

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, G. (2022). Heavy Metals, Definition, Sources of Food Contamination, Incidence, Impacts, and Remediation: A Literature Review with Recent Updates. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(1), 419–437. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.80825.4004>
- Aditia, A. (2020). Pengolahan Air Limbah Menggunakan Bioreaktor Membran (BRM). *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 5(4), 162–168. <https://makarioz.sciencemakarioz.org/index.php/JIM/article/view/221>
- Anandita, S. H. (2019). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Y di Wilayah Sleman, Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.33059/jq.v2i1>
- APHA. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. American Public Health Association (APHA). Dalam *Foreign Affairs* (Vol. 91, Nomor 5).
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Direktur Jenderal Cipta Karya. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU B Perencanaan Sub Sistem Pengolahan Terpusat. Dalam *Direktur Jenderal Cipta Karya* (Vol. 53, Nomor 9).
- Dyestiana, D. C., Badhurahtman, A., & Kusuma, G. J. (2023). Analisis Penyisihan Kekeruhan dan Faktor Geokimia dari Pencampuran Air Tambang Kekeruhan Tinggi dengan Air Asam Tambang. *Jurnal Pertambangan*, 7(1), 5–12. <https://doi.org/10.36706/jp.v7i1.1528>
- Environmental Protection Agency. (2002). *Water Treatment Manuals: Coagulation, Flocculation & Clarification*. <https://www.epa.ie/publications/compliance--enforcement/drinking->

water/advice--
guidance/EPA_water_treatment_mgt_coag_flocc_clar2.pdf

Firman, F. (2018). *Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*.

Hanafiah, M. M., Zainuddin, M. F., Mohd Nizam, N. U., Halim, A. A., & Rasool, A. (2020). Phytoremediation of Aluminum and Iron from Industrial Wastewater Using *Ipomoea aquatica* and *Centella asiatica*. *Applied Sciences*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/app10093064>

Harahap, M. R., Amanda, L. D., & Matondang, A. H. (2020). Analisis Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Amina*, 2(2).

Hasani, Q., Pratiwi, N. T. M., Wardiatno, Y., Effendi, H., Martin, A. N., Pirdaus, P., & Wagiran. (2021). Phytoremediation of Iron in Ex-Sand Mining Waters Using Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220238>

Imani, A., Sukwika, T., & Febrina, L. (2021). Karbon Aktif Ampas Tebu sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi*, 13(1).

Istarani, F. F., & Pandebesie, E. S. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D53–D58.

Jacqueline, A. (2023). *Optimasi Proses Koagulasi-Flokulasi pada Air Limbah Tambang Batubara untuk Penurunan Kadar TSS di PT Mandiri Intiperkasa* [INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG]. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/13896>

Kadir, M. I. (2022). Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9400–9411. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3904>

Kementerian Pendidikan, K. R. dan T. (2020). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring*. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>

- Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik (2018).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara (2003).
- Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) (2020).
- Lestari, D. S., & Rohaeni, A. Y. (2020). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Studi Kasus: IPAL Domestik Waduk X, Jakarta). *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(2), 91–102. <https://doi.org/10.32679/jsda.v16i2.653>
- Lopez-Betancur, D., Moreno, I., Guerrero-Mendez, C., Saucedo-Anaya, T., González, E., Bautista-Capetillo, C., & González-Trinidad, J. (2022). Convolutional Neural Network for Measurement of Suspended Solids and Turbidity. *Applied Sciences*, 12(12), 6079. <https://doi.org/10.3390/app12126079>
- Maharani, S., Purwanto, P., & Hidayat, J. W. (2019). *Permodelan Penyebaran Batuan Potential Acid Forming (PAF) dan Non Acid Forming (NAF) sebagai Upaya Pengendalian Air Asam Tambang dengan Metode Capsuling di PT Putra Perkasa Abadi Site Girimulya (BIB), Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan* [School of Postgraduate]. <http://eprints.undip.ac.id/69889/>
- Mamede, M., & Sennahati. (2023). Analisis Air Asam Tambang untuk Mengurangi Kadar Sulfur. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 5(1), 15–19. <https://science.e-journal.my.id/cjcs/article/view/156>
- Mardhiati, L., Prihatini, N. S., & Nirtha, I. (2021). Variasi Bahan Organik pada Media Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan dalam Mengolah Air Asam Tambang. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 4(1), 57–68. <https://doi.org/10.20527/jernih.v4i1.741>
- Meiramkulova, K., Devrishov, D., Zhumagulov, M., Arystanova, S., Karagoishin, Z., Marzanova, S., Kydyrbekova, A., Mkilima, T., & Li, J. (2020). Performance of an Integrated Membrane Process with Electrochemical Pre-Treatment on Poultry Slaughterhouse Wastewater

Purification. *Membranes*, 10(10), 256.
<https://doi.org/10.3390/membranes10100256>

- Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 036 Tahun 2008 Tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 04 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) bagi Kegiatan Industri, Hotel, Restoran, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan (2008).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2022 Tentang Pengolahan Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (2022).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 80 Tahun 2019 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.93/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2018 Tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah Secara Terus Menerus dan Dalam Jaringan bagi Usaha dan/atau Kegiatan (2019).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 04 Tahun 2012 Tentang Indikator Ramah Lingkungan untuk Usaha dan/atau Kegiatan Penambangan Terbuka Batubara (2012).
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (2021).
- Pradita, W. A. (2018). *Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Berat Adsorben Ampas Tahu terhadap Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) pada Air Lindi*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Prihatini, N. S., Abdi, C., Pratama, Y. A., & Noor, I. (2020). Efisiensi Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan dengan Variasi Debit dalam Menyisihkan Mangan pada Air Asam Tambang. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1). <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8248>
- Rivai, V., Wulandari, C. D. R., & Setyobudiarso, H. (2022). Efektivitas Metode Aerasi Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah RPS Laundry Kota Malang. *Jurnal Mahasiswa "ENVIRO"*, 1(2).
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi* (L. Simarmata, Ed.). Penerbit Erlangga.

- Said, N. I. (2018). Metode Penghilangan Zat Besi dan Mangan di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3).
<https://doi.org/10.29122/jai.v1i3.2352>
- Santoso, P., Suwardiyono, S., & Tukiman, T. (2012). *Preliminary Design Pengolahan Limbah Cair Domestik Pabrik Recovery Uranium dari Asam Fosfat Kapasitas 50 m³/hari dengan Proses Anaerobik-Aerobik*.
- Saputri, I., Fatimatuzzahra, F., & Lestari, Y. (2023). Analisis Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair di Sekitar Kawasan Penambangan Batubara Kabupaten Bengkulu Utara. *Organisms: Journal of Biosciences*, 3(2).
<https://doi.org/10.24042/organisms.v3i2.18035>
- SNI 6989.11:2019 Tentang Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter (2019).
- SNI 6989.15-2004 Tentang Air dan Air Limbah – Bagian 15: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) dengan Refluks Terbuka secara Titrimetri (2004).
- SNI 6989.72-2009 Tentang Air dan Air Limbah - Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD) (2009).
- Solihin, S., & Wibawa, A. (2018). Transformasi Mineral Pirolusit pada Temperatur Tinggi. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(3), 179–186. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol14.No3.2018.682>
- Sumangando, A., Kawung, N. J., Rompas, R. M., Untu, S. D., & Potalangi, N. O. (2022). Analisis Kebutuhan Oksigen Biologi, Oksigen Terlarut, Total Suspended Solids, dan Derajat Keasaman pada Air Limbah Rumah Sakit Pancaran Kasih Manado. *Majalah INFO Sains*, 3(1).
<https://doi.org/10.55724/jis.v3i1.49>
- Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batubara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.72451>
- Syahminan, S. (2020). Sensor Deteksi Kadar Kelayakan Makanan. *SMATIKA JURNAL*, 9(02), 82–86.
<https://doi.org/10.32664/smatika.v9i02.426>

- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th Ed. Metcalf & Eddy, Inc; Revised by George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel. Dalam *McGraw-Hill series in civil and environmental engineering*.
- Tunggu Jama, J., & Suryo Pambudi, Y. (2023). Evaluasi Proses Pengolahan Air Limbah Domestik di IPAL Semanggi Kota Surakarta. *Journal of Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(1), 54–60.
<https://doi.org/10.36728/jceit.v2i1.2668>
- Undang-Undang (UU) Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (2020).
- Vera, V. V. (2024). The Effect of Using a Jet Aerator on Leather Tanning Wastewater Treatment. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 00.
- Walkerton Clean Water Centre. (2018). *Pilot Testing Project Report: Evaluation Of Greensand Filtration Operation For The Reduction Of Manganese*. <https://wcwc.ca/wp-content/uploads/2020/01/Evaluation-of-Greensand-Filtration-Operation-for-the-Reduction-of-Manganese.pdf>
- Wulandari, W. A., & Soedjono, E. S. (2017). Penurunan COD dan Deterjen pada Saluran Kalidami Kota Surabaya dengan Oksidator H₂O₂ dan KMnO₄. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25147>
- Yuniarti, Y., Abdiyah, L., Nurjanah, S., Siregar, S. L., & Riani, P. (2021). Penelitian Evaluatif dalam Pendidikan. *YASIN*, 1(1), 73–87.
<https://doi.org/10.58578/yasin.v1i1.14>
- Yusniartanti, N. (2023). Efektivitas Oksidator Kuat Kalium Permanganat (KMnO₄) dalam Proses Oksidasi Besi Terlarut (Fe²⁺) dalam Air Tanah. *JURNAL ENVIROTEK*, 15(1), 27–33.
<https://doi.org/10.33005/envirotek.v15i1.217>

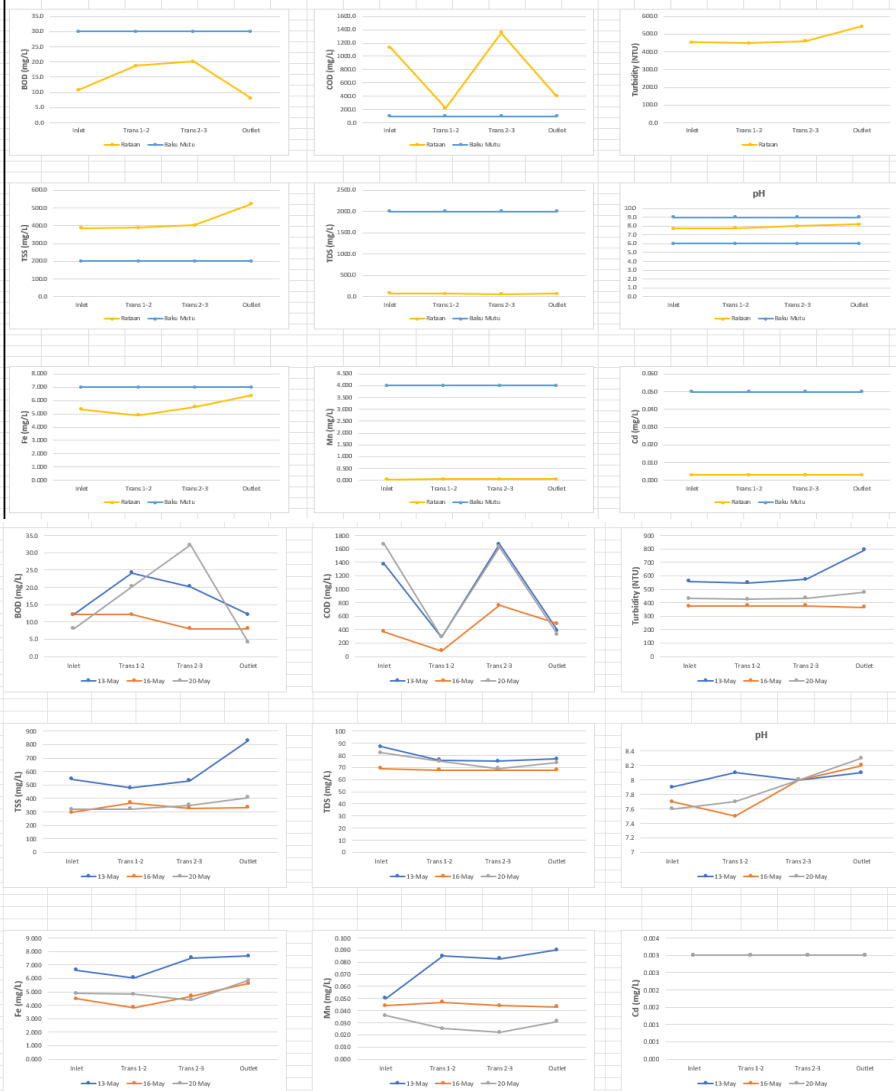
LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan

Parameter	Waktu	Inlet	Trans 1-2	Trans 2-3	Outlet	BM	BM v Out
pH	13-May	7.9	8.1	8	8.1	6-9	SAFE
	16-May	7.7	7.5	8	8.2		SAFE
	20-May	7.6	7.7	8	8.3		SAFE
	Rataan	7.7	7.8	8.0	8.2		SAFE
TDS	13-May	87	76	75	77	2000	SAFE
	16-May	69	68	68	68		SAFE
	20-May	82	75	69	74		SAFE
	Rataan	79.3	73.0	70.7	73.0		SAFE
TSS	13-May	543	477	532	830	200	NOT
	16-May	295	366	328	332		NOT
	20-May	319	322	350	407		NOT
	Rataan	385.7	388.3	403.3	523.0		NOT
Turb	13-May	558	546	572	790		
	16-May	375	377	376	365		
	20-May	430	426	434	477		
	Rataan	454.3	449.7	460.7	544.0		
COD	13-May	1370	285	1670	385	100	NOT
	16-May	370	85	760	485		NOT
	20-May	1670	285	1630	325		NOT
	Rataan	1136.7	218.3	1353.3	398.3		NOT
BOD	13-May	12.1	24.2	20.2	12.1	30	SAFE
	16-May	12.1	12.1	8.1	8.1		SAFE
	20-May	8.1	20.2	32.2	4.0		SAFE
	Rataan	10.7	18.8	20.2	8.1		SAFE
Fe	13-May	6.620	6.040	7.510	7.650	7	NOT
	16-May	4.480	3.830	4.680	5.610		SAFE
	20-May	4.870	4.830	4.400	5.850		SAFE
	Rataan	5.323	4.900	5.530	6.370		SAFE
Mn	13-May	0.050	0.085	0.083	0.090	4	SAFE
	16-May	0.044	0.047	0.044	0.043		SAFE
	20-May	0.036	0.025	0.022	0.031		SAFE
	Rataan	0.043	0.052	0.050	0.055		SAFE
Cd	13-May	0.003	0.003	0.003	0.003	0.05	SAFE
	16-May	0.003	0.003	0.003	0.003		SAFE
	20-May	0.003	0.003	0.003	0.003		SAFE
	Rataan	0.003	0.003	0.003	0.003		SAFE

Parameter	Waktu	Inlet	Nilai	Trans 1-2	Nilai	Trans 2-3	Nilai	Outlet	Nilai
BOD0	13-May	1.95	31.4	2	32.2	1.95	31.4	1.95	31.4
	16-May	2	32.2	1.85	29.8	1.95	31.4	1.75	28.2
	20-May	1.8	29.0	1.65	26.6	1.9	30.6	1.95	31.4
BOD5	13-May	1.8	29.0	1.7	27.4	1.7	27.4	1.8	29.0
	16-May	1.85	29.8	1.7	27.4	1.85	29.8	1.65	26.6
	20-May	1.7	27.4	1.4	22.6	1.5	24.2	1.9	30.6
COD	Blanko 1	25.7							
	Blanko 2	12.85							
	13-May	12	1370	10	285	9	1670	9	385
	16-May	22	370	12	85	18.1	760	8	485
	20-May	9	1670	10	285	9.4	1630	9.6	325

pH	Baku Mutu	6	6	6	6
TDS	Baku Mutu	2000	2000	2000	2000
TSS	Baku Mutu	200	200	200	200
Turb	Baku Mutu	100	100	100	100
COD	Baku Mutu	30	30	30	30
Fe	Baku Mutu	7	7	7	7
Mn	Baku Mutu	4	4	4	4
Cd	Baku Mutu	0.05	0.05	0.05	0.05



Parameter	Waktu	Inlet	Trans 1-2	Penyisihan (%)	Trans 2-3	Penyisihan (%)	Outlet	Penyisihan (%)
pH	13-May	7.9	8.1	36.90	8	-25.89	8.1	20.57
TDS	13-May	87	76	12.64	75	1.32	77	-2.67
TSS	13-May	543	477	12.15	532	-11.53	830	-56.02
Turb	13-May	558	546	2.15	572	-4.76	790	-38.11
COD	13-May	1370	285	79.20	1670	-485.96	385	76.95
BOD	13-May	12.1	24.2	-100.00	20.2	16.67	12.1	40.00
Fe	13-May	6.62	6.04	8.76	7.51	-24.34	7.65	-1.86
Mn	13-May	0.050	0.085	-70.00	0.083	2.35	0.090	-8.43
Cd	13-May	0.003	0.003	0.00	0.003	0.00	0.003	0.00

Parameter	Waktu	Inlet	Trans 1-2	Penyisihan (%)	Trans 2-3	Penyisihan (%)	Outlet	Penyisihan (%)
pH	16-May	7.7	7.5	-58.49	8	68.38	8.2	36.90
TDS	16-May	69	68	1.45	68	0.00	68	0.00
TSS	16-May	295	366	-24.07	328	10.38	332	-1.22
Turb	16-May	375	377	-0.53	376	0.27	365	2.93
COD	16-May	370	85	77.03	760	-794.12	485	36.18
BOD	16-May	12.1	12.1	0.00	8.1	33.33	8.1	0.00
Fe	16-May	4.48	3.83	14.51	4.68	-22.19	5.61	-19.87
Mn	16-May	0.044	0.047	-6.82	0.044	6.38	0.043	2.27
Cd	16-May	0.003	0.003	0.00	0.003	0.00	0.003	0.00

Parameter	Waktu	Inlet	Trans 1-2	Penyisihan (%)	Trans 2-3	Penyisihan (%)	Outlet	Penyisihan (%)
pH	20-May	7.6	7.7	20.57	8	49.88	8.3	49.88
TDS	20-May	82	75	8.54	69	8.00	74	-7.25
TSS	20-May	319	322	-0.94	350	-8.70	407	-16.29
Turb	20-May	430	426	0.93	434	-1.88	477	-9.91
COD	20-May	1670	285	82.93	1630	-471.93	325	80.06
BOD	20-May	8.1	20.2	-150.00	32.2	-60.00	4.0	87.50
Fe	20-May	4.87	4.83	0.82	4.4	8.90	5.85	-32.95
Mn	20-May	0.036	0.025	30.56	0.022	12.00	0.031	-40.91
Cd	20-May	0.003	0.003	0.00	0.003	0.00	0.003	0.00

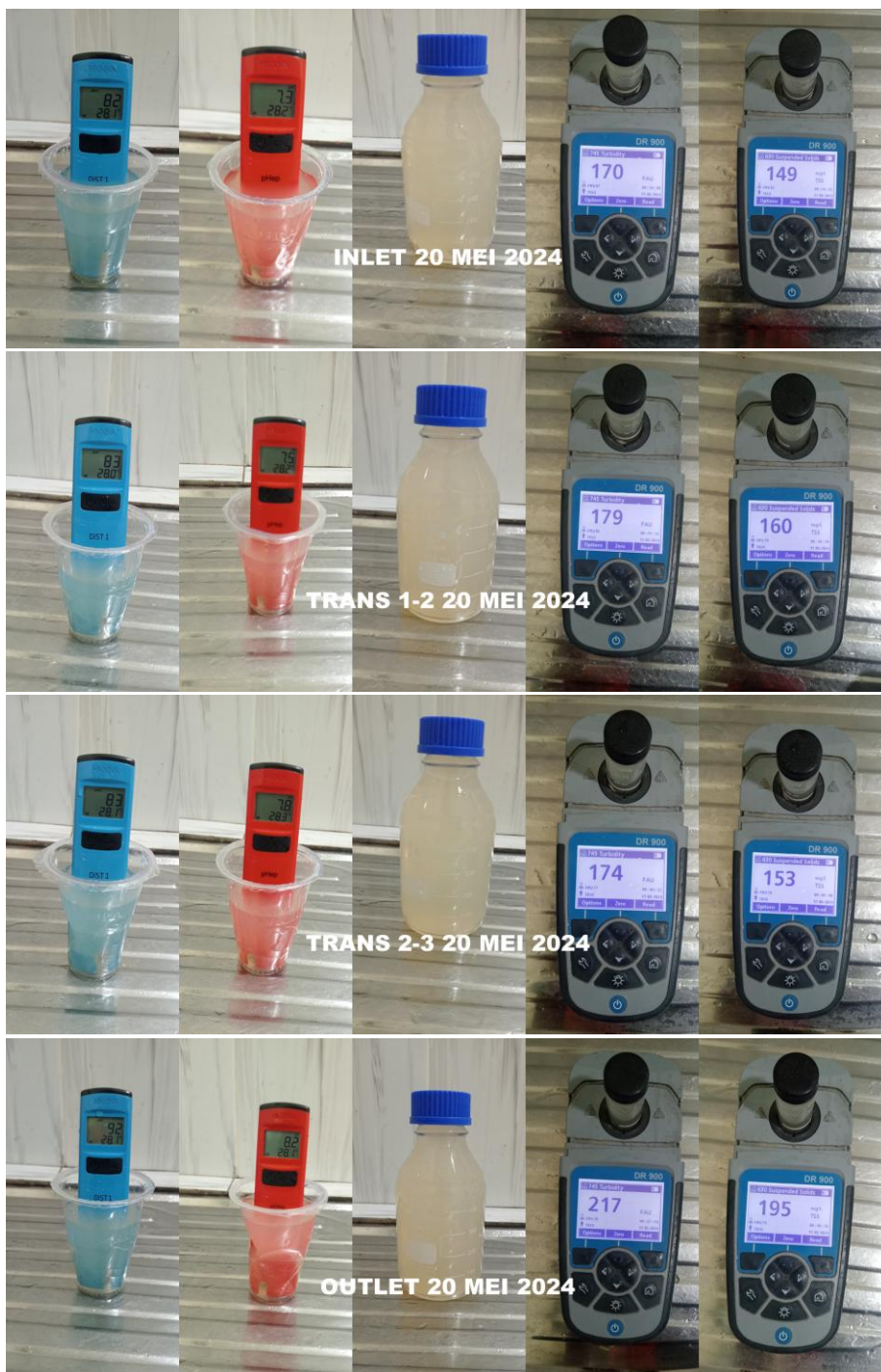
Parameter	Waktu	Inlet	Trans 1-2	Penyisihan (%)	Trans 2-3	Penyisihan (%)	Outlet	Penyisihan (%)
pH	Rataan	7.7	7.8	7.39	8	41.57	8.2	36.90
TDS	Rataan	79.3	73.0	7.98	70.7	3.20	73.0	-3.30
TSS	Rataan	385.7	388.3	-0.69	403.3	-3.86	523	-29.67
Turb	Rataan	454.3	449.7	1.03	460.7	-2.45	544	-18.09
COD	Rataan	1136.7	218.3	80.79	1353.3	-519.85	398.3	70.57
BOD	Rataan	10.7	18.8	-75.00	20.2	-7.14	8.1	60.00
Fe	Rataan	5.32	4.90	7.95	5.53	-12.86	6.37	-15.19
Mn	Rataan	0.043	0.052	-20.77	0.050	5.10	0.055	-10.07
Cd	Rataan	0.003	0.003	0.00	0.003	0.00	0.003	0.00

	Komp. 1	Konversi	Keterangan
Beban Hidraulik	0.000019519	1686.4615	Belum Terpenuhi
Beban Logam Fe	0.000103907	0.0090	Terpenuhi
Beban Logam Mn	0.000000846	0.0001	Terpenuhi
Beban Logam Cd	0.000000059	0.00001	Terpenuhi
Beban Organik	0.000209819	0.0181	Terpenuhi
Beban Solid	0.007527917	0.6504	Terpenuhi
Waktu Tinggal	153694.581	1.778872	Belum Terpenuhi
Rasio	2.04		Terpenuhi
	Komp. 2	Konversi	Keterangan
Beban Hidraulik	0.000050419	4356.2184	Belum Terpenuhi
Beban Logam Fe	0.000247054	0.0213	Terpenuhi
Beban Logam Mn	0.000002639	0.0002	Terpenuhi
Beban Logam Cd	0.000000151	0.00001	Terpenuhi
Beban Organik	0.000948454	0.0819	Terpenuhi
Beban Solid	0.019579454	1.6917	Terpenuhi
Waktu Tinggal	59501.1494	0.688671	Belum Terpenuhi
Rasio	2.50		Terpenuhi
	Komp. 3	Konversi	Keterangan
Beban Hidraulik	0.000057801	4994.0458	Belum Terpenuhi
Beban Logam Fe	0.000319642	0.0276	Terpenuhi
Beban Logam Mn	0.000002871	0.0002	Terpenuhi
Beban Logam Cd	0.000000173	0.00001	Terpenuhi
Beban Organik	0.001164991	0.1007	Terpenuhi
Beban Solid	0.023313254	2.0143	Terpenuhi
Waktu Tinggal	51901.8062	0.600715	Belum Terpenuhi
Rasio	3.10		Terpenuhi

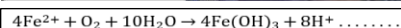
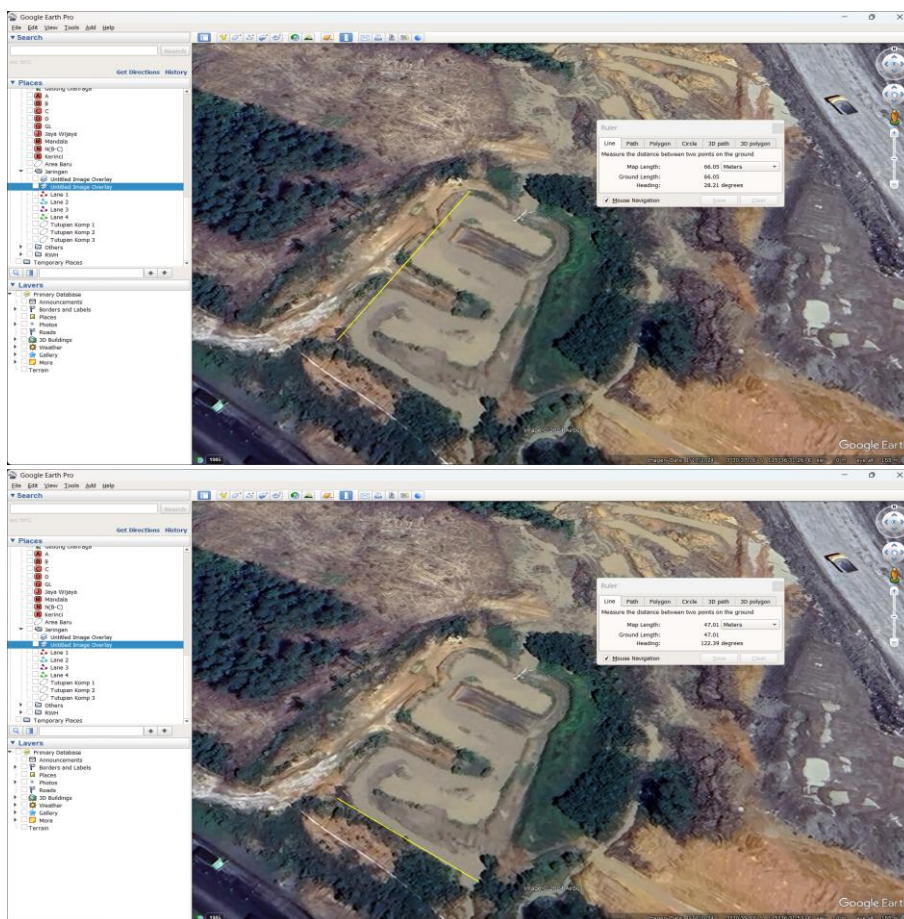
Lampiran 2 Dokumentasi











Persamaan 9

Dari Persamaan 9, 4 mol Fe^{2+} bereaksi dengan 1 mol O_2 .

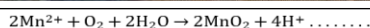
Berdasarkan massa molar:

$\text{Fe} = 55.85 \text{ g/mol}$

$\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$

Maka, untuk 4 mol Fe^{2+} ($4 \times 55.85 = 223.4 \text{ g Fe}$), dibutuhkan 1 mol O_2 (32 g O_2).

Rasio O_2/Fe adalah $32 \text{ g O}_2 / 223.4 \text{ g Fe}$, atau sekitar 0.14 g O_2 per 1 g Fe .



Persamaan 10

Dari persamaan 10, 2 mol Mn^{2+} bereaksi dengan 1 mol O_2 .

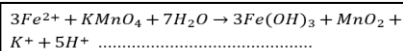
Berdasarkan massa molar:

$\text{Mn} = 54.94 \text{ g/mol}$

$\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$

aka, untuk 2 mol Mn^{2+} ($2 \times 54.94 = 109.88 \text{ g Mn}$), dibutuhkan 1 mol O_2 (32 g O_2).

Rasio O_2/Mn adalah $32 \text{ g O}_2 / 109.88 \text{ g Mn}$, atau sekitar 0.29 g O_2 per 1 g Mn .



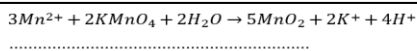
Persamaan 11

Dari persamaan 11, 3 mol Fe^{2+} bereaksi dengan 1 mol KMnO_4 .

Massa molar KMnO_4 adalah 158.04 g/mol.

Maka, untuk setiap 3 mol Fe^{2+} ($3 \times 55.85 \text{ g/mol} = 167.55 \text{ g Fe}$), dibutuhkan 1 mol KMnO_4 (158.04 g KMnO_4).

Rasio KMnO_4/Fe adalah $158.04 \text{ g KMnO}_4 / 167.55 \text{ g Fe}$, atau sekitar 0.94 g KMnO_4 per 1 g Fe .



Persamaan 12

Dari persamaan 12, 3 mol Mn^{2+} bereaksi dengan 2 mol KMnO_4 .

Massa molar KMnO_4 adalah 158.04 g/mol.

Maka, untuk setiap 3 mol Mn^{2+} ($3 \times 54.94 \text{ g/mol} = 164.82 \text{ g Mn}$), dibutuhkan 2 mol KMnO_4 ($2 \times 158.04 \text{ g} = 316.08 \text{ g KMnO}_4$).

Rasio KMnO_4/Mn adalah $316.08 \text{ g KMnO}_4 / 164.82 \text{ g Mn}$, atau sekitar 1.92 g KMnO_4 per 1 g Mn .

Rasio	1:4	Metcalf
Detensi	1.5-2.5 hr	Metcalf
	2.5 hr	
	150 min	
	9000 s	
V	748.3 m ³	
	748325 L	
h	3.0 m	
A	249.4 m ²	
l	7.9 m	
p	31.6 m	
O ₂	1.2 mg/L (B/C)	Santoso, Preliminary Design
	0.14 mg/L Fe	Nusa Idaman
	0.29 mg/L Mn	Nusa Idaman
	14613078195 mg/day	
	14613.08 kg/day	
Jumlah O ₂ Udara	20.93%	Kemenkes
Massa jenis udara	1.18 kg/m ³	Anandita, Perencanaan Instalasi
Kebutuhan Udara Teoritis	2595.26 m ³ /day	Anandita, Perencanaan Instalasi
Efisiensi Blower	12%	Anandita, Perencanaan Instalasi
Kebutuhan Udara Aktual	21627.19 m ³ /day	Anandita, Perencanaan Instalasi
	901.13 m ³ /hr	
	15.02 m ³ /min	
Flow Rate Blower	16 m ³ /min	JYSR-150
Jumlah Blower	1 unit	
Flow Rate Diffuser	0.3 m ³ /min	Disc diffuser system type ABS Sucoflow DS 20
Jumlah Diffuser	60 unit	
Diameter Pipa	0.04 m	
Luas Penampang	0.001256 m ²	
Kecepatan Pemompaan Blower	12738.85 m/min	
Kecepatan Pemompaan Tiap Diffuser	212.05 m/min	
Asumsi Paddle Jar Test	7.00 cm	
	0.07 m	
Kecepatan Pengadukan	100.00 rpm	
	21.98 m/min	
KMnO ₄	0.70 mg/L (B/C)	Wulandari, Penurunan COD
	0.94 mg/L Fe	Nusa Idaman
	1.92 mg/L Mn	Nusa Idaman
	8572599035 mg/day	
	8572.60 kg/day	
	9.45 ton/day	
Removal Fe	90%	Nusa Idaman
Endapan Terbentuk	49461289.2 mg/day	
	49.46 kg/day	
Removal Mn	48.65%	Yusniartanti, Efektivitas Oksidator
Endapan Terbentuk	314547.9372 mg/day	
	0.31 kg/day	
Removal TSS	50%	Vera, The Effect
Endapan Terbentuk	3160924800 mg/day	
	3160.92 kg/day	
Removal BOD	90%	Vitricia, Efektivitas Metode
Removal COD	95%	Vitricia, Efektivitas Metode
Endapan Total	3210.70 kg/day	
	3.5 ton/day	

Lampiran 3 Hasil Pengujian



Kemenkes

Kementerian Kesehatan
Labkesmas Makassar I

Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 11 Kec. Tamalanrea
Makassar 90245
0811415655
www.bblabkesmasmakassar.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis
No : 24015245 - 24015256 / LHU / BBLK-MKS / VI / 2024

Nama Customer : CHRISTOBALT PUTRA YONANDA
Customer Name :
Alamat : Universitas Hasanuddin
Address :
Jenis Sampel : Air Kawasan Tambang
Type of Sample (S) :
No. Sampel : 24015245 - 24015256
No. Sample :
Tanggal Penerimaan : 26 Juni 2024
Received Date : June 26, 2024
Tanggal Pengujian : 26 Juni 2024
Test Date : June 26, 2024

s/d 12 Juli 2024
to July 12, 2024

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi Metode
1	24015245	Inlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	6,62	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,050	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
2	24015246	Trans 1-2	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	6,04	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,085	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
3	24015247	Trans 2-3	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	7,51	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,083	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
4	24015248	Outlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	7,65	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,090	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
5	24015249	Inlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	4,48	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,044	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
6	24015250	Trans 1-2	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	3,83	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,047	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
7	24015251	Trans 2-3	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	4,68	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,044	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
8	24015252	Outlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	5,61	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,043	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
9	24015253	Inlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	4,87	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,036	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
10	24015254	Trans 1-2	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	4,83	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,025	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
11	24015255	Trans 2-3	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	4,40	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,022	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
12	24015256	Outlet	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	SM APHA 23rd Ed. 3113 B, 2017
			Besi (Fe)	mg/L	5,85	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017
			Mangan (Mn)	mg/L	0,031	SM APHA 23rd Ed. 3111 B, 2017

Catatan : 1 Hasil uji ini berlaku untuk sampel yang diuji
Note : The analytical result are only valid for the tested sample
 2 Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
 The report of analysis consists of 1 page
 3 Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan kecuali secara lengkap dan setoran tertulis Laboratorium Penguji Labkesmas Makassar I
 This report of analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with this written permission of the testing Laboratory Labkesmas Makassar I

Makassar, 16 Juli 2024
Ketua Tim Program Layanan,
dr. IMAWATI HAERUDDIN
NIP. 19830228201012001






LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan pengujian sampel air yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin oleh:

Nama Praktikan : Christobalt Putra Yonanda
 Jenis Sampel : Air Asam Tambang
 Tanggal Pengambilan Sampel : 13 Mei 2024
 Tanggal Analisis Sampel : 15 Juni 2024 – 20 Juni 2024

Maka dilampirkan hasil pengujian terhadap sampel air sebagai berikut:

A. Parameter Biological Oxygen Demand (SNI 6989.72:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	12,1	30	Memenuhi
Trans 1-2	24,2		Memenuhi
Trans 2-3	20,2		Memenuhi
Outlet	12,1		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

B. Parameter Chemical Oxygen Demand (6989.15:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	1370	100	Tidak Memenuhi
Trans 1-2	285		Tidak Memenuhi
Trans 2-3	1670		Tidak Memenuhi
Outlet	385		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

Demikian pelaporan hasil pengujian sampel untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Gowa, 24 Juni 2024

Mengetahui,

Laboran Laboratorium Kualitas Air
 Departemen Teknik Lingkungan



Syarifuddin, S.T
 NIP. 19660730 198903 1 003

Assisten Laboratorium Kualitas Air
 Departemen Teknik Lingkungan

Christobalt Putra Yonanda
 NIM D131 20 1021



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
 Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan pengujian sampel air yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin oleh:

Nama Praktikan : Christobalt Putra Yonanda

Jenis Sampel : Air Asam Tambang

Tanggal Pengambilan Sampel : 16 Mei 2024

Tanggal Analisis Sampel : 15 Juni 2024 – 20 Juni 2024

Maka dilampirkan hasil pengujian terhadap sampel air sebagai berikut:

A. Parameter Biological Oxygen Demand (SNI 6989.72:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	12,1	30	Memenuhi
Trans 1-2	12,1		Memenuhi
Trans 2-3	8,1		Memenuhi
Outlet	8,1		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

B. Parameter Chemical Oxygen Demand (6989.15:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	370	100	Tidak Memenuhi
Trans 1-2	85		Memenuhi
Trans 2-3	760		Tidak Memenuhi
Outlet	485		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

Demikian pelaporan hasil pengujian sampel untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Gowa, 24 Juni 2024

Mengetahui,

Laboran Laboratorium Kualitas Air
 Departemen Teknik Lingkungan



Syarifuddin, S.T

NIP. 49660730 198903 1 003

Assisten Laboratorium Kualitas Air
 Departemen Teknik Lingkungan

Christobalt Putra Yonanda
 NIM D131 20 1021



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Perintis Malina KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan pengujian sampel air yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin oleh:

Nama Praktikan : Christobalt Putra Yonanda

Jenis Sampel : Air Asam Tambang

Tanggal Pengambilan Sampel : 20 Mei 2024

Tanggal Analisis Sampel : 15 Juni 2024 – 20 Juni 2024

Maka dilampirkan hasil pengujian terhadap sampel air sebagai berikut:

A. Parameter *Biological Oxygen Demand* (SNI 6989.72:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	8,1	30	Memenuhi
Trans 1-2	20,2		Memenuhi
Trans 2-3	32,2		Tidak Memenuhi
Outlet	4,0		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

B. Parameter *Chemical Oxygen Demand* (6989.15:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*	Keterangan
Inlet	1670	100	Tidak Memenuhi
Trans 1-2	285		Tidak Memenuhi
Trans 2-3	1630		Tidak Memenuhi
Outlet	325		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022

Demikian pelaporan hasil pengujian sampel untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Gowa, 24 Juni 2024

Mengetahui,



Laboran Laboratorium Kualitas Air
Departemen Teknik Lingkungan

Syarifuddin, S.T
NIP. 19660730 198903 1 003

Assisten Laboratorium Kualitas Air
Departemen Teknik Lingkungan

Christobalt Putra Yonanda
NIM D131 20 1021

Lampiran 4 Baku Mutu Acuan

- 41 -

LAMPIRAN II
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR 5 TAHUN 2022
 TENTANG
 PENGOLAHAN AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU
 KEGIATAN PERTAMBANGAN DENGAN MENGGUNAKAN
 METODE LAHAN BASAH BUATAN

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
 PERTAMBANGAN DENGAN CARA LAHAN BASAH BUATAN

A. BAKU MUTU AIR LIMBAH PERTAMBANGAN BATU BARA DAN LIGNIT

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	
		Penambangan	Pengolahan /Pencucian
Derajat Keasaman (pH)		6 – 9	6 – 9
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/l	400	200
Besi (Fe) Total	mg/l	7	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4	4
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/l	30	30
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/l	100	100

B. BAKU MUTU AIR LIMBAH PERTAMBANGAN PASIR BESI DAN BIJIH BESI

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	
		Penambangan	Pengolahan
Derajat Keasaman (pH)		6 – 9	6 – 9
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/l	200	50
Besi (Fe)	mg/l	5	5
Mangan (Mn)	mg/l	1	1

Lampiran I :
Keputusan Menteri Negara
Lingkungan Hidup
Nomor : 113 Tahun 2003
Tanggal : 10 Juli 2003

BAKU MUTU AIR LIMBAH KEGIATAN PENAMBANGAN BATU BARA

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-9
Residu Tersuspensi	mg/l	400
Besi (Fe) Total	mg/l	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hoetomo, MPA.

LAMPIRAN 132 : PERATURAN GUBERNUR
KALIMANTAN SELATAN

NOMOR : 036 TAHUN 2008
TANGGAL : 16 Oktober 2008

**BAKU MUTU AIR LIMBAH
KEGIATAN PENAMBANGAN, PENGOLAHAN/PENCUCIAN BATUBARA**

PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM
pH	mg/l	6 - 9
Residu Tersuspensi (TSS)	mg/l	200
Besi (Fe) Total	mg/l	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4
Kadmium (Cd)	mg/l	0.05

Volume air limbah maksimum 2 m³ per ton produk batubara (pengolahan/pencucian batubara)

