

Pentingnya Metode Penyaliran Pada Kegiatan Tambang Terbuka Di Indonesia

Ulfa Nindya Kesuma Warsito¹, Tedy Agung Cahyadi², Indah Setyowati³

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

² Staff Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi : Ulfanindya22@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang kaya akan hasil bumi, terutama pada hasil tambang. Sebagian besar kegiatan penambangan menggunakan metode tambang terbuka. Tambang terbuka di Indonesia memiliki banyak dampak bagi lingkungan, salah satunya menyebabkan terbentuknya lubang bukaan, sehingga berpotensi menyebabkan masuknya air dalam jumlah yang besar. Ketika air masuk ke dalam lubang bukaan maka dapat menghambat kegiatan produksi penambangan, dan berdampak pada tidak terpenuhinya kebutuhan konsumen. Sistem penyaliran tambang terbuka sangat dibutuhkan untuk area tambang yang berpotensi memiliki curah hujan yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada riwayat data curah hujan yang dikumpulkan oleh Badan Meterorologi dan Geofisika serta internal perusahaan tambang. Pengelolaan air tambang pada tambang terbuka didekati dengan metode *mine drainage* dan *mine dewatering*. Penerapan metode tersebut tergantung pada masing-masing kebutuhan yang ada di lapangan. Penerapan sistem penyaliran yang benar akan membuat produktivitas penambangan meningkat dan tidak mengganggu keadaan lingkungan areal kegiatan penambangan. Oleh karena itu, sistem penyaliran pada kegiatan penambangan terbuka di Indonesia sangatlah dibutuhkan.

Kata-kata kunci: tambang terbuka, sistem penyaliran, mine drainage, mine dewatering

ABSTRACT

Indonesia is a country that is rich in agricultural products, especially in mining products. Most mining activities use open pit mining methods. Open mines in Indonesia have many impacts on the environment, one of which causes the formation of openings, which has the potential to cause large amounts of water to enter. When water enters the opening hole, it can inhibit mining production activities, and impact the non-fulfillment of consumer needs. Open pit drainage systems are needed for mining areas that have the potential to have high rainfall. This can be seen in the history of rainfall data collected by the Agency for Meteorology and Geophysics and internal mining companies. Mine water management in open mines is approached by the mine drainage and mine dewatering methods. The application of this method depends on each of the needs in the field. The implementation of the correct flowing system will increase mining productivity and not interfere with the environmental conditions of the mining area. Therefore, the drainage system in open mining activities in Indonesia is very much needed.

Keyword : open pit mining, drainage system, mine drainage, mine dewatering

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan kekayaan alam yang melimpah, salah satunya sumber daya alam pada mineral dan batubara. Indonesia juga memiliki ratusan tambang aktif yang beroperasi dengan alat modern, khususnya pada tambang terbuka. Kegiatan tambang terbuka menghasilkan lubang bukaan yang besar, sehingga munculnya suatu permasalahan.[6].

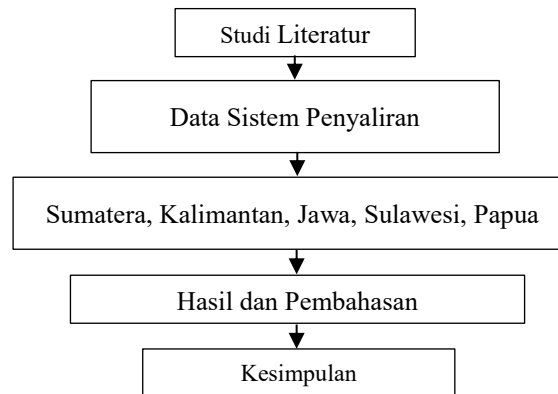
Sumber air yang masuk pada areal tambang berasal dari air tanah ataupun air hujan. Air hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan disebut sebagai air limpasan, sementara air hujan yang masuk ke dalam lapisan tanah di bawah permukaan tanah disebut air tanah [4]. Air yang masuk dalam lubang bukaan tambang dapat mengganggu dalam kegiatan pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan dalam areal tambang [1]. Tingginya curah hujan juga merupakan salah satu faktor yang menghambat pada kegiatan penambangan [5].

Sistem penyaliran tambang bukan merupakan kegiatan utama dalam kegiatan penambangan melainkan salah satu aspek pendukung. Kegiatan tersebut menjadi suatu kegiatan yang diutamakan apabila di dalam area penambangan memiliki permasalahan terhadap air permukaan (*run off*) atau air tanah [2], [3]. Terdapatnya air limpasan dan air tanah pada lokasi tambang dapat menghambat kegiatan penambangan yang sedang berlangsung, karena kerja alat berat tidak optimal. Paper ini akan membahas pentingnya sistem penyaliran tambang di Indonesia berdasar pada studi referensi.

Dalam melakukan penelitian sistem penyaliran tambang yang ada pada 5 wilayah di Indonesia ini bertujuan untuk mengetahui seberapa penting peran sistem penyaliran tambang pada areal tambang. Dengan adanya perbedaan curah hujan, *catchment* area sampai debit air limpasan tiap wilayah dapat diketahui bahwa setiap wilayah memiliki cara sistem penyaliran air tambang yang berbeda.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian tentang sistem penyaliran tambang di Indonesia memerlukan beberapa data untuk perbandingan. Data tersebut diperoleh dari hasil studi literatur beberapa wilayah yang ada di Indonesia, yaitu: Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, dan Pulau Sulawesi, dan Pulau Papua.



Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Curah Hujan

Sumber utama air permukaan pada suatu tambang terbuka ialah air hujan. Hujan sendiri merupakan proses presipitasi atau uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam bentuk cair (Suripin, 2004). Hujan merupakan salah satu faktor dalam sistem penyaliran tambang. Berbeda dengan pengertian hujan, curah hujan sendiri merupakan jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 liter.

Untuk data yang digunakan dalam penelitian ini berasal beberapa tambang di Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Pulau Sulawesi, Pulau Jawa, dan Pulau Papua. Lima wilayah ini menjadi contoh perbandingan untuk mengamati curah hujan, dan sistem penyaliran tambang dengan lokasi yang berbeda. Studi referensi di Pulau Sumatera diambil di daerah Tanjung, Enim Sumatera Selatan; Pulau Kalimantan diambil di daerah Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan; Pulau Jawa diambil di daerah Banyumas, Jawa Tengah; Pulau Sulawesi diambil daerah di Kolaka, Sulawesi Tenggara; dan Pulau Papua di Tembagapura, Papua.

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa penting sistem penyaliran tambang di Indonesia pada tambang terbuka dengan melakukan perbandingan data curah hujan dari lima wilayah. Berikut merupakan data curah hujan harian maksimum dalam bentuk grafik. (Gambar 2 – Gambar 6).

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tanjung Enim, Sumatera Selatan [7]

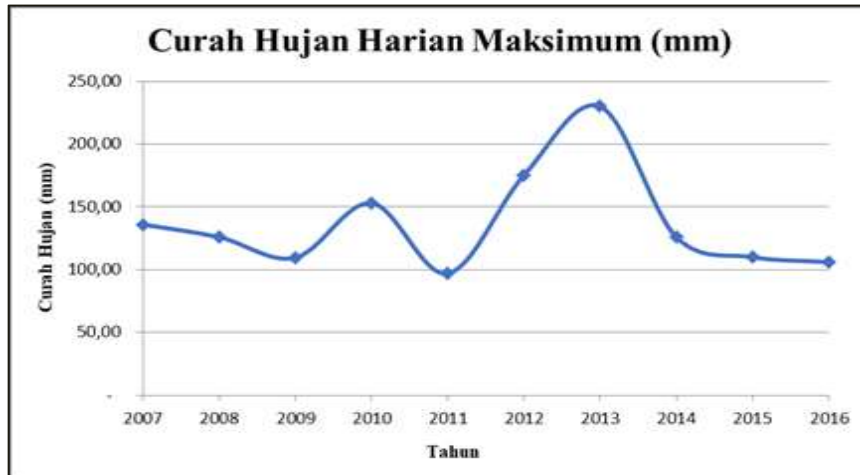
Tahun	Curah Hujan (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
2004	44,2	48	78,2	43,8	74,6	78,2	71,4	2	49	33,2	47	89	658,6
2005	78,6	28,2	52	62	49	32	34,5	47	57	43,5	40	78	601,8
2006	39	54,5	33,5	75	49	44	30	25	28	22	15,5	34	449,5
2007	53,5	35	124	37,5	24	34	62	48,6	36	47	37,5	39	578,1
2008	90	65	47	59	75	26,5	61	31	36,5	29,5	56	49	625,5
2009	25	32	58,5	49	27,5	44	26	23	10,5	66,5	51	96	509
2010	69	30	41	49	72	50	34,5	59	21	38	66	27	556,5
2011	31	85	82	45	66	28	47	42,5	29	80	31,5	56	623
2012	43	67,5	25	43	62	54	68	77	27	25,5	61,5	56	609,5
2013	67	80	104	78	25,5	16,5	31	41	36	43	72,5	49	643,5
Rata - Rata	54,03	52,52	64,52	54,13	52,46	40,72	46,54	39,61	33	42,82	47,85	57,3	
Jumlah Curah Hujan Maksimum												890,60	
Jumlah Curah Hujan Rata-rata												89,06	



Gambar 2. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tanjung Enim, Sumatera Selatan [7]

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan [8]

Tahun	Curah Hujan (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	6,68	13,58	11,84	28,86	39,58	27,55	16,95	20,72	10,70	10,56	9,63	5,85	202,49
2008	8,25	9,39	17,55	11,06	17,17	8,94	18,48	19,86	23,86	11,66	8,84	15,83	170,90
2009	9,52	9,68	14,80	4,97	20,25	15,00	34,60	2,14	8,50	25,12	19,56	40,91	205,03
2010	17,19	19,37	28,70	21,78	35,29	32,67	35,55	20,50	34,92	23,80	15,07	23,57	308,41
2011	8,97	11,25	8,86	15,96	24,83	2,84	16,56	6,50	15,22	15,68	10,50	9,04	146,20
2012	9,98	6,94	11,85	19,67	10,55	10,41	15,58	15,10	9,00	15,67	10,86	23,85	159,45
2013	11,26	13,20	15,46	12,55	12,18	13,06	26,87	24,15	41,90	15,00	15,27	4,38	205,29
2014	13,54	24,68	13,15	16,93	16,66	22,44	9,39	29,04	0,00	2,33	9,06	20,69	177,91
2015	12,00	14,00	19,03	19,47	12,15	10,57	7,16	5,50	0,00	0,00	9,89	9,03	118,79
2016	9,78	23,90	22,04	23,24	12,55	6,75	6,54	9,86	16,45	11,21	0,00	0,00	142,32
Rata-Rata	10,72	14,60	16,33	17,45	20,12	15,02	18,77	15,34	16,06	13,10	10,87	15,32	183,68
Jumlah Curah Hujan Maksimum												294,35	
Jumlah Curah Hujan Rata - Rata												29,44	



Gambar 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan [8]

Tabel 3. Curah Hujan Harian Maksimum Banyumas, Jawa Tengah [9]

Tahun	Curah Hujan (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2008	56,00	49,00	70,00	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	75,00	85,00	40,00	452,00
2009	39,00	86,00	50,00	60,00	72,00	50,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	365,00
2010	69,00	38,00	81,00	0,00	0,00	67,00	26,00	55,00	112,00	84,00	67,00	95,00	694,00
2011	43,00	53,00	65,00	50,00	82,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	293,00
2012	30,00	72,00	60,00	70,00	19,00	13,00	0,00	0,00	0,00	80,00	125,00	61,00	530,00
2013	48,00	99,00	121,00	89,00	71,00	43,00	89,00	6,00	3,00	63,00	72,00	96,00	800,00
2014	55,00	117,00	57,00	50,00	15,00	5,00	32,00	27,00	0,00	23,00	105,00	95,00	581,00
2015	46,00	71,00	72,00	51,00	38,00	59,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,00	66,00	465,00
2016	57,00	105,00	55,00	110,50	26,10	67,00	51,60	43,00	67,00	102,00	112,00	72,00	868,20
2017	92,00	81,00	126,00	93,00	42,50	34,50	6,00	2,00	86,00	109,00	65,00	69,50	806,50
Rata-Rata	53,50	77,10	75,70	64,45	36,56	33,85	20,46	13,30	28,20	53,60	69,30	59,45	
Jumlah Curah Hujan Maksimum													1038,00
Jumlah Curah Hujan Rata-Rata													103,80



Gambar 4. Data Curah Hujan Harian Maksimum Banyumas, Jawa Tengah [9]

Tabel 4. Data Curah Hujan Harian Maksimum Kolaka, Sulawesi Tenggara [10]

Tahun	Curah Hujan (mm)												Total
	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des	
2004	16,50	46,00	40,10	73,10	38,60	10,90	8,70	0,00	4,80	7,50	39,50	38,00	323,70
2005	52,20	37,20	69,10	107,70	49,60	55,30	89,70	30,00	1,40	71,60	27,50	66,00	657,30
2006	41,00	52,00	52,00	56,30	107,60	82,30	8,00	14,00	9,00	0,00	51,10	22,00	495,30
2007	54,10	67,90	99,90	48,70	58,20	32,90	24,20	13,40	14,10	28,00	54,20	48,30	543,90
2008	45,70	15,90	95,50	51,40	33,00	48,70	25,40	30,80	31,40	63,60	74,30	22,80	538,50
2009	35,00	42,00	44,20	44,90	71,40	17,80	51,80	11,80	1,10	31,30	62,50	45,20	459,00
2010	25,70	96,60	96,70	112,10	44,30	67,60	109,40	55,00	134,30	98,80	162,70	48,30	1.051,50
2011	39,40	34,00	67,40	21,60	79,40	38,60	48,00	5,60	71,90	43,10	41,50	45,20	535,70
2012	39,20	43,20	85,80	39,70	110,80	16,00	63,90	5,40	24,20	77,00	22,40	32,70	560,30
2013	71,20	34,00	40,30	146,50	57,10	38,40	106,80	12,30	12,20	13,30	58,90	97,50	688,50
2014	21,60	58,80	111,00	111,00	85,50	58,90	22,00	28,50	0,00	3,00	25,00	60,00	585,30
2015	50,00	98,00	69,00	85,50	58,00	57,00	7,00	7,00	5,00	5,50	11,00	161,00	614,00
2016	8,70	132,60	332,70	368,90	265,20	362,10	129,50	75,50	109,20	303,50	184,60	109,20	2.381,70
Rata - Rata	38,48	58,32	92,59	97,49	81,44	68,19	53,42	22,25	32,20	57,40	62,71	61,25	
Jumlah Curah Hujan Maksimum													1.695,50
Jumlah Curah Hujan Rata-Rata													130,42



Gambar 5. Data Curah Hujan Harian Maksimum Kolaka, Sulawesi Tenggara [10]

Tabel 5. Data Curah Hujan Harian Maksimum Grasberg, Papua [2]

Tahun	Curah Hujan (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2001	24,40	34,80	38,40	33,80	26,80	17,20	18,40	33,80	32,20	19,80	34,80	41,80	356,20
2002	26,2	63,8	44,0	34,4	17,4	76,2	17,8	41,4	23,6	25,6	22,8	31,6	424,80
2003	30,00	36,40	36,20	30,20	30,40	10,00	47,60	26,60	24,60	26,80	31,00	33,60	363,40
2004	25,40	75,20	56,40	28,00	55,20	48,80	10,60	22,60	27,40	19,00	18,80	20,60	408,00
2005	48,80	34,60	88,60	51,40	38,20	17,40	41,00	44,20	38,20	29,00	30,40	26,60	488,40
2006	69,60	31,00	29,20	36,40	18,60	20,80	25,60	31,60	32,20	21,80	20,40	30,80	368,00
2007	35,40	38,60	51,80	41,40	16,60	44,40	30,80	37,00	29,40	28,00	31,00	23,00	407,40
2008	41,60	35,00	23,00	34,40	39,00	24,80	27,00	29,20	18,80	40,00	26,40	57,40	396,60
2009	29,20	40,80	31,80	26,40	21,20	32,80	27,80	27,60	20,60	27,40	31,00	22,40	339,00
2010	43,00	38,00	47,60	52,60	44,20	26,20	25,60	35,40					312,60
Rata-Rata	37,36	42,82	44,70	36,90	30,76	31,86	27,22	32,94	27,44	26,38	27,40	31,98	
Jumlah Curah Hujan Maksimum													601,60
Jumlah Curah Hujan Rata-Rata													60,16



Gambar 6. Data Curah Hujan Harian Maksimum Grasberg, Papua [2]

Dari lima data curah hujan harian maksimum yang diperoleh terlihat perbedaan yang cukup signifikan. Rata – rata curah hujan harian maksimum terbesar terdapat di Pulau Kalimantan dengan rata – rata sebesar 136,85 mm dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Sementara rata – rata curah hujan harian maksimum paling terkecil berada di Pulau Papua dengan rata – rata sebesar 60,16 mm dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Untuk Pulau Sumatera dalam kurun waktu 10 tahun terakhir memiliki rata – rata sebesar 111,03 mm. Pulau Jawa memiliki rata – rata sebesar 103,88 mm dalam 10 tahun terakhir dan Pulau Sulawesi rata – rata sebesar 130,42 dalam kurun waktu 13 tahun terakhir. Melihat grafik data di atas untuk Pulau Papua memiliki rata – rata curah hujan maksimum terkecil. Hal ini disebabkan karena dalam 1 hari hujan di Pulau Papua tidak terlalu besar tetapi waktu hujannya konstan atau dapat dikatakan hampir setiap hari, sehingga ketika dibandingkan dengan Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, dan Pulau Sulawesi rata – rata curah hujan di Pulau Papua menjadi kecil. Tetapi apabila dilihat dari sudut pandang total curah hujan pertahun maka curah hujan di Pulau Papua memiliki jumlah yang paling besar dibandingkan Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, dan Pulau Sulawesi.

3.1.2. Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Intensitas curah hujan adalah suatu jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi atau volume hujan tiap satuan waktu (Wesli, 2008). Besarnya suatu intensitas curah hujan tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadian.

Dari hasil analisis didapatkan bahwa, lima wilayah di Indonesia memiliki intensitas curah hujan yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh data curah hujan maksimum dan lama waktu hujan dalam 1 hari. Penentuan PUH sendiri dilihat dari umur tambang dengan resiko hidrologi yang didapat dalam satu wilayah. Umumnya PUH (Periode Ulang Hujan) dikelompokkan berdasar kondisi yang ada di lapangan, sebagai berikut.

Tabel 6. Periode Ulang Hujan Rencana [6]

Keterangan	Periode ulang hujan
Daerah terbuka	0 – 5
Sarana tambang	2 – 5
Lereng–lereng tambang dan penimbunan	5 – 10
Sumuran utama	10 – 25
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

Untuk Pulau Sumatera digunakan PUH pada tahun ke-3 dengan intensitas curah hujan sebesar 21,20 mm/jam dan waktu hujan sebesar 2,82 jam dalam sehari yang berasal dari rata – rata jam hujan. Pulau Kalimantan menggunakan PUH pada tahun ke-4 dengan intensitas curah hujan sebesar 25,85 mm/jam dan waktu hujan selama 3,48 jam yang berasal dari rata – rata jam hujan.

Sementara Pulau Jawa menggunakan PUH pada tahun ke-3 dengan intensitas curah hujan sebesar 38,85 mm/jam dan waktu hujan selama 1 jam dalam sehari. Untuk Pulau Sulawesi menggunakan PUH pada tahun ke-5 dengan intensitas curah hujan sebesar 70,99 mm/jam dan waktu hujan selama 1 jam dalam sehari.

Pulau Papua menggunakan PUH pada tahun ke-5 dengan intensitas curah hujan sebesar 5,58 mm/jam dan waktu hujan selama 1 jam dalam sehari. Jam hujan sangat mempengaruhi adanya intensitas hujan, semakin

besar jam hujan maka semakin kecil untuk intensitas curah hujan dan sebaliknya. Semakin besar intensitas hujan maka semakin kecil resiko hidrologi yang didapatkan. Berikut merupakan analisis data curah hujan rencana dari lima wilayah yang berbeda adalah sebagai berikut. (Tabel 2 – Tabel 6)

Tabel 7. Data Curah Hujan Rencana di Lokasi Tanjung Enim, Sumatera Selatan [7]

Periode Ulang (T) tahun	2	3	4
Nilai Yt	0,52	0,75	0,90
Nilai Yn	0,00	0,58	0,58
Nilai Sn	0,45	0,45	0,45
<i>Faktor Reduced Variate (k)</i>	1,16	0,38	0,71
Nilai SD	29,61	29,61	29,61
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	111,03	111,03	111,03
Curah Hujan Maksimum Rencana (mm)	34,31	122,25	132,06
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	5,95	21,20	22,90

Tabel 8. Data Curah Hujan Rencana di Lokasi Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan [8]

Periode Ulang (T) tahun	2	3	4
Nilai Yt	0,367	0,903	1,246
Nilai Yn	0,495	0,495	0,495
Nilai Sn	1,001	1,001	1,001
<i>Faktor Reduced Variate (k)</i>	-0,129	0,407	0,75
Nilai SD	40,331	40,331	40,331
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	136,84	136,84	136,84
Curah Hujan Maksimum Rencana (mm)	131,66	153,26	167,09
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	19,88	23,14	25,22

Tabel 9. Data Curah Hujan Rencana di Lokasi Banyumas Jawa Tengah [9]

Periode Ulang (T) tahun	2	3	4
Nilai Yt	0,37	0,9	1,25
Nilai Yn	0,5	0,5	0,5
Nilai Sn	1	1	1
<i>Faktor Reduced Variate (k)</i>	-0,13	0,41	0,75
Nilai SD	20,29	20,29	20,29
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	103,8	103,8	103,8
Curah Hujan Maksimum Rencana (mm)	101,19	112,06	119,01
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	35,08	38,85	41,26

Tabel 10. Data Curah Hujan Rencana di Lokasi Kolaka, Sulawesi Utara [10]

Periode Ulang (T) tahun	3	4	5
Nilai Yt	0,9	1,25	1,5
Nilai Yn	0,17	-0,03	-0,23
Nilai Sn	1,04	1,04	1,04
<i>Faktor Reduced Variate (k)</i>	-0,14	0,38	0,71
Nilai SD	77,69	77,69	77,69
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	130,42	130,42	130,42
Curah Hujan Maksimum Rencana (mm)	160,05	185,74	204,76
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	55,49	64,39	70,99

Tabel 11. Data Curah Hujan Rencana di Lokasi Tembagapura, Papua [2]

Periode Ulang (T) tahun	3	4	5
Nilai Yt	0,90	1,25	1,50
Nilai Yn	-0,26	1,14	2,35
Nilai Sn	1,24	1,24	1,24
<i>Faktor Reduced Variate (k)</i>	0,94	0,08	-0,69
Nilai SD	64,26	64,26	64,26
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	60,16	60,16	60,16
Curah Hujan Maksimum Rencana (mm)	120,47	65,42	16,10
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	41,77	22,68	5,58

3.2. DEBIT AIR LIMPASAN

Air limpasan terjadi karena adanya curah hujan yang mengalir pada bagian atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, atau laut [6]. Aliran ini terjadi karena adanya hujan yang mencapai permukaan bumi tetapi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan oleh intensitas hujan atau faktor lain misalnya kekompakan tanah serta vegetasi [11]. Debit air limpasan merupakan debit air yang masuk dalam areal tambang dan berfungsi sebagai penentu jumlah pompa pada areal tambang.

Pada tabel di bawah ini menunjukkan bahwa setiap wilayah memiliki daerah tangkapan hujan dengan jumlah yang berbeda. Daerah tangkapan hujan paling luas terdapat pada lokasi tambang batugamping di Banyumas, Jawa Tengah. Daerah tangkapan paling sedikit berada pada tambang batubara di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Setiap daerah tangkapan hujan memiliki koefisien yang berbeda karena sesuai dengan kondisi lapangan.

Dari beberapa data yang didapat sebagian besar menggunakan koefisien sebesar 0,9 yang berarti kondisi lapangan berupa tanah tandus pertambangan tanpa adanya revegetasi. Apabila dilakukan revegetasi akan digunakan koefisien sebesar 0,8. Berikut adalah tabel daerah tangkapan hujan dari lima wilayah di Indonesia. (Tabel 7 – Tabel 11)

Tabel 12. Debit Air Limpasan di Lokasi Tanjung Enim, Sumatera Selatan [7]

Lokasi	Koefisien	Luas DTH (Km ²)	Intensitas CH (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /s)
DTH 1	0,79	1,32	21,20	6,15
DTH 2	0,57	0,30	21,20	1,02

Tabel 13. Debit Air Limpasan di Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan [8]

Lokasi	Koefisien	Luas DTH (Km ²)	Intensitas CH (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /s)
DTH 1	0,3	1,71	25,22	3,6
DTH 2	0,3	0,59	25,22	1,24
DTH 3	0,9	1,38	25,22	8,71
DTH 4	0,3	4,45	25,22	9,36
DTH 5	0,6	0,74	25,22	3,11

Tabel 14. Debit Air Limpasan di Banyumas Jawa Tengah [9]

Lokasi	Koefisien	Luas DTH (Km ²)	Intensitas CH (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /s)
DTH 1	0,8	0,027	38,85	0,24
DTH 2	0,9	0,009	38,85	0,09
DTH 3	0,6	0,035	38,85	0,23
DTH 4	0,4	0,017	38,85	0,07
DTH 5	0,9	0,040	38,85	0,39
DTH 6	0,9	0,054	38,85	0,52
DTH 7	0,4	0,039	38,85	0,17
DTH 8	0,9	0,051	38,85	0,49
DTH 9	0,6	0,028	38,85	0,18
DTH 10	0,6	0,022	38,85	0,14
DTH 11	0,4	0,003	38,85	0,01
DTH 12	0,6	0,012	38,85	0,08
DTH 13	0,6	0,035	38,85	0,23
DTH 13	0,9	0,009	38,85	0,09

Tabel 10. Debit Air Limpasan di Lokasi Kolaka, Sulawesi Tenggara [10]

Lokasi	Koefisien	Luas DTH (Km ²)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /s)
DTH 1	0,86	0,088	69,101	1,494
DTH 2	0,83	0,059	69,101	0,973
DTH 3	0,72	0,052	69,101	0,744
DTH 4	0,8	0,038	69,101	0,594
DTH 5	0,8	0,081	69,101	1,273
Fortuner 1	0,9	0,016	69,101	0,271
Fortuner 2 Blok 1	0,9	0,025	69,101	0,439
Fortuner 2 Blok 2	0,9	0,013	69,101	0,229
Fortuner 3	0,9	0,051	69,101	1,539
Fortuner 4	0,9	0,025	69,101	0,429

Tabel 15. Debit Air Limpasan di Tembagapura, Papua [1]

Lokasi	Koefisien	Luas DTH (Km ²)	Intensitas CH (mm/jam)	Debit Air Limpasan (m ³ /s)
DTH 1	0,9	8,28	5,58	11,56

3.3. PEMOMPAAN

Data debit limpasan yang telah didapatkan dari lima wilayah tersebut dibutuhkan proses pemompaan di areal tambang, agar air tidak menggenangi front kerja. Pemompaan memerlukan tipe yang berbeda berdasarkan pada data debit air limpasan tiap wilayah. Selain itu, intensitas curah hujan juga mempengaruhi dalam waktu pemompaan sump.

Proses pemompaan pada tambang Batubara Tanjung Enim, Sumatera Selatan menggunakan dua buah pompa, yaitu pompa Sulzer 385 kW (69) dengan debit 11,8 m³/menit atau 708 m³/jam dan KSB VMP 385 kW (05) dengan debit sebesar 10 m³/menit atau 600 m³/jam. Total kedua buah pompa tersebut menghasilkan debit pompa sebesar 1.308 m³/jam. Apabila menggunakan dua buah pompa dengan debit 1.308 m³/jam, pengoperasian pompa selama 21 jam/hari dapat mengeluarkan air limpasan sebesar 25.804,9 m³/jam dengan waktu hujan selama 2,82 jam. Untuk proses pemompaan pada tambang Batubara di Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan menggunakan pompa Multiflo 420 E dengan debit 503 m³/jam. Apabila menggunakan sebuah pompa dengan debit 503 m³/jam dengan pengoperasian selama 22 jam/hari, maka dapat mengeluarkan air limpasan sebesar 10,93 m³/detik dengan waktu hujan 3,48 jam.

Proses pemompaan pada lokasi tambang Batugamping di Banyumas, Jawa Tengah menggunakan dua buah pompa yaitu seri DPS NS-100 menghasilkan debit pompa 38,18 m³/jam, dan pompa DPS NS-100 dengan debit pompa sebesar 30,54 m³/jam. Jam kerja efektif pompa selama 15 jam/hari dapat mengeluarkan air limpasan sebesar 6.089,49 m³/dengan waktu hujan selama 1 jam. Proses pemompaan pada tambang bijih di Kolaka, Sulawesi Tenggara pada bukit fortuner menggunakan pompa Torishima CDM 200 X 150 EN dan Torishima CDM 200 X 150 BN, dengan debit pompa 216 m³ /jam selama 20 jam/hari dan waktu hujan selama 1 jam. Kegiatan pengelolaan air yang di Tambang Grasberg dilakukan dengan metode pemompaan. Air yang terkumpul di pit bottom dipompa kemudian dialirkan dengan menggunakan lubang vertical untuk selanjutnya dialirkan menuju ke Tunnel Amole. Dari beberapa data uraian di atas dapat dijelaskan bahwa penggunaan pompa dan kebutuhan pompa sangat bervariasi. Kebutuhan pompa disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kapasitas aktual pompa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian mengenai keadaan hidrologi pada beberapa tambang yang ada di berbagai daerah, dapat disimpulkan bahwa air merupakan salah satu permasalahan yang sangat penting sehingga perlu penanganan lebih lanjut dengan sistem penyaliran tambang yang tepat agar kegiatan penambangan dapat berjalan dengan lancar dan tidak mengganggu produktivitas penambangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta karena telah mendukung untuk pembuatan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bargawa W.S, Sucahyo A.P.A, Andiani H.F (2018). *Design Of Coal Mine Drainage System*.
- [2] Cahyadi, T.A. (2018): *Pengembangan Model Optimasi Desain Lubang Penyaliran Horizontal Tambang Studi Kasus Tambang Terbuka Grasberg PT. Freeport Indonesia*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Cahyadi, T.A., Widodo, L.E., Syihab, Z., & Notosiswoyo, S. (2017), Pengaruh Instalasi Drain Hole Terhadap Penurunan Muka Air Tanah Pada Media Permeabilitas Yang Berbeda (Studi Kasus Model Koseptual).
- [4] Sahoo, L.K., Bandyopadhyay, S., & Banerjee, R. (2014). *Water and energy assesment for dewatering in opencast mines*.
- [5] Yusran, K., Djamaluddin., & Budiman, A.A. (2015). *Siste Penyaliran Tambang Pada Pit AB Eks Pada PT. Andalan Mining Jobsite Kaltim Prima Coal Sangatta*.
- [6] Gautama R. S., (1997), *Storm Rainfall Analysis : An Important Factor In Designing Mine Dewatering Facilities In Tropical Region*.
- [7] Elvado., (2015). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.
- [8] Isnaya, M. S., (2018). Kajian Teknis Sistem Ppenyaliran Tambang Pit Mentari PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Sungai Danau Jaya.
- [9] Irina. B, (2018). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Batu Gamping di PT. Bintang Mitra Sejahtera Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas Jawa Tengah.
- [10] Andika, (2017). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Bijih di PT. ANTAM (Persero) Tbk, Kolaka Sulawesi Tenggara
- [11] Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : ANDI Offset.
- [12] Wesli.,(2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: PT Graha Ilmu.
- [13] Sosrodarsono, S., & Takeda. K. (1983), *Hidrologi Untuk Pengairan*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- [14] Soemarto, C.D., 1995. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [15] Gautama. R.S., (1999), *Sistem Penirisan Tambang*, Kursus Pengawas Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, ITB, Bandung.
- [16] Asdak. C., (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Air Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.