

Rancangan Teknis Reklamasi PT Pasir Walanae Kabupaten Bone

Provinsi Sulawesi Selatan

Muhammad Adam Fahrul¹, Alam Budiman Thamsi², Arif Nurwaskito³

*email: fahrulbukaka@gmail.com

SARI

PT Pasir Walanae salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan batubara terlokasi di Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan saat ini sedang melakukan kegiatan reklamasi pada sejak tahun 2022 dengan luas lahan 2,94 Ha. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain teknis kegiatan reklamasi. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis data kuantitatif dan deskriptif. Tahapan penataan lahan oleh PT Pasir Walannae terdiri dari kegiatan perataan lahan, pembuatan akses jalan, dan pembuatan saluran drainase. Rancangan dari kegiatan penataan lahan oleh PT Pasir Walannae yaitu perataan lahan pada lokasi penelitian dengan luas lahan 2,94 ha. Setelah itu dilakukan pembuatan akses jalan dengan jarak panjang jalan 439 m menggunakan material berukuran 10-40 cm dengan lebar jalan 5 m dan tebal jalan 0,50 m. Pembuatan saluran drainase dengan luas 687 m menghasilkan saluran anak cabang, saluran cabang dan saluran utama.

Kata kunci: Batubara; Reklamasi; Rancangan; Perataan Lahan; Pembuatan Akses Jalan; Pembuatan Saluran Drainase

ABSTRACT

PT Pasir Walanae is one of the companies engaged in the coal mining industry, located in Bone Regency, South Sulawesi Province, and is currently conducting reclamation activities since 2022 with an area of 2.94 Ha. This research aims to create a technical design for reclamation activities. The research method used is quantitative and descriptive data analysis. The stages of land management by PT Pasir Walannae consist of land leveling, road construction, and drainage channel construction. The design of the land management activities by PT Pasir Walannae is land leveling at the research location with an area of 2.94 ha. After that, a road access is constructed with a road length of 439 m using materials sized 10-40 cm with a road width of 5 m and a road thickness of 0.50 m. The construction of drainage channels with an area of 687 m results in branch channels, branch channels, and the main channel.

Keywords: Coal; Reclamation; Design; Land Leveling; Road Construction; Drainage Channel Construction.

PENDAHULUAN

Batubara adalah batuan sedimen organik yang terbentuk dari sisa-sisa berbagai jenis tumbuhan. Proses pembentukan batubara melibatkan dekomposisi atau penguraian oleh proses biokimia dan geokimia dalam lingkungan bebas oksigen, dipengaruhi oleh panas dan tekanan yang berlangsung lama, sehingga mengubah sifat fisik maupun sifat kimia bahan organik tersebut. Proses pembentukan batubara dapat terjadi melalui proses sedimentasi, di mana material tumbuhan terendapkan dalam suatu cekungan pada kondisi tertentu, dalam kerangka waktu geologi (Hadi, 2012). Batubara masih menjadi sumber energi yang dimanfaatkan secara signifikan

di dunia, terutama karena memiliki biaya yang relatif terjangkau. Kebutuhan batubara global didominasi untuk pembangkitan listrik, serta penerapan di industri besi, baja, kimia, dan semen (Afin & Kiono, 2021). Pada saat ini, sebagian besar kebutuhan listrik Indonesia masih dipasok oleh pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan gas alam. Dengan produksi energi fosil yang semakin menurun, batubara menjadi sumber energi yang semakin penting untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Selain itu, kebijakan energi nasional juga mendorong peningkatan pemanfaatan batubara sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas bumi yang semakin terbatas (Afin & Kiono, 2021). Untuk memenuhi permintaan tersebut, salah satu perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi dan eksploitasi batubara yaitu PT Pasir Walannae yang terletak di Dusun Mari Mario, Desa Massenreng pulu, Kecamatan Lamuru, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Luas area penambangan 199 Ha berdasarkan IUP Nomor 540/3142/DESDM (Shinthya Sari et al., 2020).

Pembukaan suatu wilayah akan mengakibatkan kerusakan pada area tersebut dan mengubah fungsinya. Setelah selesai dilakukan penggalian tambang, lahan bekas tambang akan menjadi rusak. Oleh karena itu, wilayah pasca tambang tersebut harus segera direklamasi, dengan tujuan untuk memulihkan fungsi awal lahan. Pengembalian kondisi lahan ke fungsi dan daya guna yang sesuai membutuhkan rencana dan pelaksanaan reklamasi yang tepat dari perusahaan pertambangan, serta upaya pembinaan dan pengawasan oleh Pemerintah Daerah agar pengelolaan sumber daya mineral dan batubara dilakukan dengan baik dan benar (Adnyano, 2015). Reklamasi merupakan upaya pengelolaan lahan yang mencakup perbaikan kondisi fisik tanah untuk mencegah longsor, pembuatan waduk untuk memperbaiki kualitas air asam tambang yang beracun, dan dilanjutkan dengan kegiatan revegetasi. Kegiatan reklamasi sangat penting untuk memperbaiki kondisi lahan bekas tambang, yang umumnya memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Reklamasi dan revegetasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki lahan pasca penambangan (Pujawati, 2009).

Berdasarkan informasi awal yang didapatkan di lapangan, PT Pasir Walanae memiliki rencana untuk melakukan kegiatan reklamasi, sehingga diperlukan rancangan teknis reklamasi. Oleh karena itu peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai Rancangan Reklamasi di PT Pasir Walanae.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini menggunakan data numerik yang disajikan dalam tabel untuk memperjelas hasil pengolahan data. Sementara itu, metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan fenomena secara realistis, aktual, dan terkini, dengan membuat uraian dan gambar secara sistematis dan faktual di lapangan. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari pihak perusahaan, seperti peta lokasi penelitian, data

topografi, data survei, dan data penataan lahan. Gambar 1 menunjukkan bagan alir metodologi penelitian.



Gambar 1. Bagan alir metodologi penelitian

1. Studi Literatur

Mengkaji referensi terkait reklamasi lahan, perencanaan drainase, dan teknik sipil pertambangan.

2. Survei Lapangan

Mengumpulkan data topografi dan kondisi fisik lahan reklamasi secara langsung.

3. Perencanaan Teknis

Meliputi:

- Perataan lahan bekas tambang
- Pembuatan jalan akses
- Desain saluran drainase

4. Analisis Perhitungan Hidraulik

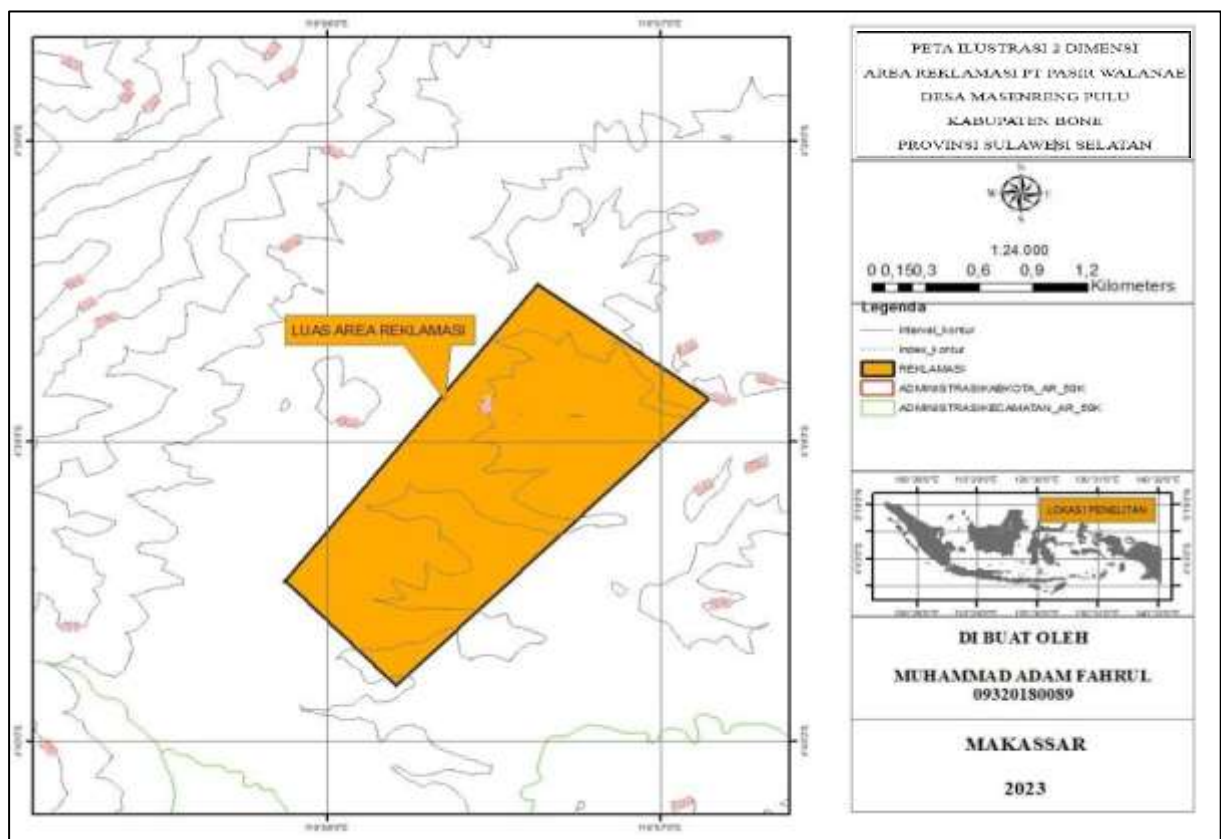
Melakukan perhitungan:

- Luas penampang basah
- Keliling basah
- Jari-jari hidrolis
- Kecepatan dan debit aliran

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Sebelum Reklamasi

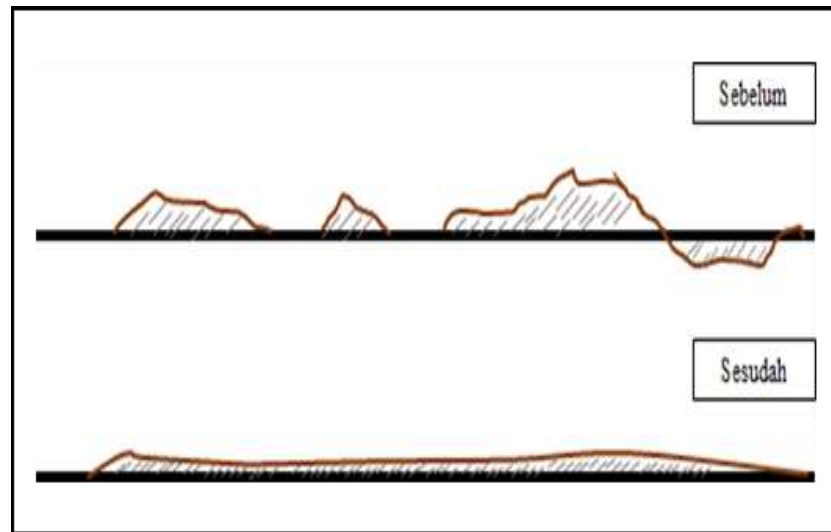
Tambang batubara di Indonesia umumnya dilakukan dengan sistem tambang terbuka (open pit mining) sehingga berdampak terhadap kerusakan lingkungan (Patiung et al., 2011). PT Pasir Walanae saat ini sedang melakukan kegiatan reklamasi pasca tambang sejak tahun 2022 dengan luas lahan 2,94 Ha. Lahan bekas penambangan yang menjadi target reklamasi biasanya memiliki permukaan yang tidak rata, dengan timbunan-timbunan dan cekungan air yang tidak beraturan. Kondisi ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menyulitkan aktivitas pekerjaan. Lokasi reklamasi juga merupakan area disposal yang sering terdapat bebatuan yang tidak beraturan. Dalam kegiatan reklamasi pada penelitian ini tahap-tahap yang dilakukan yaitu perataan lahan, pembuatan akses jalan, dan pembuatan saluran drainase. Gambar 2 luas lahan yang akan direklamasi



Gambar 2. Luas lahan reklamasi

2. Perataan Lahan

Kegiatan perataan lahan yang dilakukan yaitu meratakan 2,94 ha luas lahan reklamasi. Perataan lahan harus dihindari pendorongan yang berulang-ulang karena dapat menyebabkan pemadatan tanah yang berlebihan. Kegiatan perataan lahan yang dilakukan dengan mengumpulkan semua bebatuan yang muncul di lubang/cekungan lahan yang ada dan ditimbun dengan tanah minimal setebal 1 meter. Ilustrasi dan hasil perataan lahan dan penimbunan batuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi perataan dan penimbunan lahan

Perataan lahan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4 memperlihatkan beberapa bagian yang telah dilakukan penimbunan dan diratakan, untuk selanjutnya akan dilakukan pembuatan akses jalan, dan pembuatan saluran drainase.



Gambar 4. Hasil perataan dan penimbunan lahan

3. Pembuatan Akses Jalan

Berdasarkan desain rencana reklamasi panjang jalan akses yang dibutuhkan untuk lahan seluas 2,94 ha yaitu sepanjang 439 m. Pembuatan akses jalan ini menggunakan material berukuran 10-40 cm dengan lebar jalan 5 m. Tebal jalan 0,50 m, yang diperkirakan mampu menahan bobot 10 ton sehingga jalan akses tidak akan mudah terpadatkan berukuran 30-40 cm berada pada bagian bawah dengan ketebalan 0,35 m. Gambar 5 menunjukkan hasil pembuatan akses jalan.



Gambar 5. Hasil pembuatan akses jalan

4. Pembuatan Saluran Drainase

Drainase menjadi media pembuangan massa air yang ada secara alami atau buatan melalui permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat (Abduh M.Natsir, 2018). Sistem drainase memiliki fungsi sebagai pengatur air yang mengalirkan untuk dapat menuju tempat tertentu, dan meminimalisir terjadi kerusakan lahan akibat dari erosi (Nasution et al., 2020). Luas lahan drainase sebesar 687 m dan jenis saluran air yang digunakan pada lahan reklamasi dapat dilihat pada Tabel 4.2. Masing-masing drainase ini memiliki kedalaman yang berbedabeda sesuai peruntukannya.

Tabel 2 Data jenis saluran drainase

Jenis Saluran	Lebar	Kedalaman	Lebar	Kemiringan
Air	Permukaan	(m)	Permukaan	Dasar
	Atas (m)		Dasar (m)	
Saluran anak cabang	3	0,8	1	0,0016
Saluran cabang	3,5	1	1,5	0,0093
Saluran utama	5,5	2	2	0,0077

Pemilihan bentuk penampang tersebut didasarkan pada debit air tambang, jenis batuan atau tanah dimana saluran terbuka akan dibuat dan cara pembuatannya. Saluran drainase yang akan digunakan sendiri ialah saluran terbuka berbentuk trapesium, dikarenakan bentuk trapesium mudah dibuat dan mampu mengalirkan debit air tambang dalam jumlah besar yang alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil (Dani Dhaifullah & Agung Rachmanto,

2024). Selain itu, pembentukan drainase dibentuk berupa trapesium mempertimbangkan cara pembuatan, efisiensi, dan perawatan (Warouw Raymond George & Dina, 2024).

A. Desain Bentuk Dasar Penampang Pada Saluran Anak Cabang

Saluran anak cabang adalah saluran air yang berdimensi kecil dengan lebar permukaan atas 3 m, dengan kedalaman 0,8 m, lebar permukaan dasar 1 m, dan kemiringan dasar 0,008. Saluran anak cabang ini akan mengalirkan air limpasan permukaan dari ke dua lereng tersebut mengarah ke saluran cabang.

a) Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = h \times \left(b + \frac{t-b}{2} \right)$$

$$A = 0,8 \times \left(1 + \frac{3-1}{2} \right)$$

$$A = 1,6 \text{ m}^2$$

Dimana :

A = luas penampang basah

h = kedalaman saluran (m)

b = lebar dasar saluran (m)

t = lebar permukaan atas saluran (m)

b) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b + 2 \times \sqrt{\left(\frac{t-b}{2} \right)^2 + h^2}$$

$$P = 1 + 2 \times \sqrt{\left(\frac{3-1}{2} \right)^2 + 0,8^2}$$

$$P = 3,56 \text{ m}$$

Dimana

P = keliling basah saluran (m)

b = lebar dasar (m)

h = kedalaman (m)

(t-b)/2 = panjang kaki segitiga sisi saluran (horizontal)

c) Menghitung jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{1,6}{3,56}$$

$$R = 0,45 \text{ m}$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien chezy (45 = Saluran tanah halus)

R = jari – jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran (m/m)

- d) Menghitung kecepatan aliran V dengan cara persamaan Chezy

$$V = C \times \sqrt{R \times S}$$

$$V = 45 \times \sqrt{0,45 \times 0,0016}$$

$$V = 1,21 \text{ m/detik}$$

- e) Menghitung debit aliran (Q)

$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,21 \times 1,6$$

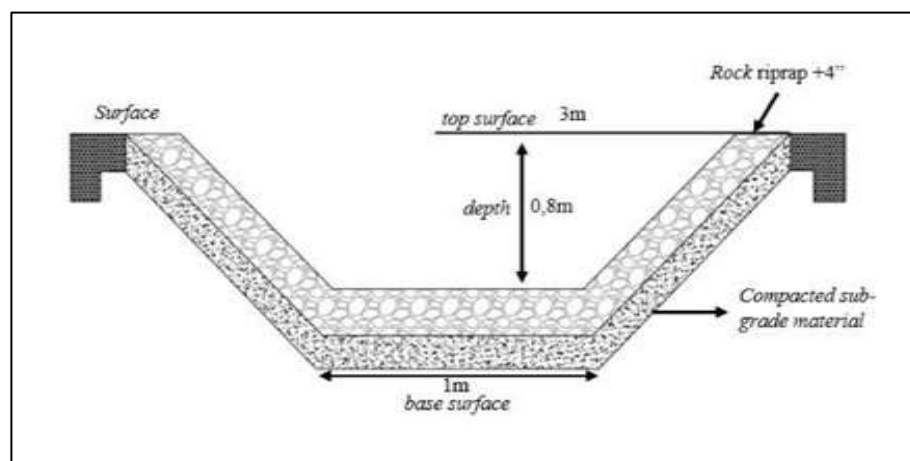
$$Q = 1,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang basah (m^2)



Gambar 6. Rancangan penampang saluran air anak cabang

Dari hasil perhitungan dan rancangan bentuk dasar penampang pada saluran anak cabang seperti yang terlihat pada Gambar 6, penampang saluran memiliki luas penampang basah $1,6 \text{ m}^2$, keliling basah $3,56 \text{ m}$, jari – jari hidrolis $0,45 \text{ m}$, kecepatan aliran $1,21 \text{ m/detik}$ dan debit

aliran 1,93 m³/detik. Rancangan penampang saluran air anak cabang juga menunjukkan penampang melintang saluran drainase berbentuk trapesium dengan lebar permukaan atas 3 meter, lebar dasar 1 meter, dan kedalaman 0,8 meter. Lereng saluran dilapisi batu belah (*rock riprap*) berukuran 4–7 inci untuk mencegah erosi, sedangkan dasar saluran diperkuat dengan material padat (*compacted sub-grade material*) untuk menjaga kestabilan. Desain ini umum digunakan pada sistem drainase terbuka karena stabil secara struktur dan efisien dalam mengalirkan air limpasan permukaan.

B. Desain Bentuk Dasar Penampang Pada Saluran Cabang

Saluran cabang adalah saluran air yang berdimensi sedang dengan lebar permukaan atas 3,5 m, kedalaman saluran 1 m, lebar dasar saluran 1,5 m, dan kemiringan dasar 0,093. Saluran cabang ini juga mengikuti pertemuan lereng dan merupakan muara saluran anak cabang atau sebagai saluran pertemuan dua atau lebih saluran anak cabang, atau juga pertemuan dua atau lebih lereng bukit. Saluran cabang ini akan bermuara ke saluran utama

a) Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = h \times \left(b + \frac{t - b}{2} \right)$$

$$A = 1 \times \left(1,5 + \frac{3,5 - 1,5}{2} \right)$$

$$A = 2,5 \text{ m}^2$$

Dimana :

A = luas penampang basah (m²)

h = kedalaman saluran (m)

b = lebar dasar saluran (m)

t = lebar permukaan atas saluran (m)

b) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b + 2 \times \sqrt{\left(\frac{t - b}{2} \right)^2 + h^2}$$

$$P = 1,5 + 2 \times \sqrt{\left(\frac{3,5 - 1,5}{2} \right)^2 + 1^2}$$

$$P = 4,33 \text{ m}$$

Dimana

P = keliling basah saluran (m)

b = lebar dasar (m)

h = kedalaman saluran (m)

$(t-b)/2$ = panjang kaki segitiga sisi saluran (horizontal)

- c) Menghitung jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{2,5}{4,33}$$

$$R = 0,577 \text{ m}$$

Dimana :

R = jari – jari hidrolis

A = luas penampang basa (m^2)

P = keliling basah (m)

- d) Menghitung kecepatan aliran V dengan cara persamaan Chezy

$$V = C \times \sqrt{R \times S}$$

$$V = 45 \times \sqrt{0,577 \times 0,0093}$$

$$V = 3,30 \text{ m/det}$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien chezy (45 = Saluran tanah halus)

R = jari – jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran (m/m)

- e) Menghitung debit aliran (Q)

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,30 \times 2,5$$

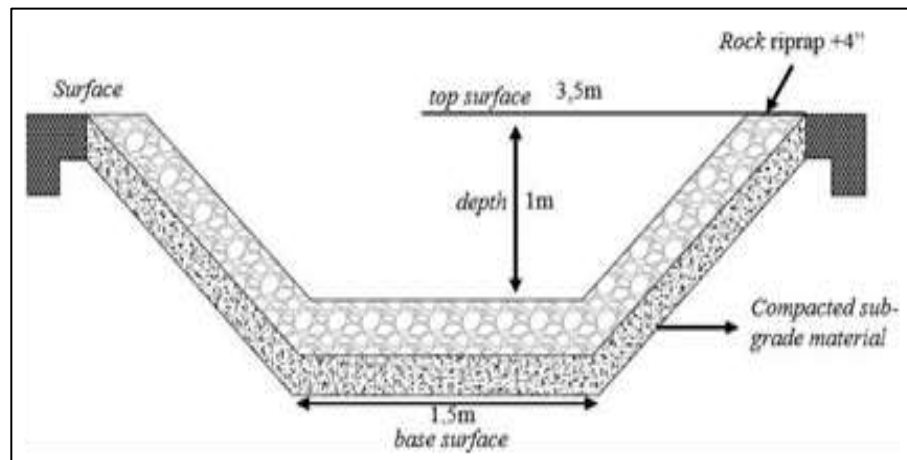
$$Q = 8,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang basah (m^2)



Gambar 7. Rancangan penampang saluran cabang

Dari hasil perhitungan dan rancangan bentuk dasar penampang pada saluran anak cabang seperti yang terlihat pada Gambar 7, penampang saluran memiliki luas penampang basah 2,5 m², keliling basah 4,33 m, jari – jari hidrolis 0,577 m, kecepatan aliran 3,30 m/detik dan debit aliran 8,25 m³/s. Dinding saluran diperkuat dengan material batu kali (*rock riprap*) dan dasar saluran dilapisi material *subgrade* yang dipadatkan. Desain seperti ini umum digunakan untuk mengalirkan air permukaan secara efisien dan mencegah erosi pada tebing saluran.

C. Desain Bentuk Dasar Penampang Pada Saluran Utama

Saluran utama adalah saluran air yang berdimensi sedang dengan lebar permukaan atas 5,5 m, dengan kedalaman saluran 2 m dan lebar permukaan dasar 2 m. Saluran utama adalah saluran tempat bermuaranya saluran-saluran cabang, atau merupakan lembah dari 2 atau lebih lereng. Bentuk dari saluran ini juga mengikuti kaki lereng, sehingga nampak alami. Saluran utama ini adalah saluran pembuangan akhir yang bermuara ke kolam pengendapan.

- a) Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = h \times \left(b + \frac{t - b}{2} \right)$$

$$A = 2 \times \left(2 + \frac{5,5 - 2}{2} \right)$$

$$A = 7,5 \text{ m}^2$$

Dimana :

A = luas penampang basah (m²)

h = kedalaman saluran (m)

b = lebar dasar saluran (m)

t = lebar permukaan atas saluran (m)

b) Menghitung Keliling Basah (P)

$$P = b + 2 \times \sqrt{\left(\frac{t-b}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$P = 2 + 2 \times \sqrt{\left(\frac{5,5-2}{2}\right)^2 + 2^2}$$

$$P = 7,32 \text{ m}$$

Dimana

P = keliling basah saluran (m)

b = lebar dasar (m)

h = kedalaman saluran (m)

(t-b)/2 = panjang kaki segitiga sisi saluran (horizontal)

c) Menghitung jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{7,5}{7,32}$$

$$R = 1,025 \text{ m}$$

Dimana :

R = jari – jari hidrolis

A = luas penampang basa (m²)

P = keliling basah (m)

d) Menghitung kecepatan aliran V dengan cara persamaan Chezy

$$V = C \times \sqrt{R \times S}$$

$$V = C \times \sqrt{1,025 \times 0,0077}$$

$$V = 4,00 \text{ m/det}$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien chezy (45 = Saluran tanah halus)

R = jari – jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran (m/m)

d) Menghitung debit aliran (Q)

$$Q = V \times A$$

$$Q = 4,00 \times 7,5$$

$$Q = 30,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

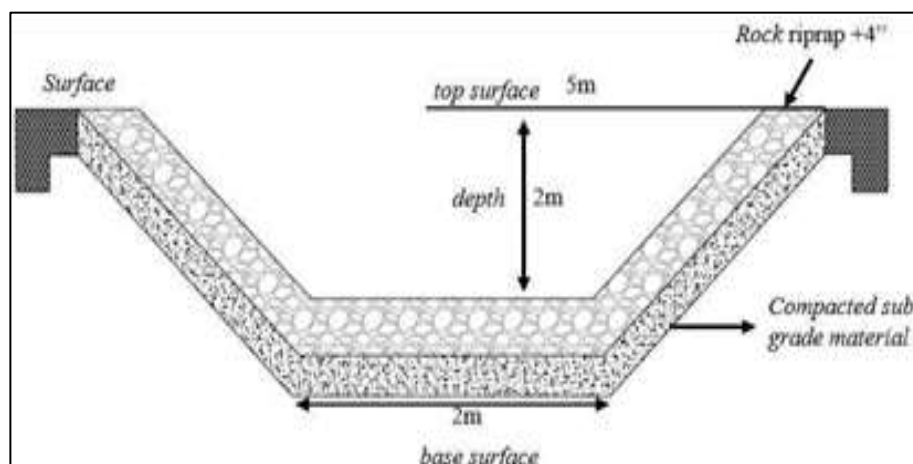
Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien chezy (45 = Saluran tanah halus)

R = jari – jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran (m/m)



Gambar 8. Rancangan penampang saluran utama

Dari hasil perhitungan dan rancangan bentuk dasar penampang pada saluran utama seperti yang terlihat pada Gambar 8 penampang saluran memiliki luas penampang basah $7,32 \text{ m}^2$, keliling basah $7,32 \text{ m}$, jari – jari hidrolis $1,025 \text{ m}$, kecepatan aliran $4,00 \text{ m/det}$ dan debit aliran $30,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Gambar diatas menunjukkan rancangan penampang saluran utama berbentuk trapesium terbuka. Saluran ini memiliki lebar bagian atas (*top surface*) sebesar 5 meter, lebar dasar (*base surface*) 2 meter, dan kedalaman (*depth*) 2 meter. Dinding saluran diperkuat dengan lapisan batu kali (*rock riprap* ukuran 4 inci) dan dasar

saluran dilapisi dengan material *subgrade* yang dipadatkan. Desain ini bertujuan untuk memastikan kekuatan struktur dan efisiensi aliran air dalam sistem drainase utama.

KESIMPULAN

Reklamasi lahan bekas tambang PT Pasir Walanae mencakup perataan lahan, pembangunan akses jalan, dan pembuatan saluran drainase. Saluran dirancang berbentuk trapesium dengan lapisan batu belah dan tanah padat untuk mencegah erosi dan memperlancar aliran. Hasil perhitungan menunjukkan debit aliran berturut-turut: saluran anak cabang 1,93 m³/detik, saluran cabang 8,25 m³/detik, dan saluran utama 30,00 m³/detik. Desain ini efektif dalam mengelola limpasan air dan mempercepat pemulihan lahan reklamasi..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada PT Pasir Walanna, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan pengambilan data, dan kepada pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh M.Natsir. (2018). *Ilmu dan Rekayasa Lingkungan*. Sah Media.
- Adnyano, A. A. I. A. (2015). Penilaian Tingkat Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Pit 2 Pt. Pipit Mutiara Jaya Di Kabupaten Tana Tidung Kalimantan Utara. *ReTII*, 184–188.
- Afin, A. P., & Kiono, B. F. T. (2021). Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020 – 2050 : Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(2), 144–122. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11429>
- Dani Dhaifullah, M., & Agung Rachmanto, T. (2024). *Perencanaan Drainase Saluran Terbuka Pada Area Tambang Komoditas Tanah Liat Kabupaten Trenggalek*. 3(1), 185–193. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i1.3277>
- Hadi, A. I. (2012). Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Nilai HGI dengan Standar ASTM. *Simetri*, 1(1(D)), 37–41.
- Nasution, R. R., Irawan, A. B., & Yogafanny, E. (2020). Rancangan Teknik Reklamasi Penambangan Pasir dan Batu Di Dusun Banaran, Desa Keningar, Kec. Dukun, Kab. Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumian*, 2(2), 10. <https://doi.org/10.31315/jilk.v2i2.3355>
- Patiung, O., Sinukaban, N., Tarigan, S. D., & Darusman, D. (2011). Pengaruh Umur Reklamasi Lahan Bekas Tambang Batubara Terhadap Fungsi Hidrologis (Impact Of Coal Mine Land Reclamation On Hydrology Function). *J. Hidrolitan*, 2(2), 60–73.
- Pujawati, E. De. (2009). Jenis-jenis fungi tanah pada areal revegetasi Acacia mangium Willd di



Kecamatan Cempaka Banjarbaru. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 10(28), 305--312.

Shinthya Sari, A., Fadillah, A., & Ade Saputra, R. (2020). Kajian Teknis Analisis Resiko Jalan Tambang Batubara PT. Pasir Walannae, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. *Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (SEMITAN II)*, 2(1), 53–59.

Warouw Raymond George, & Dina, A. R. (2024). Perancangan Tanggul dan Drainase di Pit K1-1 Pada Tambang Batubara, Kecamatan Marang Kayu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*, 5(1).