : Analisis Curah Hujan

Model Results									
Model	Estimate	SE	P-value						
			χ^2	df	χ^2	df	χ^2	df	χ^2
Model 1	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 2	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 3	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 4	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 5	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 6	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 7	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 8	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 9	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 10	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 11	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 12	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 13	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 14	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 15	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 16	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 17	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 18	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 19	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 20	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 21	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 22	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 23	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 24	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 25	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 26	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 27	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 28	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 29	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 30	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 31	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 32	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 33	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 34	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 35	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 36	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 37	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000
Model 38	0.000	0.000	0.000	1	0.000	1	0.000	1	0.000



Ganghar 4 Kurva IDF

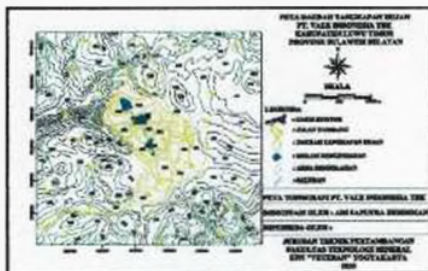
Dengan Kurva IDF (Intensity Duration Frequency) didapatkan besarnya intensitas curah hujan dihubungkan dengan kejadian dan lamanya hujan turun. Semakin besar intensitas curah hujan maka waktu lamanya hujan semakin sedikit.

3.2. Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Penentuan luasan daerah tangkapan hujan didasarkan atas topografi DTH, rencana pembangunan, dan arah aliran air permukaan, sehingga DTH. Sedangkan penentuan nilai koefisien oleh Perry (1997) didasarkan atas ada tidaknya vegetasi, jenis tanah, kerapatan vegetasi, kemiringan lereng dan tata guna lahan.

Tabel 2 : Koefisien Limpasan

Area	C
Super Pond	0.78
Watulabu Slurry Pond	0.687
PP 2 Pond	0.665



Gambar 5. Peta Daerah Tangkapan Hujan

3.2. Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi sebagai wadah untuk mengalirkan *fluida* atau air limpasan yang jatuh ke permukaan tanah menuju ke suatu tempat

tertentu. Letak saluran terbuka berada di sekitar arca pengolahan. Saluran terbuka menggunakan dimensi berbentuk trapezium dengan tipe dinding saluran dari tanah. Dimensi saluran terbuka dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 : Dimensi Saluran

Saluran	α "	d meter	h meter	b meter	B meter	a meter
Super Pond	60	1,16	1,39	1,33	2,67	1,34
Waruibu Slurry Pond	60	1,28	1,54	1,47	2,95	1,48
PP 2 Pond	60	1,32	1,58	1,52	3	1,52

Keterangan :

α = Kemiringan dinding saluran

d = Kedalaman saluran

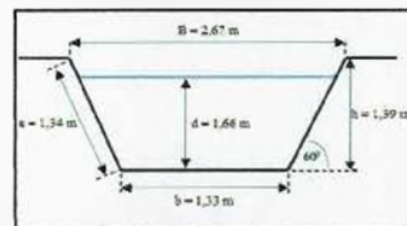
h = Kedalaman air

b — Lebar dasar saluran

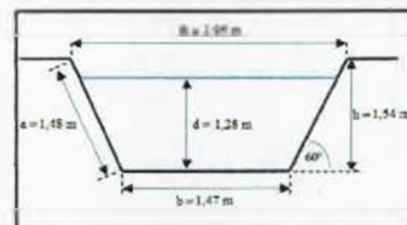
B = Lebar bagian atas saluran

a = Panjang dinding saluran

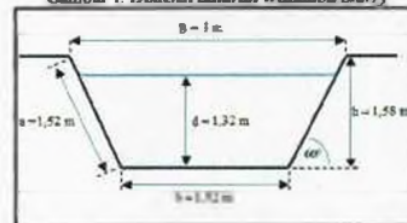
Saluran tersebut dengan debit 2,921 m³/detik, 3,781 m³/detik dan 4,149 m³/detik.



Gambar 6. Dimensi Saluran Super



Gambar 7. Dimensi Satuan Wadabu Shury



Gambar 8. Dimensi Saturan PP 2

3.3. Kolam Pengendapan

Kolam pengendapan bertujuan untuk menampung air dari tamang yang mengandung

material (lumpur) sebelum di alirkan ke perairan umum (sungai). Hal ini dilakukan agar partikel-partikel material halus yang tersuspensi di dalam air diendapkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke perairan umum, sehingga nantinya tercipta suatu penambangan yang berwawasan lingkungan. Berdasarkan data luas kolam pengendapan yang sudah ada, luas aktual kolam pengendapan Super seluas 1,01 ha dan secara teori untuk periode 3 tahun yaitu seluas 0,9 ha. Luas kolam pengendapan Watulabu Slurry aktual seluas 0,97 ha dan secara teori untuk periode 3 tahun yaitu seluas 1,4 ha. Luas kolam pengendapan PP 2 aktual seluas 0,55 ha dan secara teori untuk periode hujan 3 tahun yaitu seluas 1,34 ha. Didapatkan hasil rata-rata bahwa luas kolam pengendapan yang telah dianalisis lebih besar dari luas kolam pengendapan yang sudah ada.

Tabel 4 : Luas Kolam Pengendapan Aktual dan Teori

Area	Periode Tahun	Luas Pond		Satuan
		Teori	Aktual	
Super	3	0.909	1.011	Ha
Watulabu Slurry	3	1.401	0.969	
PP 2	3	1.341	0.555	

Upaya perawatan kolam pengendapan juga harus dilakukan agar kolam pengendapan tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Penentuan jangka waktu pengerukan pada kolam pengendapan Super, Watulabu Slurry dan PP 2 dapat diketahui dari perbandingan antara volume kolam yang direncanakan dengan volume padatan yang berhasil diendapkan. Volume padatan yang berhasil diendapkan sangat dipengaruhi oleh persen solid dan nilai TSS air yang akan masuk ke kolam pengendapan. Lumpur akan dikeruk oleh Excavator sehingga kolam harus dapat menampung volume lumpur sebelum dikeruk selama interval waktu tertentu. Jadi dengan demikian pengerukan optimal kolam pengendapan Super dilakukan setiap 3,15 hari sekali, kolam pengendapan watulabu slurry dilakukan setiap 1,22 hari sekali, kolam pengendapan PP 2 dilakukan setiap 65 hari sekali, pada kolam pengendapan PP 2 memiliki waktu pengerukan optimal yang cukup lama yaitu 65 hari akibat konsentrasi *total solid suspended* (TSS) yang rendah menjadikan nilai debit sedimen melayang yang tinggi (Lampiran P). Artinya bahwa pengerukan kolam pengendapan dapat dilakukan dalam kurung waktu yang panjang sekitar 65 hari sekali pengerukan adalah batas maksimal, jadi jika dilakukan pengerukan sekitar 1 bulan sekali itu berarti memberikan hasil yang lebih baik.

3.4. Kualitas Air

Sampel limbah cair yang diambil untuk diuji kualitasnya adalah kolam pengendapan Super dan PP 2, sampel pertama yaitu kolam pengendapan Super dan sampel kedua yaitu kolam pengendapan PP 2. Tujuan dilakukan pengambilan sampel di setiap kolam pengendapan adalah agar limbah cair yang berasal dari kolam pengendapan sebelumnya tersebut dapat di kelola dan diendapkan terlebih dahulu, sehingga konsentrasi logam berat dapat berkurang. Pengujian air pengolahan tambang dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat, perubahan PH serta mengetahui TSS. Untuk menurunkan nilai TSS hanya memanfaatkan gravitasi, namun ada concern Cr^{6+} sehingga ditambahkan koagulan berupa $FeSO_4$, dan pada saat penambahan koagulan tersebut TSS juga lebih mudah mengendap menjadi satu koagulan. Pengaruh konsentrasi $FeSO_4$ dapat dipakai sebagai reduktor logam Cr^{6+} yang baik. Semakin banyak $FeSO_4$ yang ditambahkan, maka kadar Cr^{6+} dalam larutan limbah semakin rendah, dengan kata lain kemampuan dekontaminasi Cr^{6+} semakin baik dengan bertambahnya reduktor $FeSO_4$ yang ditambahkan. Penggunaan metode koagulasi dengan koagulan $FeSO_4$ untuk menurunkan konsentrasi Cr^{6+} di dalam air sekaligus mereduksi ion kromium heksavalen menjadi ion kromium trivalen. $FeSO_4$ disebut juga *ferrosulfat* merupakan senyawa kimia yang berbentuk kristal dengan warna putih kehijauan yang sangat mudah larut dalam air dan bersifat asam. Jadi dalam proses ini $FeSO_4$ selain berfungsi sebagai koagulan juga bertindak sebagai pereduksi, yang selanjutnya pada pH tertentu ion krom akan terendapkan atau mengendap sebagai hidroksidanya. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil pengujian ini dilakukan oleh pihak ketiga PT Vale Indonesia Tbk, yaitu badan penelitian pengembangan industri laboratorium pengujian daerah Gunung Batu PT Vale Indonesia Tbk Berdasarkan dari hasil uji lab air limpasan tambang yang dilakukan PT. Vale Indonesia Tbk pada kolam pengendapan, dari hasil tersebut perlu dilakukan perawatan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke badan air penerima. Pengujian ini dilakukan setiap 1 bulan sekali sebagai standarisasi dari pengendapan yang dilakukan, sehingga dapat memastikan bahwa kualitas olahan air limbah tersebut telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Kualitas air hasil dari pengolahan berada di bawah baku mutu limbah cair sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 9

Tahun 2006. Secara umum dapat dilihat pada kolam pengendapan Super bahwa ada beberapa unsur yang mengalami penurunan dari inlet hingga ke outlet kolam pengendapan yaitu pH, Total Suspended Solid (TSS), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Besi (Fe), Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Tembaga (Cu), namun ada juga beberapa unsur yang masih diatas baku mutu lingkungan yaitu Chromium (Cr), dan Chromium Hexavalent (Cr-VI). Pada kolam pengendapan PP 2 sudah dibawah baku mutu lingkungan yang telah ditentukan. Hal ini mengindikasikan bahwa kolam pengendapan telah dapat mengolah unsur dan mengendapkan sedimen dengan baik terutama untuk unsur Cr6+.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan mengenai "Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan Dan Kualitas Air Berdasarkan Debit Air Dan Penentuan Waktu Pengerukan Yang Optimal Di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan", maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Total volume air yang masuk pada kolam pengendapan Super sebesar 10.765 m³/jam, kolam pengendapan Watulabu Slurry sebesar 13.915 m³/jam, dan pada kolam pengendapan PP 2 sebesar 15.277 m³/jam.
2. Luas kolam pengendapan secara teori lebih besar dibandingkan dengan luas kolam pengendapan aktual, dimana luas kolam pengendapan Super aktual seluas 1,01 ha dan secara teori yaitu seluas 0,9 ha. Luas kolam pengendapan Watulabu Slurry aktual seluas 0,97 ha dan secara teori yaitu seluas 1,4 ha. Luas kolam pengendapan PP 2 aktual seluas 0,55 ha dan secara teori yaitu seluas 1,34 ha.
3. Waktu pengerukan optimal dilakukan pada saat jumlah sedimen telah mencapai 50% dari volume kolam pengendapan sehingga diperoleh waktu pengerukan optimal pada kolam pengendapan Super membutuhkan waktu selama 3,15 hari, kolam pengendapan Watulabu Slurry membutuhkan waktu selama 1,22 hari, dan kolam pengendapan PP 2 membutuhkan waktu selama 65 hari.
4. Pengaruh konsentrasi FeSO₄ dapat dipakai sebagai reduktor logam Cr6+ yang baik dan kualitas air pada kolam pengendapan Super bahwa kandungan Chromium (Cr), dan Chromium Hexavalent (Cr-VI) masih diatas ambang batas baku mutu air limbah, namun pada kolam pengendapan PP 2 telah memenuhi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan sehingga dapat dialirkan ke pada danau matano.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Segenap dosen UPN "Veteran" Yogyakarta dan Pimpinan serta Karyawan PT. Vale Indonesia Tbk. atas kesempatan dan bimbingan yang diberikan untuk melaksanakan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow Ven Te. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka* (Bahasa Indonesia). Erlangga. Jakarta
- Golightly, J.P. (1979). *Nickeliferous Laterites : A General Description. International Latent Symposium New Orleans. Feb 19-21.*
- Haryanto, Wiyatno, dkk. (2011). *Geotechnical & Hydrology Engineering* PT. Vale Indonesia. Tbk. Sorowako.
- Howard, Perlman. (2019). *The USGS Water Science School – The Water Cycle* USA
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pertambangan Batubara. Ganti dengan Permen LH NO 9 Tahun 2006.
- Partanto Prodjosumarto. (1994). *Rancangan Kolam Pengendapan Sebagai Perlengkapan Sistem Penirisan Tambang Bandung.*
- Perry. (1967). *Empirical Determination Of Rational Method Runoff Coefficients.* USA.
- PT. Vale Indonesia Tbk. (2018). *Intranet PT Vale Indonesia Tbk. Geotechnical and Hydrology Engineering Department.*
- Rudy S. Gautsma. (1999). *Sistem Penyaliran Tambang.* Institut Teknologi Bandung.
- Sayoga Rudi, Dr. Ir. (1999). *Diklat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang.* Jurusan Teknik Pertambangan. ITB. Bandung.
- Sukanto, R. (1975). *Geologic Map of Indonesia. Sheet VIII. Ujung Pandang, scale 1:1.000.000.* Geological Survey of Indonesia.
- Suripin, (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Andi Offset. Demangan Baru. Yogyakarta.
- Suyono S., & Takeda, K. (1983). *Hidrologi Untuk Pengairan.* Pradnya Paramita. Jakarta.



KAJIAN EFEKTIVITAS KOLAM PENGENDAPAN DAN KUALITAS AIR BERDASARKAN DEBIT AIR DAN PENENTUAN WAKTU Pengerukan yang optimal di PT VALE INDONESIA TBK, LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN

ORIGINALITY REPORT

16%	16%	2%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.sttnas.ac.id	12%
Internet Source		
2	docplayer.info	2%
Internet Source		
3	lib.geo.ugm.ac.id	2%
Internet Source		

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		