



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 1 Tahun 2025 Page 6325-6340

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perancangan Saluran Terbuka (*Open Channel*) Void U210 Berdasarkan Data Survei Topografi PT Jorong Barutama Greston Provinsi Kalimantan Selatan

Egi Andre Keliat^{1✉}, Hepryandi Luwyk Djanas Usup², Ferra Murati³,
Yunida Iashania⁴, Yusias Andri⁵

Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya

Email: andreegi384@gmail.com^{1✉}

Abstrak

PT Jorong Barutama Greston tempat penelitian di *void-U210* yang saat ini menjadi tempat penampungan air hujan agar tidak membanjiri daerah yang sedang direklamasi, *void-U210* akan dibuat *Open Channel* ke-*void UCW* jika *void U210* tidak mampu lagi menampung air limpasan hujan yang bersumber dari sekitar *void*, selanjutnya dialirkan ke kolam *settling pond* untuk dilakukan *treatment* sebelum dialirkan ke sungai. *Open Channel* adalah dimana air mengalir dengan muka air bebas pada semua titik di sepanjang saluran, pengolahan data yang dilakukan yaitu perhitungan statistis data curah hujan dengan menggunakan metode gumbel, perhitungan debit air limpasan menggunakan rumus rasional, perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe, perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus *manning*, dan waktu konsentrasi menggunakan rumus *Kirpich*. Total debit air limpasan yang masuk kedalam *void-U210* berdasarkan data curah hujan 10 tahun PT.JBG dari tahun 2014-2023 yang diolah menggunakan distribusi gumbel didapatkan hujan rencana maksimum 1.056,13mm/hari, intensitas 119,72mm/jam, *catchmen area* 0,267km², nilai evaporasi (ETp) 1.532,58m³/hari ETp= 0,017m³/detik, air limpasan Qt= 27,449 m³/detik atau Qt = 528.470,10 m³/hari, volume *void U210*= 6.479.435,59m³. Dari total air limpasan yang masuk ke dalam *void-U210*, desain *open channel* yang direkomendasikan berbentuk trapesium. Panjang saluran 717m, lebar dasar 2,9m, lebar permukaan 6,27m, kemiringan sisi saluran 60°, panjang sisi 3,37m, luas penampang basah 11,07m².

Kata kunci: *Open channel, Saluran terbuka, rasional, manning*

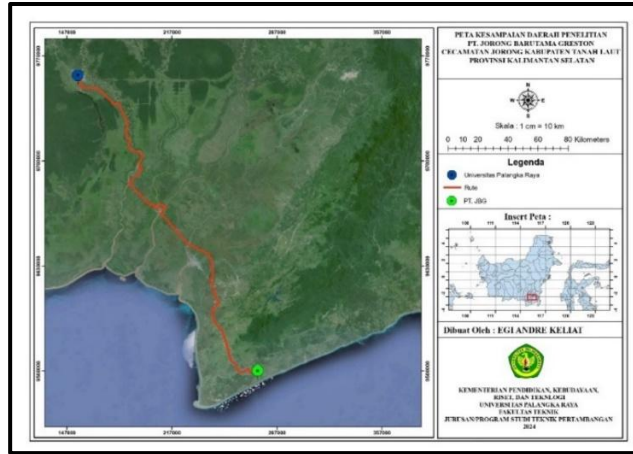
Abstract

PT Jorong Barutama Greston research site in void-U210 which is currently a rainwater reservoir so as not to flood the area being reclaimed, void-U210 will be made Open Channel to void UCW if void U210 is no longer able to accommodate rain runoff water sourced from around the void, then flowed into the settling pond for treatment before flowing into the river. Open Channel is where water flows with a free water level at all points along the channel, data processing is carried out, namely statistical calculation of rainfall data using the gumbel method, calculation of runoff water discharge using the rational formula, calculation of rain intensity using the mononobe formula, calculation of channel dimensions using the manning formula, and concentration time using the Kirpich formula. The total discharge of runoff water entering the void-U210 based on the 10-year rainfall data of PT.JBG from 2014-2023 processed using the gumbel distribution obtained the maximum planned rainfall of 1.056.13mm/day, intensity 119.72mm/hour, catchmen area 0.267km², evaporation value (ETp) 1.532.58m³/day ETp= 0.017m³/second, runoff water Qt= 27.449m³/second or Qt =528,470.10m³./day, void volume U210= 6,479,435.59m³. From the total runoff water entering void-U210, the recommended open channel design is trapezoidal. Channel length 717m, base width 2.9m, surface width 6.27m, channel side slope 60°, side length 3.37m, wetted cross-sectional area 11.07m².

Keywords: *Open channel, open channel, rational, manning*

PENDAHULUAN

PT Jorong Barutama Greston merupakan tambang Batubara sistem tambang terbuka (*open pit mining*). Dimana sistem tambang terbuka adalah yang semua aktivitasnya dilakukan diatas permukaan bumi dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan lingkungan, yakni kontak langsung dengan udara bebas dan air hujan. PT Jorong Barutama Greston tempat melakukan penelitian di *void* U210 yang saat ini menjadi tempat penampungan air hujan agar tidak membanjiri daerah yang sedang direklamasi, di *void* U210 yang dijadikan tempat penampungan air, nantinya akan di buat saluran terbuka ke *void* UCW jika *void* U210 tidak mampu lagi menampung air limpasan hujan dari sekitar *void* dan selanjutnya dialirkan ke kolam *settling pond* untuk dilakukan *treatment* yang nantinya akan dialirkan ke sungai. Oleh sebab itu sangat dibutuhkan cara agar air yang nantinya sudah sampai pada ketinggian yang maksimum air tersebut dapat dialirkan ke tempat yang lebih rendah dan aman bagi daerah *Void* U210 yang sedang dalam tahap reklamasi. Salah satu cara yang dipilih adalah dengan membuat *Open Channel* (Saluran Terbuka). *Open Channel* dipilih karna dibutuhkan dalam jangka waktu yang panjang (permanen).



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT JBG

METODE PENELITIAN

A. Metode Pengambilan Data

Metode Langsung (*Direct*) dan Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Dilakukan dengan analisa langsung di lapangan, yang bertujuan untuk mengumpulkan data data-data primer, seperti luas *catchment area*, panjang saluran rencana dan letak posisi saluran. Metode Tidak Langsung (*Indirect*) dilakukan dengan studi literatur, mengumpulkan data sekunder dari perusahaan yang berkaitan dengan penelitian, seperti data curah hujan 10 tahun 2014-2024, peta topografi *void* U210, menghitung volume *void* U210.

B. Metode Pengumpulan Data

Observasi (Pengamatan) dan Metode Pustaka

Observasi disebut juga dengan metode langsung, observasi adalah mengamati kondisi yang terjadi di lapangan seperti kondisi air *void* U210, panjang rencana saluran, topografi daerah penelitian. Metode pustaka mempelajari literatur yang berhubungan dengan penyaliran tambang, baik berupa data yang diperoleh dari perusahaan, literatur terkait, internet, dan hasil penelitian terdahulu.

C. Metode Pengolahan Data

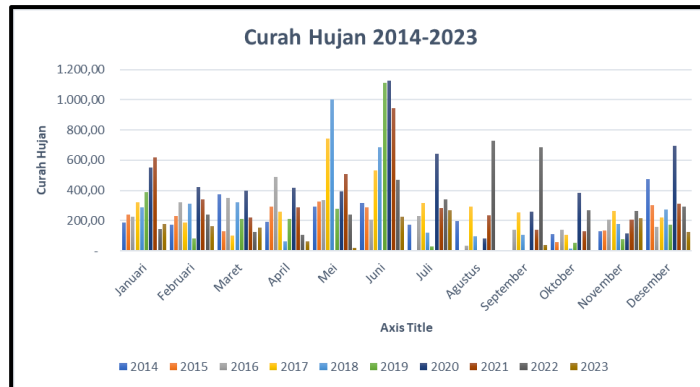
Metode Kuantitatif dan Metode Deskriptif

Metode kuantitatif dilakukan secara sistematis, terstruktur, serta terperinci dengan fokus kepada penggunaan menampilkan hasil data atau informasi yang diperoleh dari pengolahan data. Pengolahan data dilakukan yaitu perhitungan statistis data curah hujan dengan menggunakan metode gumbel, penentuan koefisien limpasan berdasarkan topografi *void* U20 lokasi penelitian, perhitungan debit air limpasan menggunakan rumus rasional, perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus *mononobe*, perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus *manning*, dan waktu konsentrasi menggunakan

rumus *Kirpich*. Metode deskriptif dilakukan dengan menjelaskan hasil pengolahan data atau informasi yang diperoleh dari hasil penelitian yang kemudian mendeskripsikannya dengan menggunakan rangkaian kata-kata, gambar, dan juga tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Curah Hujan



Gambar 2. Curah Hujan Aktual 10 Tahun Terakhir (2014-2023)

Berdasarkan curah hujan yang didapat dari departemen *engineering* sebagai data sekunder maka dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan maksimum dalam data 10 tahun. Berdasarkan perhitungan didapatkan curah hujan rata-rata maksimum sebesar 720,81 mm.

Selanjutnya melakukan perhitungan-perhitungan analisis frekuensi curah hujan rencana menggunakan data curah hujan 10 tahun terakhir, umur 10 tahun (TL) dan periode ulang 5 tahun (Tt) secara berurutan sebagai berikut dengan rasio hidrologi (Pt) (*Sembiring et al., 2018*).

$$Pt = (1 - (1 - \frac{1}{Tt})^{TL}) \times 100\%$$

<p>Keterangan :</p> <p>= Risiko hidrologi (kemungkinan satu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu)</p> <p>Tt = Periode ulang</p> <p>TL = Umur tambang</p>	<p>$Pt = (1 - (1 - \frac{1}{5})^{10}) \times 100\%$</p> <p>$Pt = (1 - (1 - 0,2)^{10}) \times 100\%$</p> <p>$Pt = (1 - 0,1073) \times 100\%$</p> <p>$Pt = 0,8927 \times 100\%$</p> <p>$Pt = 89,27\%$</p>
---	--

1. Parameter statistik

- Nilai rata-rata/*mean* curah hujan maksimum (Xr)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}$$

$$\dot{x}r = \frac{7.208,08}{10}$$

$$\dot{x}r = 720,81$$

No	Tahun	Curah hujan maksimum (X)	Curah hujan (\bar{X})	(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²	(X - \bar{X}) ³	(X - \bar{X}) ⁴
1	2014	474,20	720,81	-246,61	60.815,67	-14.997.651,04	3.698.545.726,00
2	2015	327,43	720,81	-393,38	154.743,89	-60.872.377,97	23.945.671.685,76
3	2016	488,95	720,81	- 231,86	53.758,29	-12.464.306,77	2.889.953.392,80
4	2017	741,00	720,81	20,19	407,70	8.232,21	166.222,06
5	2018	1.000,00	720,81	279,19	77.947,99	21.762.428,33	6.075.888.636,21
6	2019	1.114,00	720,81	393,19	154.599,69	60.787.308,49	23.901.063.138,90
7	2020	1.124,00	720,81	403,19	162.563,52	65.544.256,60	26.426.898.057,37
8	2021	942,00	720,81	221,19	48.925,75	10.821.968,94	2.393.729.346,03
9	2022	727,50	720,81	6,69	44,78	299,64	2.005,11
10	2023	269,00	720,81	-451,81	204.130,77	-92.227.983,01	41.669.371.289,14
Total		7.208,08	720,81	-0,00	917.938,05	-21.637.824,57	131.001.289.499,39

Gambar 3. Data Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan

Parameter yang digunakan meliputi beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan sebagai berikut (Loebis,1984):

Standar deviasi/simpangan baku (Sd)	Koefisien variasi/variation coefficient (Cv)	Koefisien kemiringan/asimetri (Cs)	Koefisien kurtosis (Ck)
$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	$Cv = \frac{sd}{\bar{x}}$	$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2) \times s^3}$	$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^4}{(sd)^4}$
$Sd = \sqrt{\frac{917.938,05}{9}}$	$Cv = \frac{319,36}{720,81}$	$Cs = \frac{(10)(-21.637.824,5)}{(10 - 1)(10 - 2)(319,36)^3}$	$Ck = \frac{(0,1)(131.001.289.499,39)}{319,36^4}$
Sd = 319,36	Cv = 0,443	Cs = -0,092	Ck = 1,259

Gambar 4. Nilai Sd, Cv, Cs dan Ck

Berdasarkan persyaratan distribusi yang menggunakan distribusi Gumbel, dikarenakan hasil perhitungan untuk nilai Cs dan Ck mempunyai kecenderungan pada distribusi Gumbel dengan nilai Cs yaitu -0,092 dan Ck 1,259.

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	CS \approx 0
	CK \approx 3
Log Normal	CS = 0,82
	CK = 4,22
Log PresonTipe III	CS \neq 0
E.J Gumbel	CS \leq 1,1396
	CK \leq 5,4002

Gambar5. Jenis Metode

2. Distribusi porbalitas Gumbel

- Reduce mean (Yn)

$$Y_n = -\ln \left(\ln \left(\frac{1}{p} \right) \right)$$

$$Y_n = -\ln \left(\ln \left(\frac{1}{0,91} \right) \right)$$

$$Y_n = 0,4952$$

Tahun	Curah hujan maksimum	N	Urutan data	$P = \frac{m}{n+1}$	$Y = -\ln \left(\ln \left(\frac{1}{p} \right) \right)$	$y_n = \frac{\sum y}{n}$	$(Y - y_n)^2$
2014	474,20	10	8	0,7273	1,1444	0,4952	0,4215
2015	327,43	10	9	0,8182	1,6064	0,4952	1,2348
2016	488,95	10	7	0,6364	0,7942	0,4952	0,0894
2017	741,00	10	5	0,4545	0,2376	0,4952	0,0664
2018	1.000,00	10	3	0,2727	-0,2618	0,4952	0,5730
2019	1.114,00	10	2	0,1818	-0,5334	0,4952	1,0580

2020	1.124,00	10	1	0,0909	-0,8745	0,4952	1,8761
2021	942,00	10	4	0,3636	-0,01163	0,4952	0,2569
2022	727,50	10	6	0,5455	0,5008	0,4952	0,0000
2023	269,00	10	10	0,9091	2,3507	0,4952	3,4429
Σy					4,952	$\Sigma (Y - yn)^2$	9,0189

Gambar 6. Perhitungan distribusi dengan metode gumbel

Reduced standard deviation (Sn)	Reduced variated (Yt)	Faktor Frekuensi (K)	Curah hujan rencana dengan priode T tahun (Xt)
$S_n = \sqrt{\frac{\Sigma(y-yn)^2}{n-1}}$	$Y_t = -\ln(-\ln(\frac{Tr-1}{Tr}))$	$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$	$X_t = X_r + (K \times S_d)$
$S_n = \sqrt{\frac{9,0189}{10-1}}$	$Y_t = -\ln(-\ln(\frac{5-1}{5}))$	$K = \frac{1,5004 - 0,4952}{1,001}$	$X_t = 720,81 + (1,00 \times 319,36)$
$S_n = 1,001$	$Y_t = 1,5004$	$K = 1,00$	$X_t = 1.056,138$

Gambar 7. Nilai Sn, Yt, K, dan Xt

B. Intensitas Hujan

Tahun	Jumlah	Duration (hour)												Total jumlah jam hujan	jam hujan pertahun	Hari hujan
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Oktober	Nov	Des			
2014	Jam	101,03	54,25	70,49	77,00	92,30	114,15	56,23	83,77	5,50	21,00	20,00	132,27	827,99	4,626	14,92
	Hari	23,00	14,00	25,00	22,00	16,00	16,00	7,00	7,00	2,00	4,00	18,00	25,00	179,00		
2015	Jam	128,17	90,47	45,23	104,99	104,50	143,10	2,70	1,00		7,43	29,67	116,65	773,90	4,634	13,92
	Hari	23,00	17,00	18,00	23,00	15,00	12,00	4,00	3,00	0,00	11,00	16,00	25,00	167,00		
2016	Jam	138,54	126,26	95,86	103,43	91,17	74,93	151,40	71,40	91,21	67,74	105,10	100,00	1.217,04	5,409	18,75

	Hari	24,00	14,00	24,00	17,00	22,00	13,00	17,00	9,00	18,00	18,00	21,00	28,00	225,00		
2017	Jam	68,24	103,50	44,63	66,58	168,97	157,41	104,76	91,25	38,16	49,04	105,96	74,82	1.073,32	4,363	20,50
	Hari	24,00	24,00	23,00	18,00	20,00	21,00	15,00	18,00	18,00	22,00	24,00	19,00	246,00		
2018	Jam	93,44	90,25	65,75	33,92	166,10	155,95	104,65	26,42	41,39	8,83	166,58	100,77	1.054,05	4,485	19,58
	Hari	25,00	20,00	26,00	16,00	20,00	21,00	17,00	16,00	19,00	8,00	25,00	22,00	235,00		
2019	Jam	120,79	51,09	87,17	72,37	95,09	20,90	21,00			20,59	16,81	60,23	754,16	4,516	13,91667
	Hari	23,00	17,00	18,00	23,00	15,00	12,00	4,00	0,00	0,00	16,00	14,00	25,00	167,00		
2020	Jam	147,00	185,29	111,09	140,41	144,22	0,48	28,26	44,01	81,80	108,52	95,97	251,11	1.812,57	7,713	19,58333
	Hari	27,00	21,00	23,00	16,00	21,00	17,00	15,00	8,00	19,00	19,00	21,00	28,00	235,00		
2021	Jam	163,20	93,17	77,41	58,47	144,04	83,86	134,10	271,60	218,80	162,80	156,40	138,20	1.702,05	6,891	20,58333
	Hari	26,00	20,00	21,00	15,00	23,00	16,00	14,00	25,00	24,00	22,00	21,00	20,00	247,00		
2022	Jam	91,00	111,20	94,80	95,55	106,07	189,00	171,70	23,99	183,60	135,90	74,50	77,90	1.571,12	6,387	20,5
	Hari	26,00	20,00	23,00	15,00	22,00	18,00	16,00	22,00	20,00	17,00	27,00	20,00	246,00		
2023	Jam	88,90	143,60	50,20	33,50	23,20	99,30	109,50	3,80	11,60	94,18	117,45	148,20	923,43	4,461	17,25
	Hari	25,00	19,00	23,00	19,00	16,00	10,00	17,00	5,00	7,00	15,00	26,00	25,00	207,00		
Rata-rata total jam hujan															5,348	17,95

Gambar 7. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan yaitu jumlah curah hujan yang jatuh ke permukaan dalam waktu tertentu biasanya dalam waktu relatif singkat. Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe (*Rudy, Sayoga Gautama. 1999*):

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

<p>Keterangan:</p> <p>I = intensitas hujan (mm/jam)</p> <p>T = lamanya hujan (jam)</p> <p>R24 = curah hujan maksimum harian selama 24jam (mm/jam) dalam periode ulang</p>	$I = \frac{1.056,138}{24} \left(\frac{24}{5,348} \right)^{\frac{2}{3}}$ <p>I = 44,005(2,720)</p> <p>I = 119,724 mm/jam</p>
---	---

C. Koefisien Aliran Permukaan

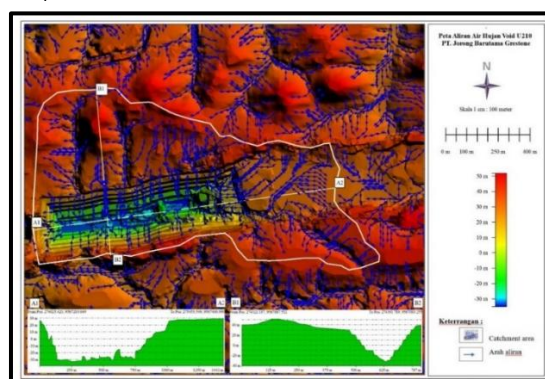
Koefisien dapat ditentukan berdasarkan tabel koefisien limpasan (Gambar 8) berdasarkan hasil pengamatan di lapangan nilai dari koefisien limpasan yaitu 0,9 dikarenakan area tersebut merupakan area *void* daerah tambang memiliki kemiringan lereng >15% (Guatama, Rudy Sayoga 1999).

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan	
Datar Kemiringan <3%	-Pesawahan rawa-rawa	0,2	
	-Hutan, Perkebunan	0,3	
	-Pemukiman	0,4	
Agak Miring (3-15%)	-Hutan, Perkebunan	0,4	
	-Pemukiman	0,5	
	-Vegetasi ringan	0,6	
	-Tanah gundul	0,7	
Curam Kemiringan >15%	-Hutan	0,6	
	-Pemukiman	0,7	
	-Vegetasi ringan	0,8	
	-Tanah giundul,penambangan	0,9	

Gambar 8. Nilai Koefisien aliran permukaaan

D. Catchmen Area

Pengamatan di lapangan bertujuan untuk menentukan arah aliran, sehingga dapat mengetahui batas-batas daerah tangkapan hujan. Pada *void* U210 luas daerah tangkapan hujan sebesar 88,94 Ha atau 0,889 km² dan luas *void* U20 seluas 26,73Ha atau 0,267 km²



Gambar 9. Catchmen Area

E. Air Limpasan

Debit air yang masuk ke dalam *void* U210 berasal dari air limpasan air hujan, pengolahan data menggunakan rumus rasional. Parameter yang digunakan menghitung debit limpasan adalah koefisien limpasan, luas daerah tangkapan air hujan, dan intensitas curah hujan dengan perhitungan sebagai berikut (*Subarkah, 1980*): $Q = 0,278 \times C \times I \times A$

Keterangan :

Q = Debit aliran air limpasan (m^3 /detik)

C = Koefisien pengaliran (berdasarkan standar baku)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

- Debit air limpasan *void* U210

(A = luas *catchment area* – luas *void* U210)

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 119,724 \times (0,889 - 0,267)$$

$$Q = 29.954,944 \times 0,622$$

$$Q = 18,631 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Debit air hujan *VOID* U210

$$Q = I \times A$$

$$I = 119,724 \text{ mm/jam} = 0,119 \text{ m/jam}$$

$$A = \text{Luas void U210} = 267.304,225 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,119 \text{ m/jam} \times 267.304,225 \text{ m}^2$$

$$Q = 31.809,202 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ atau } Q = 8,835 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Garis lintang (°)	Utra	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
	Selatan	jul	aug	sep	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun
60		0,15	0,20	0,26	0,32	0,38	0,41	0,4	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13
55		0,18	0,22	0,26	0,31	0,36	0,38	0,37	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17
50		0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,2	0,18
45		0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,4	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20
40		0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
35		0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22
30		0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,24	0,23
25		0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
20		0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,3	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
15		0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25
10		0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
5		0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27

0		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
---	--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

F. Air Evaporasi (Menguap)

G. Gambar 10. Nilai suhu dan Garis lintang

Karena void U20 berada di garis 50° lintang selatan maka nilai P di tunjukan pada tabel di bawah dan untuk suhu diambil dari rata-rata suhu 1 tahun terakhir di lokasi PT JBG (teknispilteknokrat.wordpress.com):

$$ETp = P \times (0,46 \times Tmean + 8,13)$$

Keterangan :
 ETp jan = 0,35 x (0,46 x 28,26 + 8,13)
 ETp = ETp jan = 0,35 x (12,99 + 8,13)
 Evaporasi ETp jan = 0,35 x 21,12
 P = Letak lintang ETp jan = 7,40 mm/hari
 Tmean = Suhu (C°)

Untuk bulan selanjutnya di cari sesuai dengan rumus didapatkan hasil setiap bulanya pada tabel di bawah ini :

Bulan	P	0,46	Tmean	8,13	ETp
jan	0,35	0,46	28,26	8,13	7,40
feb	0,32	0,46	30,07	8,13	7,03
mar	0,28	0,46	28,05	8,13	5,89
apr	0,24	0,46	28,43	8,13	5,09
may	0,2	0,46	30,02	8,13	4,39
jun	0,18	0,46	28,73	8,13	3,84
jul	0,19	0,46	26,90	8,13	3,90
aug	0,23	0,46	26,20	8,13	4,64
sep	0,27	0,46	27,47	8,13	5,61
oct	0,31	0,46	24,62	8,13	6,03
nov	0,34	0,46	29,62	8,13	7,40
dec	0,36	0,46	28,83	8,13	7,70
Rata -rata ETp					5,74

Gambar 11. Nilai Evaporasi

Maka didapatkan nilai evaporasi setiap hari dalam 1 tahun sebesar 5,74 mm/hari dikalikan dengan luas yang terevaporasi yaitu luas void U210 seluas 26,73 Ha atau 0,267 km²

ETp total/hari :

$$ETp = 5,74 \text{ mm} \times 0,267 \text{ km}^2$$

$$ETp = 0,00574 \text{ m} \times 267.000 \text{ m}^2$$

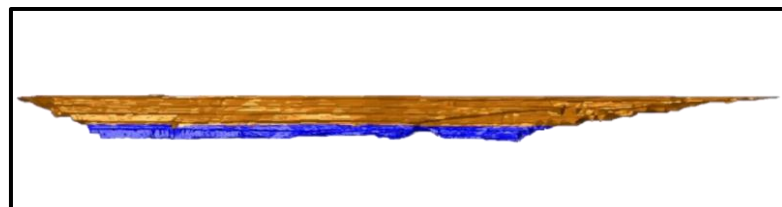
$$ETp = 1.532,58 \text{ m}^3/\text{Hari} = 0,017 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Total debit air yang masuk ke dalam *void* U210

Debit total (Qt) = Debit limpasan (Ql) + Debit air hujan (Qh) - ETp (Evaporasi) $Qt = Ql + Qh - ETp$ $Qt = 18,631 + 8,835 - 0,017$ $Qt = 27,449 \text{ m}^3/\text{detik}$	Debit total perhari $Qt = Qt (\text{mm}/\text{detik}) \times 3.600 (1 \text{ jam}) \times 5,348 (l)$ $Qt = 27,449 \times 3.600 \times 5,348$ $Qt = 528.470,10 \text{ m}^3/\text{hari}$
---	---

H. Dimensi dan Volume *Void* U210

Dari hasil pengukuran dimensi *void* U210 didapatkan ukuran dimensi, Lebar= 279 m, Panjang= 1.133 m, Tinggi = 60 m. Setelah dilakukan perhitungan dimensi *void* U210 kemudian menghitung volume *void* U210 menggunakan *software* didapatkan volume dari *void* U210 sebesar 6.479.435,59 m³. Yang volume itu hasil penjumlahan dari volume air awal dari -35 sampai -14 sebesar 589.341,13 m³ dan volume yang masih kosong sebesar 5.890.094,46 m³.



Gambar 12. Model 3D *Void* U210

I. Rancangan *Open channel* dari *void* U210 ke Saluran *Void* UCW

Untuk perencanaan luas, aliran saluran dianggap sebagai aliran tetap, dan untuk itu diterapkan rumus *manning* (Robert Manning, 1988):

Rumus <i>manning</i> (Robert Manning, 1988): $Q = \frac{1}{n} \times A \times S^{1/2} \times R^{2/3}$ $A = (b \times d) + (m \times d^2)$ $S = H/L$ $R = 0,5 \times d$ $B = b + (2m \times h)$	Keterangan : Q = Debit saluran S = Kemiringan saluran A = Luas penampang basah saluran H = Perbedaan ketinggian L = Panjang saluran R = Jari-jari hidrolis d = Kedalaman penampang aliran
---	--

$b/d = 2 \left((1 + m^2)^{0,5} - m \right)$ $a = h/\sin \alpha$ $x = 15\% \times d$ $h = d \times X$	$h = \text{Kedalaman saluran terbuka}$ $b = \text{Lebar dasar saluran}$ $a = \text{Penampang sisi saluran dasar ke permukaan}$ $B = \text{Lebar permukaan saluran}$ $m = \text{kemiringan dinding saluran}$ $n = \text{koefisien } \textit{manning}$
---	--

Untuk menentukan kemiringan saluran terbuka harus menentukan panjang 117m , beda ketinggian 3m

$$S = 3/717$$

$$S = 0,0041 = 0,41\% \text{ (kemiringan saluran)}$$

Untuk dimensi saluran terbuka berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dengan mempunyai sudut kemiringan 60° , maka :

$$m = \text{Cotg } \alpha$$

$$m = \text{Cotg } 60^\circ$$

$$m = 0,58$$

Selanjutnya dicari nilai lebar dasar saluran (b) dan kedalaman penampang aliran (d) dan kedalaman penampang aliran (d), dengan rumus :

$$b/d = 2 \left((1 + m^2)^{0,5} - m \right)$$

$$b/d = 2 \left((1 + 0,58^2)^{0,5} - 0,58 \right)$$

$$b/d = 2 (0,576)$$

$$b = 1,15 d$$

Selanjutnya sub distribusikan nilai b kedalam rumus luas penampang basah (A) sebagai berikut:

$$A = (b \times d) + (m \times d^2)$$

$$A = (1,15 d \times d) + (0,58 \times d^2)$$

$$A = 1,73 d^2$$

selanjutnya untuk mendapatkan nilai d, maka sub distribusikan lagi persamaan luas penampang ke dalam persamaan mencari debit saluran terbuka (Q), debit limpasan permukaan 27,449 m³/detik, kemiringan saluran 0,13%, dan koefisien *manning* 0,03 karena tipe dinding yang ada berupa tanah.

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

$$X = 0,15 \times 2,53$$

$$27,449 =$$

$$X = 0,37 \text{ m}$$

$$\frac{1}{0,03} \times 1,73 d^2 \times (0,0041)^{1/2} \times (0,5 \times d)^{2/3}$$

$$h = d + X$$

$$27,449 = 2,30 d^{8/3}$$

$$h = 2,53 + 0,37$$

$$11,900 = d^{8/3}$$

$$h = 2,9 \text{ m}$$

$$2,53\text{m} = d$$

$$A = 1,73 \times 2,53^2$$

$$A = 11,07 \text{ m}^2$$

$$b = 1,15 \times d$$

$$b = 1,15 \times 2,53$$

$$b = 2,90 \text{ m}$$

$$X = 15\% d$$

$$B = b + (2m \times h)$$

$$B = 2,9 + (2 \times 0,58 \times 2,9)$$

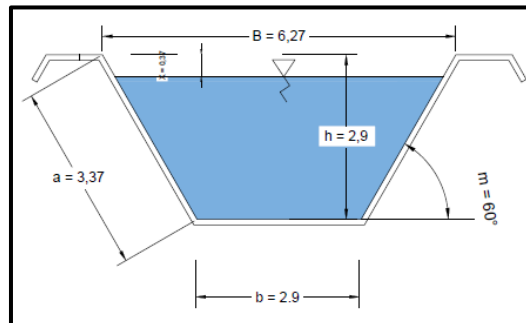
$$B = 6,27 \text{ m}$$

$$a = h/\sin\alpha$$

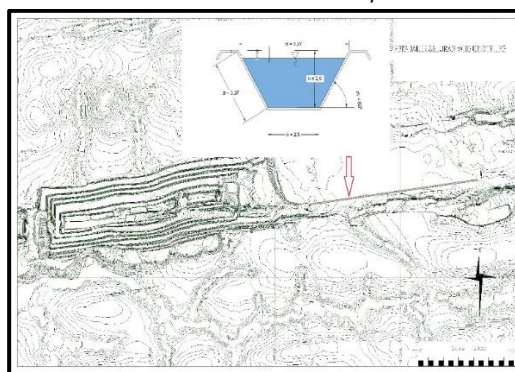
$$a = h/\sin 60^\circ$$

$$a = 2,9/0,86$$

$$a = 3,37 \text{ m}$$



Gambar 13. Dimensi open channel



Gambar 14. Penampang Saluran

selanjutnya mencari waktu konsentrasi air saluran (t_c) dengan menggunakan rumus Kirpich (1940) dalam Suripin (2004):

$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$	$t_c = \left(\frac{0,87 \times (0,717 \text{ km})^2}{1000 \times 0,41\%} \right)^{0,385}$
Keterangan:	$t_c = \left(\frac{0,87 \times (0,717 \text{ km})^2}{1000 \times 0,0041} \right)^{0,385}$
t_c = Waktu konsentrasi (jam)	$t_c = \left(\frac{0,87 \times 0,514}{4,1} \right)^{0,385}$
L = Panjang lintasan aliran (m)	$t_c = \left(\frac{0,447}{4,1} \right)^{0,385}$
S = Kemiringan saluran	$t_c = (0,109)^{0,385}$
	$t_c = 0,425 \text{ jam} = 25,5 \text{ menit} = 1.530 \text{ detik}$

SIMPULAN

1. Total debit air limpasan yang masuk ke dalam *void* U210 berdasarkan data curah hujan aktual selama 10 tahun terakhir PT JBG 2014-2023 yang diolah menggunakan distribusi gumbel didapatkan hujan rencana maksimum 1.056,13mm, intensitas menggunakan metode 119,72 mm/jam, *catchmen area* 0,267 km² dan total air limpasan rumus rasional sebesar $Q_t = 27,449 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $Q_t = 528.470,10 \text{ m}^3./\text{hari}$
2. Dimensi dan volume *void* U210 yang di dapatkan berdasarkan pengolahan data menggunakan *software*, didapatkan panjang *void* U120 1.133 m, lebar *void* U210 279 m, dan kedalaman *void* U210 60 m maka diperoleh total volume *void* U210 sebesar 6.479.435,59 m³.
3. Dari hasil pengolahan total air limpasan yang masuk per hari ke dalam *void* U210, maka desain dari saluran *open channel* yang direkomendasikan berbentuk trapesium, yang mempunyai panjang saluran sejauh 717 m, dengan lebar dasar saluran 2,9 m, lebar permukaan 6,27 m, kemiringan sisi saluran ke permukaan 60°, panjang sisi saluran ke permukaan 3,37, luas penampang basah saluran 11,07 m².

DAFTAR PUSTAKA

- Imam, Subarkah, 1980: *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Loebis, Joesron, 1984: *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Departemen Pekerjaan Umum*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Muhammad, Fairuz Akmal. (2024). *Perencanaan Saluran Terbuka Drainase Area Penambangan Komoditas Feldspar di Kecamatan Gandusari*.
- Pirmani, Saipul Haq, Wahyudi Zahar, dan Aditya Denny Prabawa. (2021). *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Batubara di Pit 2 PT Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Jambi.
- Purba, Nadya Al Husna, Anisah Lukman, dan Jupriah Sarifah. (2021). *PERBANDINGAN METODE MONONOBE DAN METODE VAN BREEN UNTUK PENGUKURAN INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PENAMPANG SALURAN DRAINASE*. Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
- Rudy, Sayoga Gautama. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press. Jalan Ganesa No. 1, Lb. Siliwangi, Jawa barat 40132.
- Sembiring, Yeremia P J, Albertho Pasays, S B Waterman, and Asri Fridtriyanda. 2018. "Sistem Penyaliran Tambang Pit 19d Untuk Yerly Plan 2012 PT Indominco Mandiri Bontang Kalimantan Timur." *Jurnal Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*.

Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Usaha Nasional – Surabaya Indonesia.

STUDI LIMPASAN PERMUKAAN SPASIAL AKIBAT PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (MENGUNAKAN MODEL KINEROS),. Program Magister Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset. Jalan Beo 38-40 Yogyakarta 5538.

Tekniksipilteknokrat.wordpress.com, *rumus evaporasi*