

EVALUASI SALURAN TERBUKA TAMBANG AREA BLOK SAWIT PT PPA JOBSITE PT ABC MENGUNAKAN SIMULASI HEC-RAS

EVALUATION OF OPEN CHANNEL DRAINAGE IN THE MINING AREA OF BLOK SAWIT PT PPA AT PT ABC JOBSITE USING HEC-RAS SIMULATION

Soga Pradika^{1,*}, Peter Eka Rosadi², Tedy Agung Cahyadi³, Dwi Poetranto Waloejo Adji⁴,
Wawong Dwi Ratminah⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi,
UPN "Veteran" Yogyakarta, Jalan. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

*Email corresponding: zogapradika18@gmail.com

email: peterekarosadi@upnyk.ac.id

email: tedyagung@upnyk.ac.id

email: dwipoetrantota@upnyk.ac.id

email: wawong.dr@upnyk.ac.id

Cara sitasi: S. Pradika, P. E. Rosadi, T. A. Cahyadi, D. P. W. Adji, W. D. Ratminah, "Evaluasi Saluran Terbuka Tambang Area Blok Sawit PT PPA Jobsite PT ABC Menggunakan Simulasi HEC-RAS", *Kurvatek*, vol. 11, no. 1, pp. 9-18, 2022. doi: 10.33579/krvtk.v11i1.5889 [Online].

Abstrak — Area penambangan PT PPA site PT ABC tepatnya di Blok Sawit terdapat genangan di Jalan. Masalah tersebut muncul didukung dengan fakta bahwa intensitas hujan di lokasi penelitian tergolong lebat (25,61 mm/jam). Saluran terbuka menjadi salah satu infrastruktur paling penting untuk mengalirkan air limpasan. Namun terdapat lokasi yang belum terdapat saluran terbuka dan kapasitas saluran yang belum memadai. Hal tersebut menandakan sistem penyaliran tambang yang ada belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan merancang saluran terbuka area Blok Sawit. Adapun estimasi debit aliran air permukaan menggunakan metode rasional dengan memperhatikan intensitas hujan (mononobe), karakteristik DTH, dan koefisien limpasan (Gautama). Nilai debit air limpasan, digunakan acuan dalam mengkaji dan merancang dimensi saluran terbuka (persamaan manning). Lalu dilakukan simulasi potensi genangan di HEC-RAS sebagai bentuk validasi atas dimensi saluran hasil perhitungan. Didapatkan nilai intensitas curah hujan sebesar 25,61 mm/jam dengan PUH 2 tahun, serta resiko hidrologi 88%. Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan manning dan simulasi di HEC-RAS diperlukan rancangan pada saluran terbuka 1 di DTH 4 serta perluasan pada saluran terbuka 4 di DTH 6. Adapun pada saluran terbuka 2 dan 3 kapasitas secara aktual sudah memadai.

Kata kunci: Curah hujan, limpasan, genangan, saluran terbuka, HEC-RAS

Abstract — The mining area of PT PPA site PT ABC, specifically in the Sawit Block, has flooding on the road. This problem is supported by the fact that the rainfall intensity at the research site is classified as heavy (25.61 mm/hour). Open channels are one of the most important infrastructures for draining runoff water. However, there are areas without open channels and channels with insufficient capacity. This indicates that the existing mining drainage system is not optimal. This study aims to analyze and design open drainage channels in the Blok Sawit area. The estimation of surface water discharge is carried out using the rational method, taking into account rainfall intensity (Mononobe), DTH characteristics, and the runoff coefficient (Gautama). The runoff flow rate values are used as a reference in assessing and designing the dimensions of the open channel (Manning equation). A simulation of potential flooding in HEC-RAS is then conducted as a form of validation for the channel dimensions obtained from the calculations. The rainfall intensity value obtained is 25.61 mm/hour with a 2-year return period, and a hydrological risk of 88%. Based on calculations using the Manning equation and simulations in HEC-RAS, design modifications are required for open channel 1 at DTH 4 and an expansion of open channel 4 at DTH 6. However, the actual capacity of open channels 2 and 3 is already sufficient.

Keywords: Rainfall, runoff, inundation, open channel, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

PT Putra Perkasa Abadi (PPA) merupakan kontraktor pertambangan bijih nikel yang menerapkan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit* secara *selective mining* di *jobsite* PT ABC, Konawe Utara. Metode *open pit* digunakan karena endapan bijih terdapat pada daerah datar, sehingga akan terbentuk sebuah cekungan atau *pit* [1]. Adapun *selective mining* sendiri dilakukan dengan memilah material bijih pada kadar yang memenuhi *cut of grade* (COG) untuk ditambang [2].

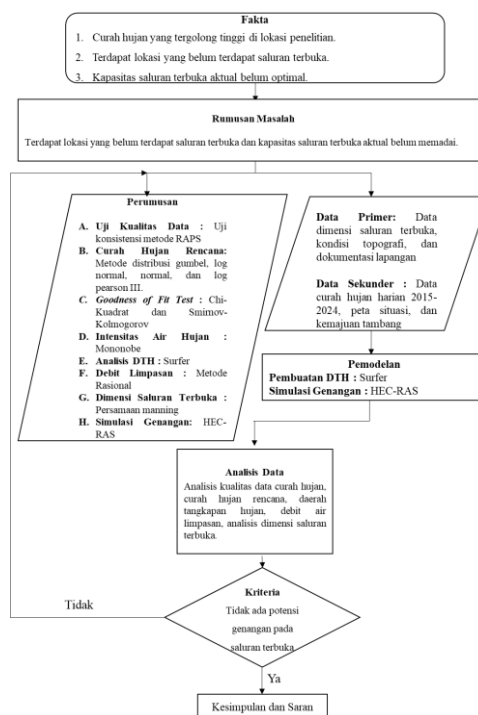
Dalam kegiatan penambangan diperlukan sistem penyaliran tambang yang dikelola secara optimal, agar kondisi area kerja tetap dalam keadaan kering. Analisis hidrologi menjadi bagian penting dalam mempertimbangkan kapasitas dan dimensi sistem penyaliran tambang. Hal tersebut didasarkan pada estimasi volume air yang masuk. Air yang tergenang di area kerja tambang dapat menimbulkan berbagai hambatan operasional seperti terganggunya aktivitas produksi, terbatasnya manuver alat berat, serta meningkatnya potensi erosi pada lereng tambang. Oleh karena itu, sistem penyaliran tambang yang efektif bukan hanya mendukung kelancaran operasional, tetapi juga berperan dalam menjaga keselamatan kerja.

Penelitian ini dilakukan di Blok Sawit yang mempunyai tiga *pit* yakni: *Pit A*, *B*, dan *C* dengan intensitas hujan yang tergolong sangat lebat sebesar 25,61 mm/jam [3]. Melihat intensitas hujan yang sangat lebat, jalan, *front*, dan lantai penambangan berpotensi terjadi genangan. Peluang potensi genangan tersebut semakin meningkat karena di daerah penelitian infrastruktur saluran terbuka masih belum optimal. Di mana masih terdapat lokasi yang belum terdapat saluran terbuka dan kapasitas saluran yang belum memadai. Pada penelitian ini, dimensi saluran terbuka dikaji dan dirancang menggunakan persamaan manning.

Berdasarkan permasalahan di atas, penting melakukan pemodelan genangan sebagai bentuk validasi atas dimensi hasil perhitungan sebelum dilakukan pengaplikasian aktual. Adapun pemodelan genangan dilakukan menggunakan *software Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS) untuk menilai kapasitas saluran terbuka dalam mengalirkan dan menampung air limpasan [4]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hidrologi terkait debit air limpasan guna menghitung kapasitas saluran terbuka. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan rekomendasi dan evaluasi kepada perusahaan guna meminimalkan genangan air di area Blok Sawit.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif terhadap aspek hidrologi. Pengambilan data dilakukan secara langsung di Blok Sawit untuk mengidentifikasi permasalahan dan mengumpulkan data. Masalah dalam penelitian dipecahkan melalui analisis yang komprehensif berdasarkan data yang telah terkumpul. Berikut metode dan tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Studi Literatur

Melakukan studi literatur untuk mencari bahan-bahan pustaka baik berupa buku, artikel, dan *paper* yang menunjang kegiatan penelitian. Studi literatur dilaksanakan sebelum pelaksanaan kegiatan penelitian dan selama keberjalanan penelitian berlangsung.

B. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan terhadap objek yang akan dikaji. Observasi yang dilakukan antara lain pengamatan kondisi topografi, potensi arah aliran, kondisi saluran terbuka, dan komponen lain yang berkaitan dengan penelitian.

C. Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Adapun untuk data primer yaitu: kondisi topografi dan dimensi saluran terbuka. Sementara untuk data sekunder yakni: peta situasi lapangan dan data curah hujan harian tahun 2015-2024.

D. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini meliputi:

1. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) [5].
2. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi normal, log normal, log pearson III, dan gumbel [6].
3. Uji distribusi frekuensi curah hujan, dengan menggunakan pengujian skewness dan kurtosis untuk menganalisis kemencengan suatu data [7].
4. Uji *goodness of fit*, untuk mengetahui distribusi curah hujan yang paling sesuai dengan kondisi lapangan.
5. Pemodelan DTH dan arah aliran air menggunakan *software* Surfer.
6. Perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional.
7. Analisis potensi genangan 1D pada saluran terbuka berdasarkan simulasi *steady flow* data di *software* HEC-RAS.

E. Kesimpulan dan Saran

Diperoleh data debit air limpasan area Blok Sawit sebagai acuan untuk mengevaluasi dan merancang saluran terbuka.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Analisis Data Klimatologi

1. Uji Konsistensi RAPS

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi kesalahan pengukuran. Metode RAPS menganalisis konsistensi hujan yang ditunjukkan dengan nilai kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata hujan [8]. Dari hasil analisis didapatkan hasil bahwa Q hitung (0,45) dan R hitung (0,59) lebih kecil daripada Q kritis (1,14) dan R kritis (1,28) dengan derajat kepercayaan 5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan harian maksimum tahun 2015-2024 PT PPA konsisten.

2. Curah Hujan Rencana

Besaran curah hujan rencana didapatkan dari beberapa jenis distribusi statistik yang ada. Berikut merupakan hasil perhitungan curah hujan rencana dengan beberapa distribusi statistik (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Setiap Jenis Distribusi

Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rencana (mm) Metode Distribusi Frekuensi			
	Normal	Log Normal	Gumbell	Log Pearson III
100	402,76	824,81	465,75	368
50	352,16	573,18	412,61	337
25	305,17	408,81	359,08	304
10	244,44	264,14	286,93	256
5	199,62	191,36	229,82	214
2	137,44	122,36	143,57	144

3. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan dan *Goodness of Fit Test*

Pengujian skewness dan kurtosis bertujuan untuk menganalisis kemencengan suatu distribusi data [9]. Dalam penelitian ini, perhitungan dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu metode biasa dan metode logaritma. Berdasarkan hasil perhitungan, metode distribusi yang memenuhi standar adalah distribusi gumbel dan log pearson III (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pengujian Koefisien Skewness dan Kurtosis

Distribusi	Syarat CS	Hasil CS	Syarat CK	Hasil CK
Gumbel	$\leq 1,10$	0,55	$\leq 5,40$	4,02
Normal	0	0,55	3	4,02
Log Normal	$\neq 0$	-0,58	-	-
Log Pearson III	0,952	-0,58	3,18	4,2

Selanjutnya uji chi kuadrat, uji statistik ini berdasarkan bobot jumlah kuadrat perbedaan antara pengamatan dan teoritisnya yang dibagi dalam kelompok kelas. Dari hasil analisis chi kuadrat bahwa nilai chi hitung metode distribusi gumbel, normal, log normal, dan log pearson III berada dibawah nilai chi kritisnya sehingga valid (Tabel 3).

Tabel 3. Hubungan Chi Hitung dan Chi Kritis 5% dan 10%

Distribusi	Chi Hitung	Chi Kritis 5%	Chi Kritis 10%
Normal	1		
Log Normal	1		
Gumbell	1	5,991	4,61
Log Pearson III	3		

Kemudian uji smirnov kolmogorov bertujuan untuk menghitung nilai D, yang merupakan perbedaan maksimum antara fungsi distribusi kumulatif sampel dan fungsi distribusi kumulatif teoritis. Berdasarkan hasil pengolahan data, metode distribusi gumbel dan log normal memenuhi kriteria, karena nilai D hitung lebih kecil dibandingkan nilai D kritis (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Uji Smirnov Kolmogorov

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
D Hitung	6,59	0,09	0,08	0,9
D Kritis		0,41		

Berdasarkan hasil uji di atas, curah hujan rencana metode gumbel yang memenuhi semua kriteria dan standar setiap uji (Tabel 5). Oleh karena itu, distribusi gumbel yang digunakan acuan untuk menghitung intensitas hujan.

Tabel 5. Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat, Smirnov Kolmogorov, dan Koefisien Skewness - Kurtosis

Distribusi	Koef Skewness - Kurtosis	Chi Kuadrat	Smirnov Kolmogorov	Kesimpulan
Gumbel	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Valid
Normal	Tidak Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi	Tidak Valid
Log Normal	Tidak Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak Valid
Log Pearson III	Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi	Tidak Valid

4. Periode Ulang Hujan (PUH) dan Resiko Hidrologi

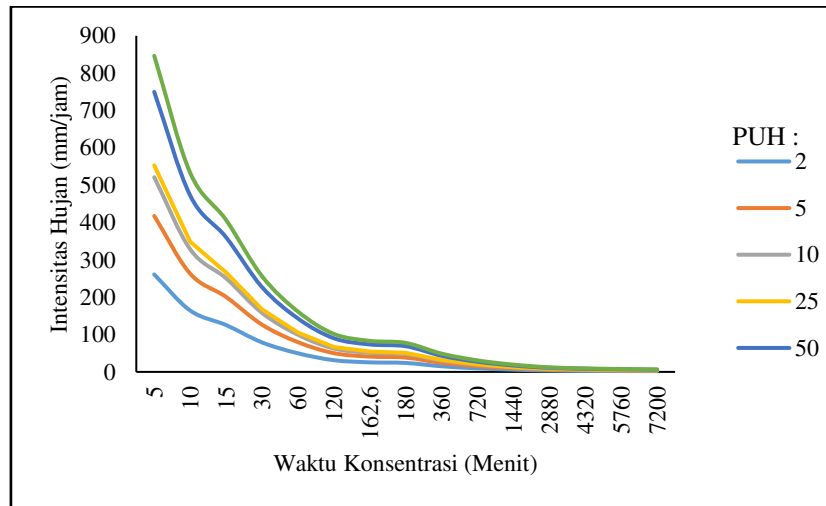
Periode ulang hujan adalah periode di mana hujan dengan intensitas yang sama akan terjadi lagi. Penentuan periode ulang hujan ditentukan berdasarkan resiko hidrologi yang diambil. Berdasarkan hasil perhitungan dengan umur tambang di lokasi penelitian 3 tahun, didapatkan nilai resiko hidrologi pada masing-masing periode ulang yang dapat dilihat pada Tabel 6. Perlu digarisbawahi, penelitian ini menggunakan PUH 2 tahun dengan resiko hidrologi 88%. Hal ini karena resiko hidrologi dengan nilai tersebut merupakan hasil paling optimal untuk kepentingan jangka pendek. Apabila menggunakan PUH yang lebih tinggi dapat mengakibatkan *overestimate* kapasitas saluran terbuka.

Tabel 6. Hubungan PUH dengan Resiko Hidrologi

PUH (tahun)	2	3	5	10	20	25	30	40	50	100
Resiko Hidrologi (%)	88	70	49	27	14	12	10	7	6	3

5. Intensitas Hujan

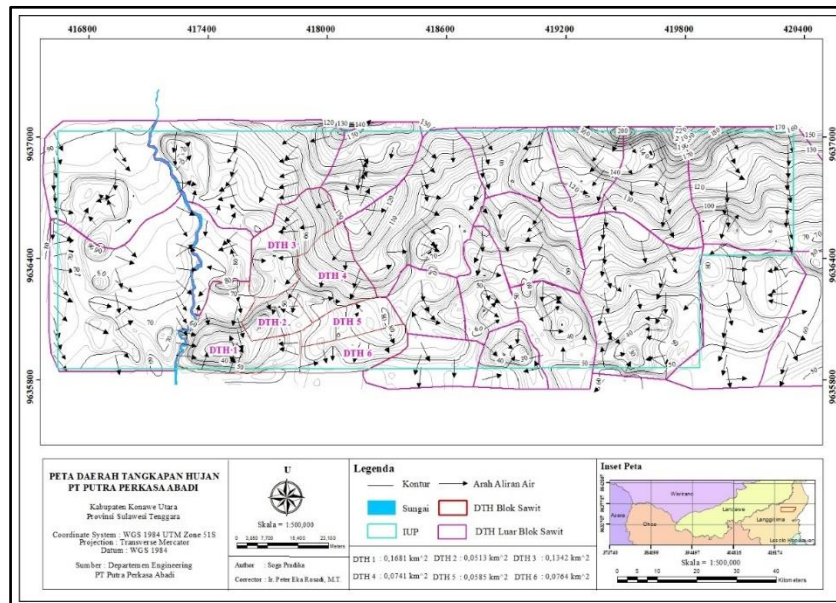
Intensitas curah hujan merupakan jumlah presipitasi yang jatuh ke permukaan dalam suatu periode waktu tertentu, biasanya dalam durasi yang relatif singkat. Perhitungan intensitas curah hujan dalam penelitian ini menggunakan rumus mononobe [10]. Berdasarkan hasil perhitungan dengan durasi hujan rerata sebesar 2,72 jam (2015-2024) diperoleh intensitas hujan sebesar 25,61 mm/jam. Berikut merupakan hasil perhitungan intensitas hujan (Gambar 2).



Gambar 2. Intensitas Hujan Dalam Selang Durasi Hujan Tertentu

B. Daerah Tangkapan Hujan

Daerah tangkapan hujan (DTH), merupakan batas luar wilayah yang menampung curah hujan dan mengarahkannya sebagai limpasan menuju area yang lebih rendah [11]. Berdasarkan pengolahan data topografi menggunakan Surfer, diperoleh enam DTH. Berikut merupakan peta DTH area Blok Sawit (Gambar 3).



Gambar 3. Peta DTH Blok Sawit

C. Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan besarnya limpasan permukaan dengan intensitas curah hujan. Nilai ini berperan krusial dalam estimasi debit air limpasan dan kapasitas saluran terbuka. Koefisien ini tidak bersifat tetap, melainkan sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan penggunaan lahan di wilayah tersebut. Dalam penentuan koefisien limpasan terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan yakni kemiringan dan tata guna lahan [12]. Identifikasi kemiringan lahan didasarkan pada hasil pemetaan situasi. Adapun untuk tata guna lahan diidentifikasi berdasarkan data *drone* (peta *orthophoto*). Perlu diketahui juga, analisis kedua parameter tersebut juga didukung dengan pengamatan langsung di lapangan sebagai bentuk validasi terhadap hasil analisis dalam menentukan nilai koefisien limpasan. Koefisien limpasan untuk masing-masing DTH dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil interpretasi Koefisien Limpasan Setiap DTH

DTH	Kemiringan Lahan	Kegunaan Lahan
1	> 15%	Tanah Gundul, Penambangan
2	> 15%	Tanah Gundul, Penambangan
3	> 15%	Tanah Gundul, Penambangan
4	3 – 15%	Vegetas ringan
5	3 – 15%	Tanah Gundul
6	3 – 15%	Tanah Gundul

D. Debit Air Limpasan Metode Rasional

Air limpasan merupakan bagian dari curah hujan yang turun serta mengalir ke permukaan tanah, sungai, danau, dan laut [13]. Aliran terjadi karena hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi ke dalam tanah. Debit limpasan dihitung menggunakan rumus rasional. Parameter menghitung debit air limpasan yaitu koefisien limpasan, intensitas curah hujan, dan luas daerah tangkapan hujan. Berdasarkan perhitungan besarnya debit air limpasan pada setiap DTH dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah.

Tabel 8. Debit Air Limpasan pada Setiap DTH

Daerah Tangkapan Hujan	Q (m ³ /sekon)
1	1,077
2	0,328
3	0,860
4	0,343
5	0,292
6	0,381

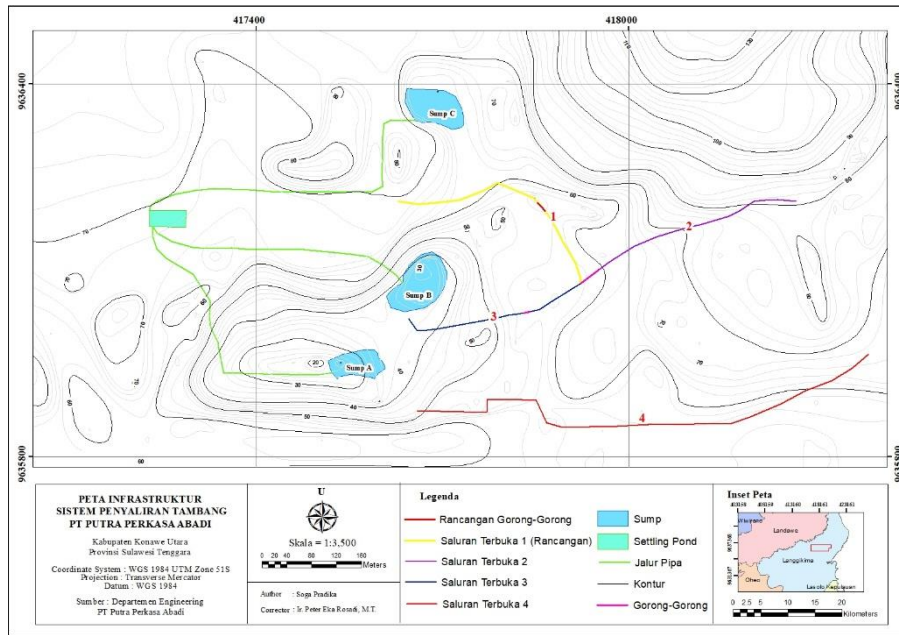
E. Evaluasi Saluran Terbuka

1. Saluran Terbuka Aktual

Dimensi saluran terbuka disesuaikan dengan debit air limpasan di setiap DTH. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terkait dimensi dan kondisi saluran (Gambar 4). Hal tersebut bertujuan untuk menganalisis apakah dimensi saluran aktual dapat menampung debit air yang mengalir. Di area penelitian terdapat 3 saluran terbuka aktual dan 1 saluran terbuka rancangan. Berikut ini hasil pengukuran dimensi dan pengamatan kondisi saluran terbuka di lokasi penelitian (Tabel 9).

Tabel 9. Dimensi Aktual Saluran Terbuka

Saluran Terbuka	Lebar Atas (m)	Lebar Bawah (m)	Kedalaman (m)	Panjang Sisi Miring (m)	Kemiringan Dinding (derajat)
1			Rancangan		
2	1,85	1,07	0,76	0,82	60
3	1,69	1,12	1,22	0,96	60
4	0,98	0,56	0,2	0,37	60



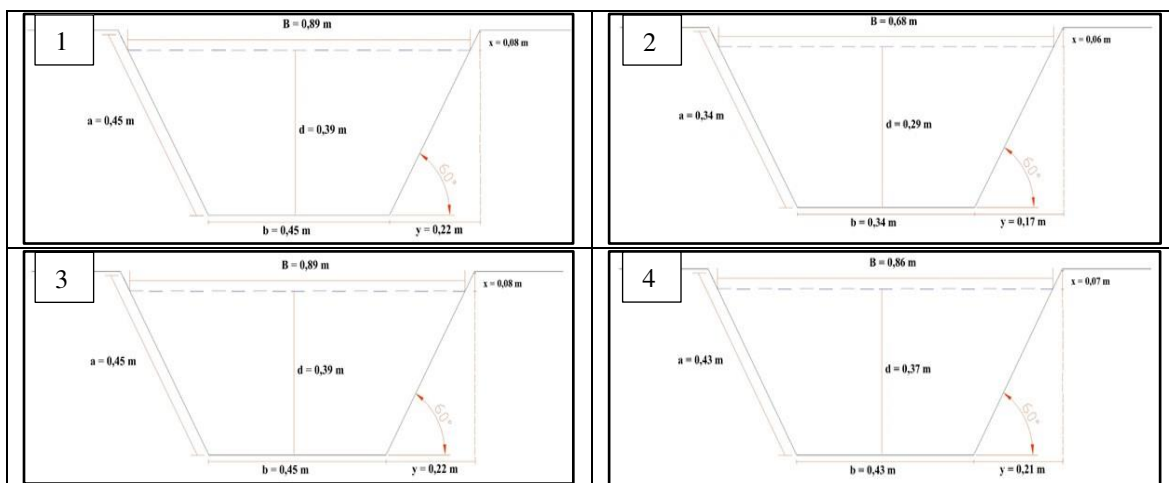
Gambar 4. Peta Infrastruktur Sistem Penyaliran Tambang

2. Saluran Terbuka Perhitungan Manning

Saluran terbuka pada lokasi penelitian berada di sepanjang jalan yang memiliki kemiringan tertentu. Namun di lokasi penelitian masih terdapat titik yang belum menerapkan saluran terbuka sebagai cara menangani air limpasan. Sehingga diperlukan perancangan dan evaluasi terkait saluran terbuka aktual. Adapun berikut dimensi saluran terbuka hasil perhitungan menggunakan persamaan manning (Tabel 10 dan Gambar 5).

Tabel 10. Dimensi Saluran Terbuka Hasil Perhitungan

Saluran Terbuka	Lebar Atas (m)	Lebar Bawah (m)	Kedalaman (m)	Panjang Sisi Miring (m)	Kemiringan Dinding (derajat)
1	0,89	0,45	0,39	0,45	60
2	0,68	0,34	0,29	0,34	60
3	0,89	0,45	0,39	0,45	60
4	0,86	0,43	0,37	0,43	60



Gambar 5. Dimensi Saluran Terbuka Hasil Perhitungan

Berdasarkan hal di atas dapat dilihat bahwa diperlukan rancangan pada saluran terbuka 1 di DTH 4. Kemudian pada saluran terbuka 4 perlu dilakukan perluasan dimensi, sementara pada saluran terbuka 2 dan 3 tidak diperlukan perluasan dimensi.

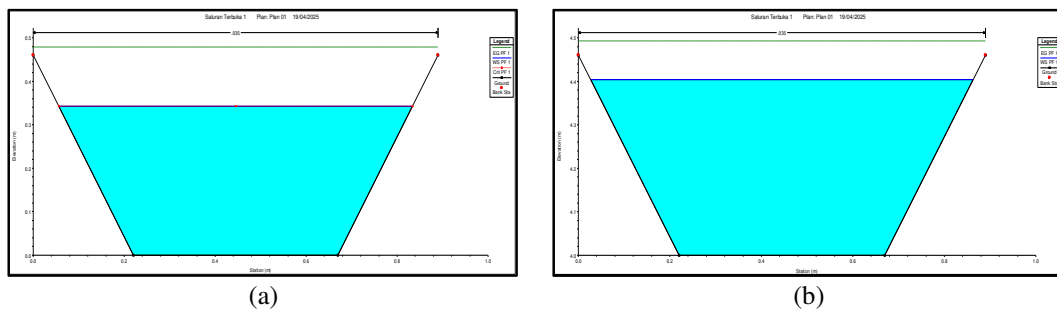
3. Simulasi Potensi Genangan Menggunakan HEC-RAS

Simulasi potensi genangan di saluran terbuka dengan *software* HEC-RAS bertujuan untuk memvalidasi terkait rancangan geometri saluran terbuka hasil perhitungan persamaan manning [14]. Data masukan untuk kondisi aliran saluran menggunakan nilai debit air limpasan yang berbeda-beda sesuai dengan DTH. Adapun berikut *report* hasil simulasi genangan saluran terbuka.

Tabel 11. *Report* Simulasi Genangan Saluran Terbuka

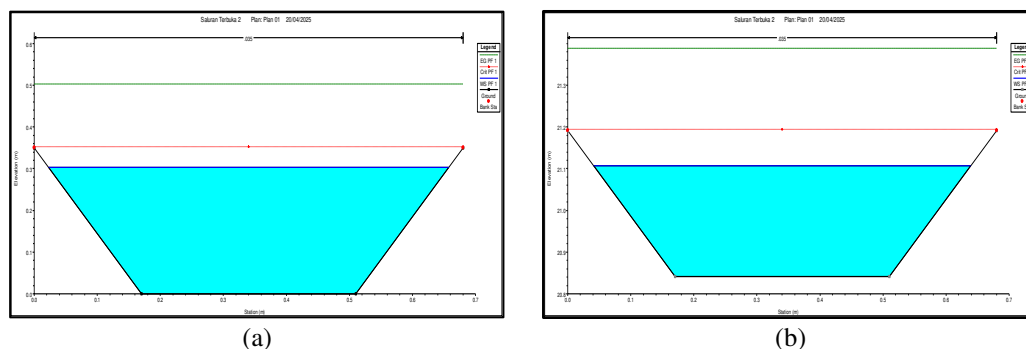
Saluran Terbuka	Debit (m ³ /s)	Genangan	
		Hulu	Hilir
1	0,86	Tidak	Tidak
2	0,292	Tidak	Tidak
3	0,635	Tidak	Tidak
4	0,381	Tidak	Tidak

Rancangan saluran terbuka 1 berlokasi di DTH 4 dengan debit 0,86 m³/s untuk mencegah genangan di jalan. Rancangan ini, mempunyai jenis aliran turbulen (bilangan reynolds sebesar 196.556). Jenis aliran bergerak secara acak, sehingga air yang melewati saluran tidak sempat mengendapkan partikel-partikel bawaan (sedimentasi rendah) [15]. Selanjutnya dimensi saluran hasil perhitungan di uji keakuratannya dengan simulasi genangan menggunakan *software* HEC-RAS (Gambar 6).



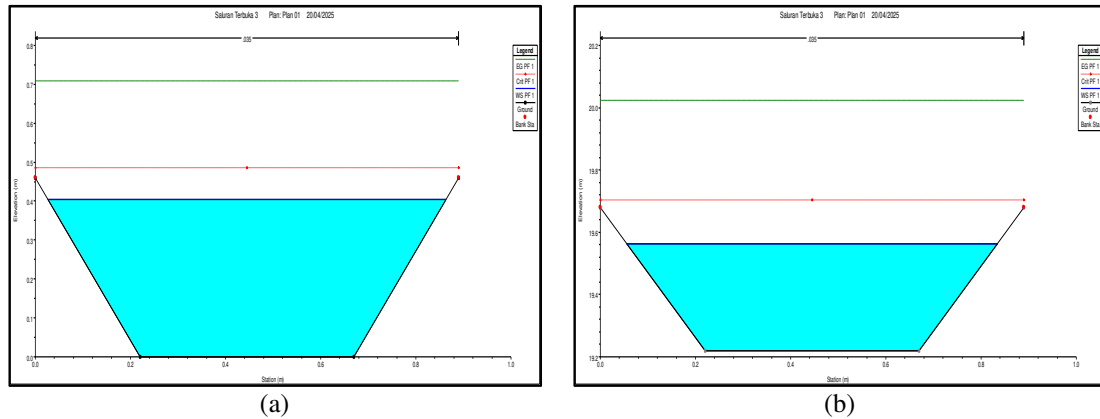
Gambar 6. Simulasi Genangan Saluran Terbuka 1 (a) Bagian Hulu dan (b) Bagian Hilir

Berdasarkan simulasi di HEC-RAS rancangan saluran terbuka 1 dapat menampung debit air limpasan yang masuk. Sehingga dapat disimpulkan perhitungan dimensi saluran terbuka 1 valid. Adapun saluran terbuka 2, mengalirkan debit dari DTH 5 sebesar 0,292 m³/s. Pada saluran terbuka 2 mempunyai jenis aliran turbulen (bilangan reynolds sebesar 220.998). Kemudian dilakukan simulasi genangan pada saluran terbuka 2 hasil perhitungan di HEC-RAS. Berdasarkan simulasi, saluran hasil perhitungan menggunakan persamaan manning valid, dimana tidak terjadi genangan atau luapan. Perlu diketahui, dimensi saluran terbuka 2 aktual lebih besar dari pada hasil perhitungan. Oleh karena itu, saluran terbuka 2 tidak memerlukan perluasan dimensi.



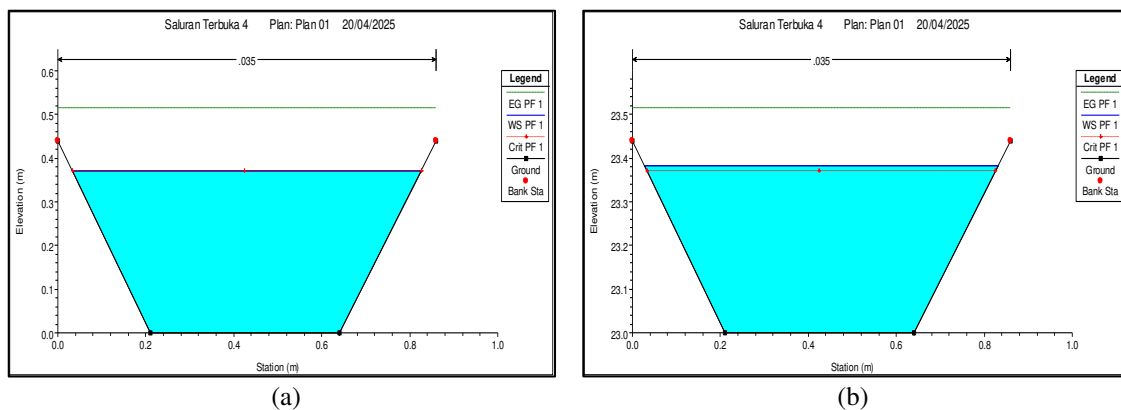
Gambar 7. Simulasi Genangan Saluran Terbuka 2 (a) Bagian Hulu dan (b) Bagian Hilir

Saluran terbuka 3, mengalirkan debit dari saluran terbuka 1 dan 2 sebesar $0,635 \text{ m}^3/\text{s}$. Saluran terbuka 3 mempunyai jenis aliran turbulen (bilangan reynolds sebesar 364.593). Maka dari itu, peluang untuk terjadinya sedimentasi kecil. Namun perlu pemeliharaan saluran akibat masalah erosi kerikil dan tanah pada dinding saluran karena kecepatan aliran air yang tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 8 dilakukan simulasi genangan pada saluran terbuka 3 hasil perhitungan di HEC-RAS. Berdasarkan simulasi, saluran hasil perhitungan menggunakan persamaan manning valid, dimana tidak terjadi genangan/luapan. Perlu diketahui, dimensi saluran terbuka 3 aktual lebih besar dari pada hasil perhitungan. Jadi saluran terbuka 3 tidak memerlukan perluasan dimensi.



Gambar 8. Simulasi Genangan Saluran Terbuka 3 (a) Bagian Hulu dan (b) Bagian Hilir

Saluran terbuka 4, mengalirkan debit dari DTH 6 sebesar $0,381 \text{ m}^3/\text{s}$. Saluran terbuka 4 mempunyai jenis aliran turbulen (bilangan reynolds sebesar 228.438). Maka dari itu, peluang untuk terjadinya sedimentasi kecil. Namun perlu dilakukan pemeliharaan saluran akibat masalah erosi tanah yang berasal dari *disposal* karena terbawa air hujan sehingga terjadi pendangkalan saluran. Kemudian dilakukan simulasi genangan saluran terbuka 4 hasil perhitungan di HEC-RAS. Berdasarkan simulasi, saluran hasil perhitungan menggunakan persamaan manning valid, dimana tidak terjadi genangan atau luapan (Gambar 9). Perlu diketahui, dimensi saluran terbuka 4 aktual lebih kecil dari pada hasil perhitungan. Oleh karena itu, saluran terbuka 4 memerlukan perluasan dimensi.



Gambar 9. Simulasi Genangan Saluran Terbuka 4 (a) Bagian Hulu dan (b) Bagian Hilir

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Estimasi debit air limpasan menggunakan metode rasional sebesar DTH 1 = $1,077 \text{ m}^3/\text{s}$, DTH 2 = $0,328 \text{ m}^3/\text{s}$, DTH 3 = $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$, DTH 4 = $0,343 \text{ m}^3/\text{s}$, DTH 5 = $0,292 \text{ m}^3/\text{s}$, dan DTH 6 = $0,381 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Berdasarkan perhitungan manning dan simulasi potensi genangan menggunakan HEC-RAS, diperlukan rancangan pada saluran terbuka 1 dan perluasan dimensi pada saluran terbuka 4.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik karena dukungan penuh dari Program Studi Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta dan PT PPA *jobsite* PT ABC yang telah menyediakan lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rahmi and D. Yulhendra, “Optimalisasi Pit Limit Penambangan Mineral Nikel Laterit PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel di Site Pomalaa Sulawesi Tenggara di Front X,” Skripsi, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang, 2019.
- [2] D. Y. Rohmaningrum and J. R. Horman, “Nickel Laterite Cut Off Grade at Block 1A PT. Anugrah Sukses Mining: Cut Off Grade Nikel Laterit pada Blok 1A Pt. Anugrah Sukses Mining”, *Program Studi SI Teknik Pertambangan Universitas Papua*, vol. 3, no. 1, pp. 20–25, Mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.56139/intan.v3i1.46>
- [3] Triatmodjo. “Hidrologi Terapan”. Yogyakarta: Beta Offset, 2009
- [4] Y. C. Mendrofa, Tedy Agung Cahyadi, and Shofa Rijalul Haq, “Rancangan Saluran Pada Pemindahan Aliran Sungai Kili Besar Di Area Pertambangan Batubara di Lahat, Sumatra Selatan Menggunakan Aplikasi HEC-HMS dan HEC-RAS”, *Prosiding Seminar Nasional ReTII*, vol. 18, no. 1, p. 433~439, Nov. 2023.
- [5] T. A. Buishand, “Some Remarks on the Statistical Testing of Homogeneity of Rainfall Records,” *Journal of Hydrolog*, vol. 58, no. 1-2, pp. 11-27, August 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90066-X](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90066-X)
- [6] T. C. Upomo dan R. Kusumawardani, “Pemilihan Distribusi Probabilitas pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness of Fit Test,” *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, vol. 18, no. 2, pp. 139-148, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i2.7480>
- [7] D. A. Nugroho, M. Firdaus, dan H. D. Ariyanto, “Analisis Ukuran Penyebaran Data (Kemiringan dan Keruncingan) (Studi Kasus: Riwayat Penjualan Usaha Makanan Ibu Apri),” 2020.
- [8] Limantara, “Rekayasa Hidrologi”. Malang: Andi, 2018.
- [9] S. Suyono, S. Sosrodarsono, and T. Kensuke, *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2003.
- [10] M. Lund, E. van Etten, J. Polifka, M. Q. Vasquez, R. Ramessur, D. Yangzom, and M. L. Blanchette, “The importance of catchments to mine-pit lakes: Implications for closure,” *Mine Water and the Environment*, vol. 39, no. 3, pp. 572–588, 2020. doi: 10.1007/s10230-020-00704-8.
- [11] R. S. Gautama, *Diklat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: FIKTM ITB, 1999.
- [12] Bimantoro, “Rancangan Geometris Saluran Terbuka dengan Validasi Pemodelan Genangan Software HEC–RAS,” *Indonesian Mining Professional Journal*, 2024
- [13] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI Offset.2004
- [14] H. F. P. Simanjuntak, P. Manik, and A. W. B. Santosa, "Analisa Pengaruh Panjang, Letak dan Geometri Lunas Bilga Terhadap Arah dan Kecepatan Aliran (Wake) Pada Kapal Ikan Tradisioal (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 1, pp. 345-352. April 2017.



©2026. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).