

HYDROLOGICAL EVALUATION OF WMP 48 ST CAPACITY AT THE SAMBARATA COAL MINE

Article History:

Received
02 January 2026
Revised
27 January 2026
Accepted
04 February 2026

ILHAM¹, L.B.B. PRASETYO¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sains Bandung, Kota
Deltamas, Indonesia
Email: ilham@itsb.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan air tambang terbuka memerlukan kapasitas sediment pond dan Water Monitoring Point (WMP) yang sesuai dengan karakteristik hujan dan limpasan. Penelitian ini mengevaluasi kapasitas WMP 48 ST pada Pit C2HU, Blok B East, Site Sambarata. Data hujan maksimum 2010–2024, pemompaan, dan topografi dianalisis menggunakan distribusi Gumbel, persamaan Mononobe, metode Rasional, serta delineasi DEM-ArcGIS. Curah hujan rencana 10 tahunan sebesar 431,24 mm dengan intensitas 59,33 mm/jam. Catchment area pit dan disposal masing-masing 3,685 km² dan 0,455 km² menghasilkan debit 54,70 m³/det dan 6,75 m³/det. Kapasitas minimum kolam sebesar 92.880 m³, sedangkan kapasitas rencana 120.000 m³. WMP 48 ST dinilai memadai untuk menampung limpasan dan air pemompaan serta mengendalikan sedimen sebelum pelepasan ke badan air.

Kata kunci: Analisis Hidrologi, Water Monitoring Point (WMP), Sediment Pond, Debit Limpasan, Pertambangan Batubara

ABSTRACT

Open-pit mine water management requires sediment pond and Water Monitoring Point (WMP) capacities suited to rainfall and runoff. This study evaluates WMP 48 ST at Pit C2HU, Block B East, Sambarata Site. Annual maximum rainfall data for 2010–2024, pumping records, and topography were analyzed using the Gumbel distribution, Mononobe equation, Rational Method, and DEM-ArcGIS catchment delineation. The 10-year design rainfall was 431.24 mm with an intensity of 59.33 mm/hour. Pit and disposal catchments of 3.685 km² and 0.455 km² produced runoff discharges of 54.70 m³/s and 6.75 m³/s. The required pond capacity was 92,880 m³, below the planned 120,000 m³. WMP 48 ST is therefore adequate for runoff and pumped-water storage while controlling sediment before discharge.

Keywords: Hydrological Study, Water Monitoring Point (WMP), Sediment Pond, Runoff, Coal Mining



1. PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan terbuka mengubah topografi, tutupan lahan, dan arah aliran permukaan sehingga waktu konsentrasi memendek dan volume limpasan yang harus dikendalikan meningkat. Apabila sistem penyaliran tidak memadai, air dapat menggenangi pit, mengganggu produksi, mempercepat erosi, dan membawa padatan tersuspensi ke badan air. Pengelolaan air tambang karena itu perlu menjamin keamanan operasi sekaligus memenuhi prinsip perlindungan lingkungan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan tata kelola pertambangan dalam Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 (Republik Indonesia, 2009, 2020).

Water Monitoring Point (WMP) dan sediment pond merupakan bagian penting dari sistem tersebut karena berfungsi menampung aliran, memperpanjang waktu tinggal, mengendapkan sedimen, dan menyediakan titik kendali sebelum air dilepas ke lingkungan. Perencanaannya perlu mengintegrasikan hujan rencana, luas daerah tangkapan, koefisien limpasan, kapasitas sump dan pompa, serta kemampuan saluran penghubung. Pendekatan terintegrasi ini juga digunakan dalam evaluasi sistem penyaliran tambang oleh Islamiaty et al. (2021), Simamora et al. (2024), Mavis dan Adnyano (2024), serta Amir et al. (2023).

Kajian nasional satu dekade terakhir menunjukkan bahwa kecukupan kolam pengendapan tidak cukup dinilai dari volume geometris saja. Debit masuk, waktu tinggal, pemeliharaan, dan kinerja pengolahan perlu diperiksa secara bersamaan sebagaimana dibahas oleh Febriyanti et al. (2023), Hendinie et al. (2023), Isniarno et al. (2022), Bagariang et al. (2025), Hasriani et al. (2025), Wandari et al. (2025), Kevin et al. (2026), Kusuma et al. (2026), dan Rahmatullah et al. (2023). Hasil-hasil tersebut menegaskan perlunya evaluasi kuantitas dan kualitas air secara berkelanjutan.

Delineasi catchment area berbasis Digital Elevation Model (DEM) membantu memperjelas arah aliran dan luas wilayah kontribusi secara spasial. Penerapan sistem informasi geografis pada analisis limpasan telah ditunjukkan oleh Langkoke et al. (2023), sedangkan Yusfiaka et al. (2020) memperlihatkan bahwa perubahan tutupan lahan dapat meningkatkan debit limpasan. Pengendalian kecepatan aliran dan sedimen pada area rehabilitasi juga tetap diperlukan untuk membatasi erosi (Hidayat et al., 2022).

Penelitian ini mengevaluasi WMP 48 ST pada Pit C2HU, Blok B East, Site Sambarata dengan menggabungkan data curah hujan maksimum 2010–2024, data pemompaan, topografi DEM, dan geometri fasilitas. Kontribusi penelitian terletak pada evaluasi terpadu terhadap hujan rencana, debit limpasan Pit C2HU dan OPD Utara, kebutuhan volume sediment pond, serta kapasitas overflow dan culvert. Hasilnya diharapkan menjadi dasar teknis untuk memastikan bahwa WMP memiliki kapasitas aman dan tetap mendukung pengendalian sedimen sebelum pelepasan air.

2. METODA PENELITIAN

2.1 LOKASI DAN DATA PENELITIAN

Objek penelitian adalah WMP 48 ST yang menerima aliran dari Pit C2HU dan disposal OPD Utara pada Site Sambarata, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Data yang digunakan meliputi curah hujan bulanan dan maksimum tahunan periode 2010–2024, debit serta jam operasi pompa, peta topografi/DEM, batas sequence tambang, dan geometri WMP, overflow, serta culvert. Analisis dilakukan melalui penentuan hujan rencana, konversi intensitas hujan, delineasi catchment area menggunakan ArcGIS, perhitungan debit limpasan, evaluasi volume tampungan, dan pemeriksaan kapasitas saluran penghubung.

Data curah hujan diperiksa kelengkapannya dan disusun sebagai deret maksimum tahunan. Batas catchment area ditentukan dari hasil fill sink, flow direction, flow accumulation, dan watershed delineation dengan outlet pada jalur akumulasi utama. Seluruh hasil perhitungan dibandingkan dengan kapasitas rencana untuk memperoleh margin keamanan hidrologis.

2.2 CURAH HUJAN RENCANA

Curah hujan rencana periode ulang 10 tahun dihitung dengan Distribusi Gumbel Tipe I. Besarnya hujan rencana, faktor frekuensi, dan reduced variate ditentukan menggunakan Persamaan (1) sampai Persamaan (3). Pendekatan ini mengikuti prinsip analisis frekuensi hidrologi yang dikemukakan oleh Chow et al. (1988) dan Triatmodjo (2008).

$$X_t = \bar{X} + K \cdot S \quad (1)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \quad (2)$$

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \quad (3)$$

Pada Persamaan (1)–(3), X_t adalah curah hujan rencana (mm), $\bar{X}$ adalah rata-rata maksimum tahunan (mm), S adalah standar deviasi sampel, K adalah faktor frekuensi, Y_t adalah reduced variate periode ulang T , sedangkan Y_n dan S_n masing-masing merupakan reduced mean dan reduced standard deviation sesuai jumlah data.

2.3 INTENSITAS HUJAN

Karena data yang tersedia berupa hujan harian maksimum, intensitas hujan untuk durasi tertentu dihitung dengan Persamaan Mononobe pada Persamaan (4). Durasi hujan efektif ditetapkan 4 jam sesuai karakteristik pengaliran dan kebutuhan evaluasi fasilitas.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

Pada Persamaan (4), I adalah intensitas hujan (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan rencana 24 jam (mm), dan t adalah durasi hujan (jam).

2.4 DELINEASI CATCHMENT AREA DAN DEBIT LIMPASAN

Luas Pit C2HU dan OPD Utara diperoleh dari hasil delineasi DEM-ArcGIS. Debit puncak masing-masing catchment area dihitung menggunakan Metode Rasional pada Persamaan (5), dengan koefisien limpasan ditentukan berdasarkan kondisi permukaan dan kemiringan area tambang.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (5)$$

Pada Persamaan (5), Q adalah debit limpasan puncak ($m^3/detik$), C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas hujan rencana (mm/jam), A adalah luas catchment area (km^2), dan 0,278 merupakan faktor konversi satuan metrik.

2.5 EVALUASI KAPASITAS WMP

Kebutuhan volume WMP dihitung sebagai penjumlahan volume limpasan dan volume air hasil pemompaan sebagaimana Persamaan (6). Volume limpasan dan pemompaan masing-masing

ditentukan dengan Persamaan (7) dan Persamaan (8), kemudian dibandingkan dengan volume desain WMP 48 ST.

$$V_t = V_{run} + V_p \quad (6)$$

$$V_{run} = Q \times 3600 \times t_{durasi} \quad (7)$$

$$V_p = Q_p \times 3600 \times EWH \quad (8)$$

Pada Persamaan (6)–(8), V_t adalah kebutuhan volume minimum WMP (m^3), V_{run} adalah volume limpasan (m^3), V_p adalah volume pemompaan (m^3), Q dan Q_p adalah debit limpasan serta pompa ($m^3/detik$), t adalah durasi limpasan (jam), dan EWH adalah jam kerja efektif pompa per hari.

2.6 DESAIN OVERFLOW DAN CULVERT

Kapasitas saluran terbuka dan culvert diperiksa berdasarkan hubungan debit, luas penampang, dan kecepatan pada Persamaan (9), sedangkan kecepatan aliran dihitung dengan Persamaan Manning pada Persamaan (10). Alternatif dinilai memadai apabila kapasitas pengalirannya lebih besar daripada debit rencana dan tetap memungkinkan inspeksi serta pemeliharaan.

$$Q_{sal} = A_{sal} \times V \quad (9)$$

$$V = k \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Pada Persamaan (9)–(10), Q_{sal} adalah kapasitas saluran ($m^3/detik$), A_{sal} adalah luas penampang basah (m^2), V adalah kecepatan aliran ($m/detik$), k adalah koefisien Strickler, R adalah jari-jari hidraulik (m), dan S adalah kemiringan memanjang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis disajikan berurutan mulai dari hujan rencana, catchment area dan debit limpasan, kebutuhan volume WMP, hingga kemampuan overflow dan culvert. Pembahasan menekankan kecukupan kapasitas desain serta konsekuensi operasional yang perlu dikendalikan melalui inspeksi dan pemeliharaan berkala.

3.1 ANALISIS CURAH HUJAN

Tabel 1 menyajikan data curah hujan bulanan 2010–2024, sedangkan Tabel 2 merangkum maksimum tahunan dan kuadrat simpangannya. Nilai maksimum tertinggi sebesar 483 mm terjadi pada 2017. Berdasarkan parameter pada Tabel 3, rata-rata maksimum tahunan adalah 347,527 mm dengan standar deviasi 49,155 mm. Distribusi Gumbel menghasilkan curah hujan rencana 10 tahunan sebesar 431,243 mm dan intensitas 59,331 mm/jam untuk durasi 4 jam. Nilai rencana yang lebih tinggi daripada rata-rata historis memberikan dasar konservatif bagi desain pengendalian limpasan.

Tabel 1. Data Curah Hujan Tahun 2010–2024 dalam mm (Sumber: PT Berau Coal, 2025)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des	Max
2010	390	381	205	225	226	192	156	60	129	368	363	191	390
2011	229	217	249	233	300	181	140	170	317	170	147	234	317
2012	264	182	320	133	258	46	135	115	183	215	202	198	320

Tabel 1. Data Curah Hujan Tahun 2010–2024 dalam mm (Sumber: PT Berau Coal, 2025)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des	Max
2013	137	241	340	97	169	125	104	152	238	161	116	208	340
2014	318	337	129	204	264	338	241	184	191	268	266	309	338
2015	239	120	191	281	395	146	318	137	162	179	202	316	395
2016	378	131	243	87	267	170	44	174	93	170	120	77	378
2017	213	175	203	78	189	95	153	110	323	483	210	153	483
2018	173	259	308	198	116	129	174	194	94	173	304	240	308
2019	318	166	177	286	234	99	220	153	135	236	152	117	318
2020	244	79	269	253	237	163	171	116	127	152	222	310	310
2021	272	211	238	209	177	235	198	169	152	267	316	377	377
2022	174	244	332	277	280,5	95,5	124,5	162	247,5	134	186	233,5	332
2023	273	179	188	180	306	118	170	149	111	167,04	134	307,3	307
2024	294,2	184,9	191,7	167,82	302	58	129,1	96,8	177,8	77,1	172	89,5	302

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Tahunan dan Kuadrat Simpangan (Sumber: Hasil Pengolahan Data PT Berau Coal, 2025)

No	X_i	$(X_i - \bar{X})^2$
1	483	18352,95
2	395	2206,47
3	390	1803,96
4	378	916,46
5	377	849,12
6	340	51,03
7	338	99,21
8	332	247,34
9	320	785,09
10	318	871,84
11	317	931,89
12	310	1442,25
13	308	1562,38
14	307	1618,21
15	302	2088,21
Rata-rata	347,527	2255,094
Jumlah	5213	33826

Tabel 3. Parameter Distribusi Gumbel dan Intensitas Hujan Rencana (Sumber: Hasil Pengolahan Data PT Berau Coal, 2025)

Parameter	Nilai	Satuan
Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)	347,527	mm
Standar Deviasi (S)	49,155	
Standar Deviasi Variat (S_n)	1,021	
Reduced Mean (Y_n)	0,513	
Deviasi Standar Variat ($1/a$)	48,162	
Nilai Rata-rata Hitung Variat (b)	322,829	
Periode Ulang	10	Tahun
Curah Hujan Rencana (X_t)	431,243	mm
Jam Hujan	4	Jam
Intensitas Curah Hujan Rencana (I)	59,331	mm/jam

Tahapan substitusi parameter statistik pada Tabel 3 ditunjukkan dalam Persamaan (11) sampai Persamaan (15), mulai dari standar deviasi hingga intensitas hujan rencana.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (11)$$

$$= \sqrt{33826/14} = 49,155$$

$$\frac{1}{a} = S/S_n = 49,155/1,021 = 48,162 \quad (12)$$

$$b = \bar{X} - Y_n \left(\frac{S}{S_n} \right) \quad (13)$$

$$= 347,527 - 0,513(49,155/1,021) = 322,829$$

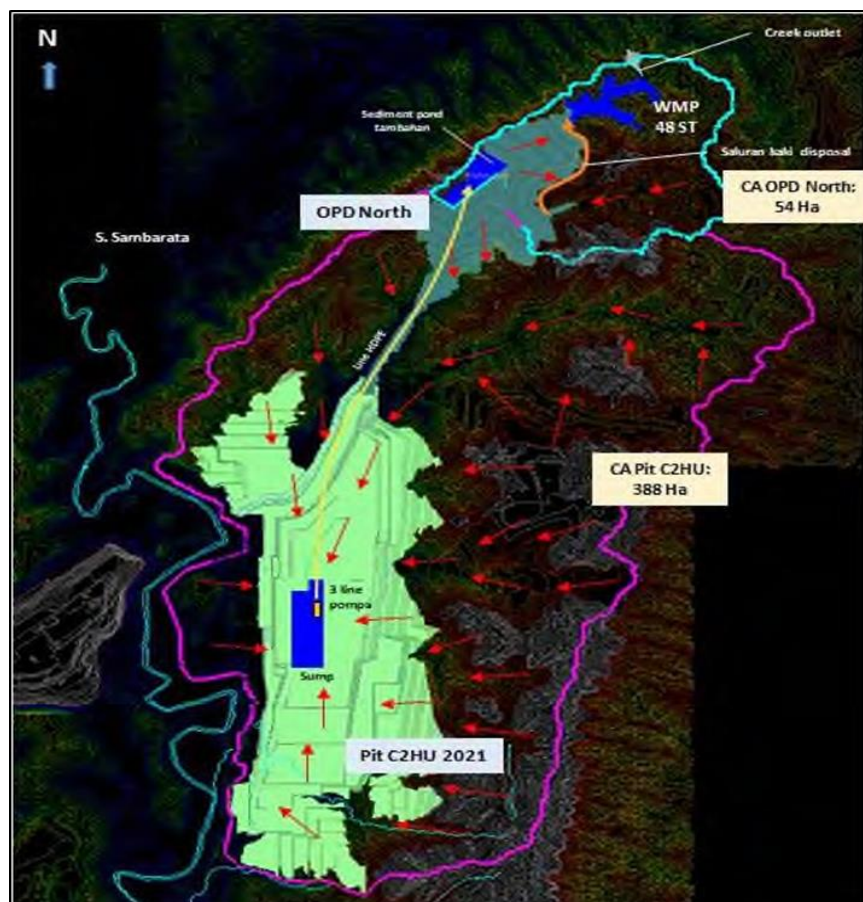
$$X_t = b + \frac{1}{a} Y_T \quad (14)$$

$$= 322,829 + 48,162 \times 2,251 = 431,243 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (15)$$

$$= (431,243/24)(24/4)^{2/3} = 59,331 \text{ mm/jam}$$

3.2 DAERAH TANGKAPAN HUJAN



Gambar 1. Peta Daerah Tangkapan Hujan Pit C2HU dan OPD Utara (Sumber: PT Berau Coal, 2025)

Gambar 1 memperlihatkan bahwa limpasan Pit C2HU terkonsentrasi menuju sump pada elevasi terendah sebelum dipompa ke WMP, sedangkan limpasan OPD Utara mengalir menuju saluran pengumpul. Hasil delineasi memberikan luas 3,685 km² untuk Pit C2HU dan 0,455 km² untuk OPD Utara. Perbedaan luas tersebut menjadikan Pit C2HU sebagai penyumbang utama debit masuk sehingga keandalan sump dan sistem pemompaan menjadi faktor kritis saat hujan rencana.

3.3 DEBIT AIR LIMPASAN

Parameter dan hasil Metode Rasional disajikan pada Tabel 4. Dengan intensitas 59,331 mm/jam dan koefisien limpasan 0,9, debit Pit C2HU mencapai 54,70 m³/detik, sedangkan OPD Utara menghasilkan 6,75 m³/detik. Total debit 61,45 m³/detik menunjukkan bahwa pengaturan arah aliran dan pemisahan jalur limpasan perlu dipertahankan agar beban tidak terkonsentrasi secara tiba-tiba pada satu kompartemen WMP.

Tabel 4. Perhitungan Debit Limpasan Rencana (Sumber: Hasil Analisis Berdasarkan Data PT Berau Coal, 2025)

Parameter	Lokasi	Simbol	Nilai	Satuan
Intensitas Hujan Rencana	Pit & Disposol	I	59,33	mm/jam
Catchment Area	Pit	A	3,685	km ²
	OPD		0,455	
Koefisien Limpasan	Pit & Disposol	C	0,9	-
Debit Limpasan	Pit	Q	54,70	m ³ /s
	OPD		6,75	

3.4 KAPASITAS SEDIMENT POND

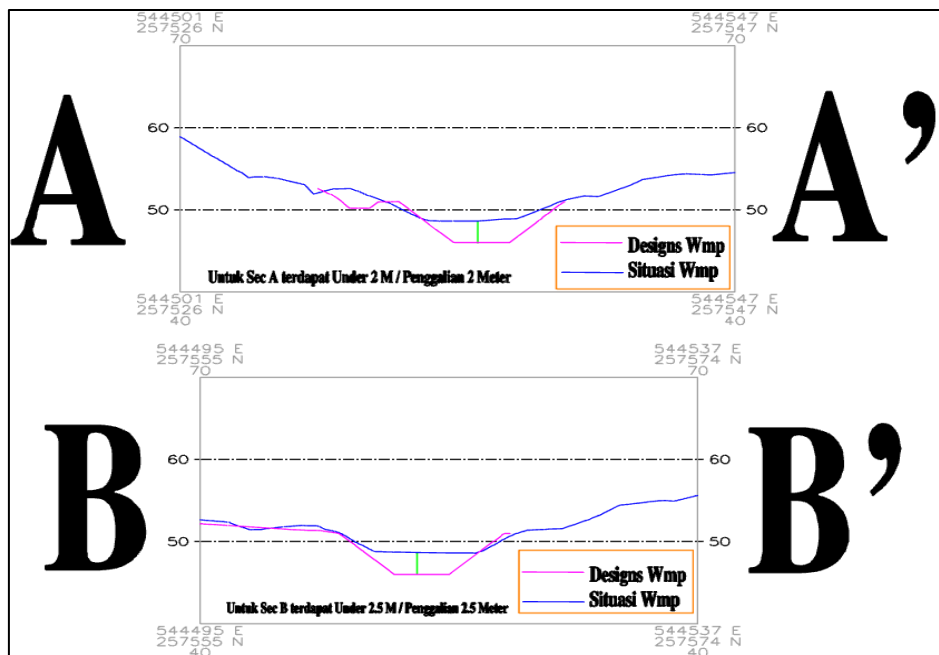
Tabel 5 menunjukkan kebutuhan volume minimum sebesar 92.880 m³, sedangkan kapasitas desain WMP 48 ST mencapai 120.000 m³. Selisih 27.120 m³ setara dengan cadangan tampungan sekitar 29,2% terhadap kebutuhan minimum. Rencana tata letak pada Gambar 2 dan penampang memanjang pada Gambar 3 memperlihatkan pembagian kompartemen yang memperpanjang lintasan aliran dan mendukung pengendapan. Kecukupan volume ini tetap bergantung pada pengendalian sedimentasi, pengerukan berkala, serta kesesuaian debit pemompaan dengan kondisi aktual.

Tabel 5. Kebutuhan Volume Desain Sediment Pond (Sumber: Hasil Analisis Berdasarkan Data PT Berau Coal, 2025)

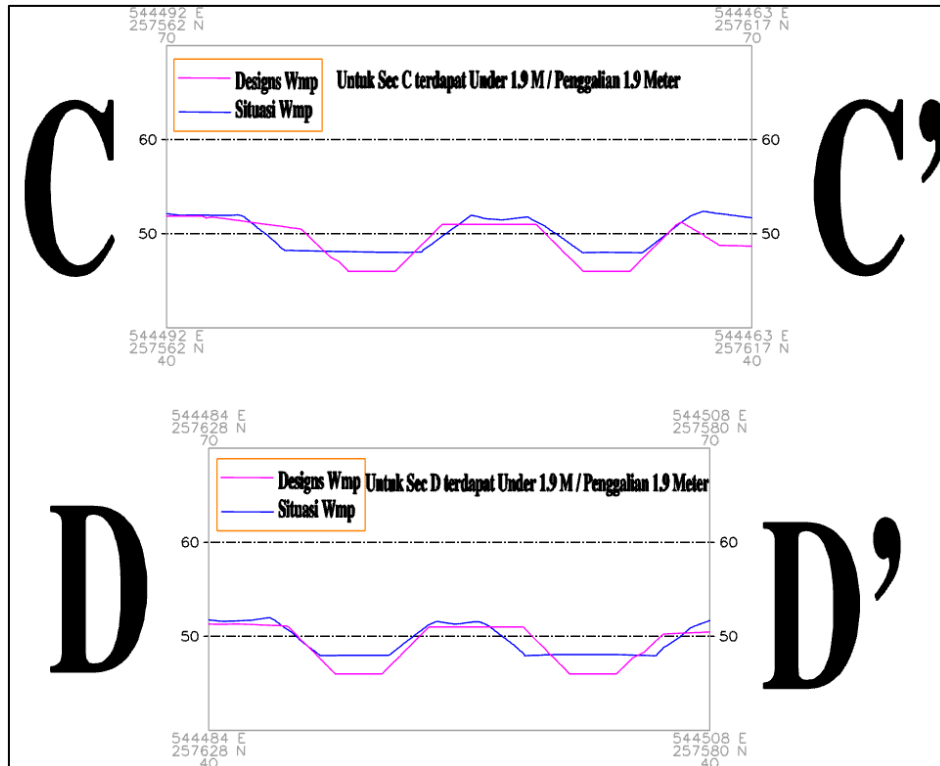
Parameter	Rumus	Simbol	Nilai	Satuan
Debit Limpasan Disposol	$Q = 0,278 \times C \times I \times A$	Q	6,75	m ³ /s
Volume Limpasan	$Q \times 3600 \times \text{Durasi}$	V_{run}	58.320	m ³
Debit Pompa	-	Q_p	0,48	m ³ /s
EWI	-	EWI	20,00	jam
Volume Pemompaan	$Q_p \times 3600 \times EWI$	V_p	34.560	m ³
Volume Total	$V_t = V_{run} + V_p$	V_t	92.880	m ³



Gambar 2. Rencana Tata Letak WMP 48 ST (Sumber: PT Berau Coal, 2025)



Gambar 3. Penampang Memanjang WMP 48 ST A dan B (Sumber: PT Berau Coal, 2025)



Gambar 4. Penampang Memanjang WMP 48 ST C dan D (Sumber: PT Berau Coal, 2025)

3.5 DESAIN SALURAN *OVERFLOW* DAN *CULVERT*

Tabel 6 merangkum parameter desain saluran terbuka sekaligus kapasitas alternatif culvert antar-kompartemen. Evaluasi mempertimbangkan dimensi, kemiringan, kekasaran, kemudahan inspeksi, risiko penyumbatan, dan akses pemeliharaan. Saluran terbuka memberikan kemudahan observasi, sedangkan culvert mengurangi kebutuhan ruang tetapi menuntut pengendalian sedimen dan sampah yang lebih ketat.

Tabel 6. Parameter Desain Overflow dan Culvert WMP 48 ST (Sumber: Hasil Analisis Berdasarkan Data PT Berau Coal, 2025)

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Debit Inflow	Q_{in}	2,67	m ³ /s
Kemiringan Saluran	S	0,01	-
Tipe Lining	Geomembrane		
Koefisien Strickler	k	60	-
Lebar Bawah Saluran	L_b	1	m
Kedalaman Saluran	H_0	1	m
Lebar Atas Saluran	L_a	3	m
Kapasitas 2 Culvert Ø0,9 m	Q_c	5,23	m ³ /s
Rasio Kapasitas Culvert	Q_c/Q_{in}	1,96	-

Alternatif dua jalur culvert berdiameter 0,9 m dengan kemiringan 1% mempunyai kapasitas gabungan 5,23 m³/detik, lebih besar daripada debit desain 2,67 m³/detik. Rasio kapasitas terhadap debit rencana sebesar 1,96 menunjukkan kecukupan hidraulis. Meskipun demikian,

kapasitas efektif harus dijaga melalui inspeksi inlet-outlet, pembersihan sedimen, dan verifikasi kondisi setelah hujan ekstrem.

4. KESIMPULAN

Analisis hidrologi WMP 48 ST menghasilkan curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 431,243 mm dan intensitas 59,331 mm/jam. Delineasi DEM-ArcGIS memberikan luas catchment area 3,685 km² untuk Pit C2HU dan 0,455 km² untuk OPD Utara, dengan debit limpasan masing-masing 54,70 m³/detik dan 6,75 m³/detik. Kebutuhan volume minimum WMP sebesar 92.880 m³ lebih kecil daripada kapasitas desain 120.000 m³, sehingga tersedia cadangan 27.120 m³ atau sekitar 29,2%. Dua culvert berdiameter 0,9 m memiliki kapasitas 5,23 m³/detik terhadap debit desain 2,67 m³/detik. Dengan demikian, WMP 48 ST memadai secara hidrologis, tetapi keandalannya tetap memerlukan pemantauan kualitas air, inspeksi saluran, pengendalian sedimen, dan pengerukan berkala agar kapasitas efektif tidak menurun.

DAFTAR RUJUKAN

- Amir, M. K., Dzakir, L. O., Hariono, & Shaddad, A. R. (2023). Pengaruh DBR (Debit Banjir Rencana) terhadap perancangan model saluran untuk kebutuhan sistem penyaliran tambang PT Smart Rizqullah Berkah. *Jurnal Geomine*, 11(1), 54–63. <https://doi.org/10.33096/geomine.v11i1.146>
- Bagariang, M. B. R., Sukmawatie, N., Fidayanti, N., Saptawartono, & Indrajaya, F. (2025). Analisis dimensi settling pond pada Area Kathryn Blok Sorowako PT Vale Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 25(1), 27–32. <https://doi.org/10.36873/jtp.v25i1.16813>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- Febriyanti, S., Riswan, & Arief, M. Z. (2023). Analisis daya tampung dan kemampuan treatment settling pond berdasarkan data curah hujan di PT Adaro Indonesia. *Jurnal Himasapta*, 8(3), 153–158. <https://doi.org/10.20527/jhs.v8i3.10835>
- Hasriani, Salu, S. P., & Nurfasiha. (2025). Rancangan kolam pengendapan pada PT Ceria Nugraha Indotama (CNI). *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 5(2), 209–220. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i2.7667>
- Hendinie, S. U., Nurhakim, & Novianti, Y. S. (2023). Evaluasi pengolahan air pada settling pond: Studi kasus PT Hasnur Riung Sinergi. *Jurnal Himasapta*, 8(2), 133–140. <https://doi.org/10.20527/jhs.v8i2.9953>
- Hidayat, N., Ramli, M., & Purwanto. (2022). Tyre drop structure design for erosion handling in mine rehabilitation area. *Jurnal Geoelebes*, 6(2), 166–178. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v6i2.21106>
- Islamiaty, A., Saismana, U., & Riswan. (2021). Evaluasi sistem penyaliran tambang pada PT Akbar Mitra Jaya Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Himasapta*, 6(3), 127–132. <https://doi.org/10.20527/jhs.v6i3.4666>
- Isniarno, N. F., Naufal, M. I., Iswandaru, Guntoro, D., & Khorniawan, W. B. (2022). Sistem pengelolaan air pada settling pond untuk tambang terbuka. *ETHOS: Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 10(1), 93–100. <https://doi.org/10.29313/ethos.v10i1.7991>
- Kevin, S., Murad, & Nirmala, A. (2026). Kajian teknis penjadwalan pemeliharaan kolam pengendapan (tailing pond) PT Bumi Khatulistiwa Bauksit Site Meliau Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 14(1), 195–212.

- Kusuma, R. C., Haq, S. R., & Bulopa, R. D. (2026). Evaluasi efisiensi kolam pengendapan dalam pengelolaan air limbah tambang batubara terhadap kualitas air Sungai Loah Wen, Kutai Kartanegara. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 11(2), 27–35. <https://doi.org/10.31315/jtp.v11i2.16066>
- Langkoke, R., Husain, J. R., Alimuddin, I., & Faisal. (2023). Analisis geohidrologi limpasan permukaan menggunakan sistem informasi geografis bagian hulu Sub DAS Tangka Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 11(1), 76–89. <https://doi.org/10.33096/geomine.v11i1.144>
- Mavis, N., & Adnyano, I. A. (2024). Optimalisasi kinerja pompa pada sistem penyaliran tambang sirkulasi tertutup penambangan timah alluvial. *Jurnal GEOSAPTA*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.20527/jg.v10i1.15403>
- Rahmatullah, M. A., Widayati, S., & Solihin. (2023). Pengelolaan air asam tambang menggunakan karbon aktif fine coal di penambangan batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 3(1), 47–54. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2126>
- Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia. (2020). Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Simamora, E., Nurcholis, M., Ardian, A., & Usup, H. L. D. (2024). Perencanaan sistem penyaliran tambang batubara Sump RL 16 HW Barat Pit Tutupan, PT Pamapersada Nusantara, Kalimantan Selatan. *JURMATEKS: Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 7(2), 145–159. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v7i2.6284>
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset.
- Wandari, I. F., Putri, K. S., & Syafi'i, A. A. (2025). Perencanaan settling pond 6RA pada area disposal PT Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Himasapta*, 10(2), 101–108. <https://doi.org/10.20527/jhs.v10i2.16310>
- Yusfiaka, A., Hartati, E., & Nugraha, M. C. (2020). Hubungan perubahan tata guna lahan dengan debit air limpasan pada kawasan hunian Pantai Indah Kapuk 2. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 720–731. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1603>