

Studi Hidrologi dan Hidrogeologi untuk Mendukung Desain Penambangan di PT Alamjaya Bara Pratama Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur

¹Rendy Saputera Kasim, ²Yuliadi, ³Dudi Nasrudin Usman
^{1,2,3}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail : rendyspk12@gmail.com*

Abstract: PT Alamjaya Bara Pratama is one of coal companies operating in Jembayan Village, Loa Kulu Subdistrict, Kutai Kartanegara Regency, East Borneo. This year, PT Alamjaya Bara Pratama plans to manufacture pit with 5 years old mining with pit area of 1843061,74 m². The planing of pit opening will be changing morphological conditions will cause runoff, rainwater, and ground water to enter the pit openings that are feared to be going to disrupt mining activities. Catchment area is divided into six main parts, namely CA1 with an area of 318,154.17 m², CA 2 with an area of 20,399.20 m², CA 3 with an area of 51,206.40 m², CA 4 with an area of 108,378.69 m², CA 5 with an area of 765,138, 47 m², and CA 6 with an area of 73,533.68 m² with a total water discharge of 2.79 m³/sec on average daily rainfall 24 - 22.2 mm/day and rainfall intensity of 12.23 mm/hour. The area of the pit is divided into 4, namely pit 1A with an area of 405,594.77 m², pit 1B with an area of 493,707.52 m², pit 2A with an area of 337,155.68 m², and pit 2B with an area of 599,307.39 m³ with total impermeabel layer 128,555 M². Total water discharge directly entering into the pit and the ground water is 5.62 m³/sec. The runoff water that affects the pits can be minimized by creating the channel design design. The channel is divided into 6 segments with a surface width of 2 m, and a base width of 1.5 m. Unprotected water such as water entering the pit and groundwater must be solved by pumping water accumulated on the sump located at each different pit. The sump dimension are designed to accommodate the direct flow of water into the pits. The total volume to be overcome in sump 1A, 1B, 2A, and 2B of 107,496 m³, 130751 m³, 89,390 m³, and 158,616 m³ respectively, using 1 Multiflo MFC-420 pump with 826.03 m³/hour pumping discharge working 22 hours for each sump.

Keywords: Debit, Catchment Area, Channel, Sump, Pump, Prevention, Control Water.

Abstrak: PT Alamjaya Bara Pratama merupakan salah satu perusahaan batubara yang beroperasi di Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Tahun ini PT Alamjaya Bara Pratama merencanakan pembuatan pit dengan umur tambang 5 tahun dengan luasan pit sebesar 1.843.061,74 m². Pembukaan pit dan perubahan kondisi morfologi akan menyebabkan air limpasan, air hujan, dan air tanah masuk ke dalam bukaan pit yang dikhawatirkan akan mengganggu kegiatan penambangan. Catchment area dibagi menjadi enam bagian utama, yaitu CA1 dengan luas 31.8154,17 m², CA 2 dengan luas 20.399,20 m², CA 3 dengan luas 51.206,40 m², CA 4 dengan luas 108.378,69 m², CA 5 dengan luas 765.138,47 m², dan CA 6 dengan luas 73.533,68 m² dengan total debit air limpasan 2,79 m³/detik pada rata-rata curah hujan harian maksimal 24 – 32,2 mm/hari dengan intensitas curah hujan 12,23 mm/jam. Daerah luasan pit terbagi menjadi 4, yaitu pit 1A dengan luas 405.594,77 m², pit 1B dengan luas 493.707,52 m², pit 2A dengan luas 337.155,68 m², dan pit 2B dengan luas 599.307,39 m³ dengan total luas lapisan impermeabel 128.555 m². Total debit air yang langsung masuk ke pit dan air tanah sebesar 5,62 m³/detik. Air limpasan yang mempengaruhi pit dapat diminimalisir dengan membuat desain saluran pengalihan. Saluran pengalihan yang dibuat dibagi menjadi 6 segmen dengan lebar permukaan 2 m, lebar dasar 1,5 m. Air yang tidak dapat dicegah seperti air yang langsung masuk ke pit dan air tanah harus ditanggulangi dengan dengan melakukan pemompaan pada air yang terakumulasi pada sump yang berada pada tiap pit yang berbeda. Dimensi sump didesain agar dapat menampung debit air yang langsung masuk ke pit. Total volume yang harus ditanggulangi pada sump 1A adalah sebesar 107.496 m³, sump 1B 130751 m³, sump 2A 89.390 m³, dan sump 2B sebesar 158.616 m³ dengan menggunakan 1 buah pompa Multiflo MFC-420 dengan debit pemompaan 826,03 m³/jam yang bekerja 22 jam untuk tiap sump.

Kata Kunci : Debit, Catchment Area, Saluran, Sump, Pompa, Pencegahan, Penanggulangan.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

PT Alamjaya Bara Pratama sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara merencanakan pembuatan pit dan disposal di suatu lahan yang belum dibuka, oleh karena itu diperlukan suatu studi hidrologi dan hidrogeologi agar dapat memperkirakan model sistem penyaliran tambang pada dan sekitar tambang, dan karakteristik aliran dan atau rembesan air tanah yang potensial akan masuk ke area bukaan tambang. Berdasarkan kondisi dan sifat aliran air, sistem pengendalian air tambang dapat didesain agar tidak mengganggu kegiatan penambangan. Demikian juga, sistem untuk mengontrol tekanan air tanah di sekitar lereng bukaan tambang dapat direkomendasikan untuk menjaga kemantapan lereng pada bukaan tambang.

Tujuan Penelitian

1. Menghitung jumlah debit air limpasan yang akan masuk ke pit rencana.
2. Menghitung jumlah debit air yang langsung masuk ke pit rencana.
3. Menghitung jumlah debit air tanah yang harus ditanggulangi dari hasil pengujian *falling head test*.
4. Merencanakan dimensi saluran untuk mencegah air limpasan masuk ke pit rencana.
5. Merencanakan dimensi *sump* untuk menampung air hujan yang langsung masuk ke pit.
6. Menghitung debit pemompaan untuk menanggulangi air yang masuk ke pit rencana.

B. Landasan Teori

1. Debit Air

Debit air yang mempengaruhi pit terbagi menjadi tiga bagian, yaitu debit air limpasan, debit air yang langsung masuk ke pit, dan debit air tanah. Metode yang digunakan untuk memperkirakan debit air limpasan dan debit air yang langsung masuk ke pit yaitu Metode Rasional, sedangkan untuk menghitung debit air tanah menggunakan Hukum Darcy.

2. Perencanaan Saluran Pengalihan

Sistem penambangan tambang terbuka memiliki hal yang perlu di perhatikan terutama dalam penanganan air yang melimpas di permukaan tanah, baik air yang berasal karena hujan maupun karena air tanah. Kedua itu dapat mengakibatkan penurunan produktifitas kerja alat - alat mekanis serta dapat pula mempengaruhi kestabilan lereng. Penanggulangan masalah air terutama dalam hal keperluan untuk merancang suatu penirisan tambang dapat dibagi menjadi dua macam metode yakni *mine drainage* (pencegahan) dan *mine dewatering* (Penanggulungan)

3. Perencanaan Saluran Pengalihan

Saluran berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat penampungan. Pada umumnya terdapat 3 bentuk penampang saluran air yaitu bentuk penampang segi tiga, bentuk penampang segiempat, dan bentuk penampang trapezium. Bentuk penampang saluran air umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Penentuan dimensi paritan dapat dihitung dengan persamaan Manning (Sulistiyana, 2010). Dalam rumus Manning, debit (Q) dipengaruhi oleh nilai kemiringan dasar paritan (S) dimana nilai tersebut dipengaruhi oleh kecepatan aliran air (v) yang melewati paritan. Dengan demikian, maka

harus ditentukan terlebih dahulu nilai kecepatan aliran mana yang sesuai dengan debit yang masuk ke dalam paritan.

4. Perencanaan Dimensi *Sump*

Sump (kolam penampung) merupakan kolam penampungan air yang dibuat untuk penampung air limpasan yang dibuat sementara sebelum air itu dipompakan serta dapat berfungsi sebagai pengendap lumpur. Pengaliran air dari *sump* dilakukan dengan cara pemompaan atau dialirkan kembali melalui saluran pelimpah. Tata letak *sump* akan dipengaruhi oleh sistem drainase tambang yang disesuaikan dengan geografis daerah tambang dan kestabilan lereng tambang. Ada dua sistem penirisan tambang, yaitu sistem penirisan memusat dan sistem penirisan tidak memusat.

5. Perencanaan Pemompaan

Pompa merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan atau mengangkat zat cair dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi. Untuk mengetahui debit pompa yang dibutuhkan, dapat dilakukan dengan cara menghitung total dynamic head pada pompa untuk mengetahui kemampuan pompa untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lainnya. Setelah mengetahui nilai total dynamic head pompa maka untuk menghitung nilai debit pemompaan dapat menggunakan persamaan head kuantitas.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Debit Air Limpasan dan Debit Air yang Langsung Masuk Ke Pit

Daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada PT ABP dibagi menjadi 6 bagian berdasarkan peta *water divide*. Setelah diketahui nilai koefisien limpasan (C), koefisien, intensitas curah hujan (I), dan luasan *catchment area* (A) (Gambar 1), maka debit air limpasan dapat diketahui dengan menggunakan rumus rasional. Berikut ini adalah hasil perhitungan debit air limpasan :

Tabel 1. Debit Air Limpasan yang Mempengaruhi Pit

Nama	Kategori Kemiringan	Kategori Tata Guna Lahan	C	I (m/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /detik)
CA1	3 - 15 %	Hutan	0,40	0,012	318.154,17	1.556,82	0,43
CA2	3 - 15 %	Hutan	0,40	0,012	20.399,20	99,82	0,03
CA3	3 - 15 %	Hutan	0,40	0,012	51.206,40	250,57	0,07
CA4	> 15%	Hutan	0,60	0,012	108.378,69	795,49	0,22
CA5	> 15%	Tambang	0,90	0,012	616.250,72	6.784,86	1,88
CA6	> 15%	Tambang	0,60	0,012	73.533,68	539,73	0,15
Total			3,30	0,07	1187922,86	10027,30	2,79

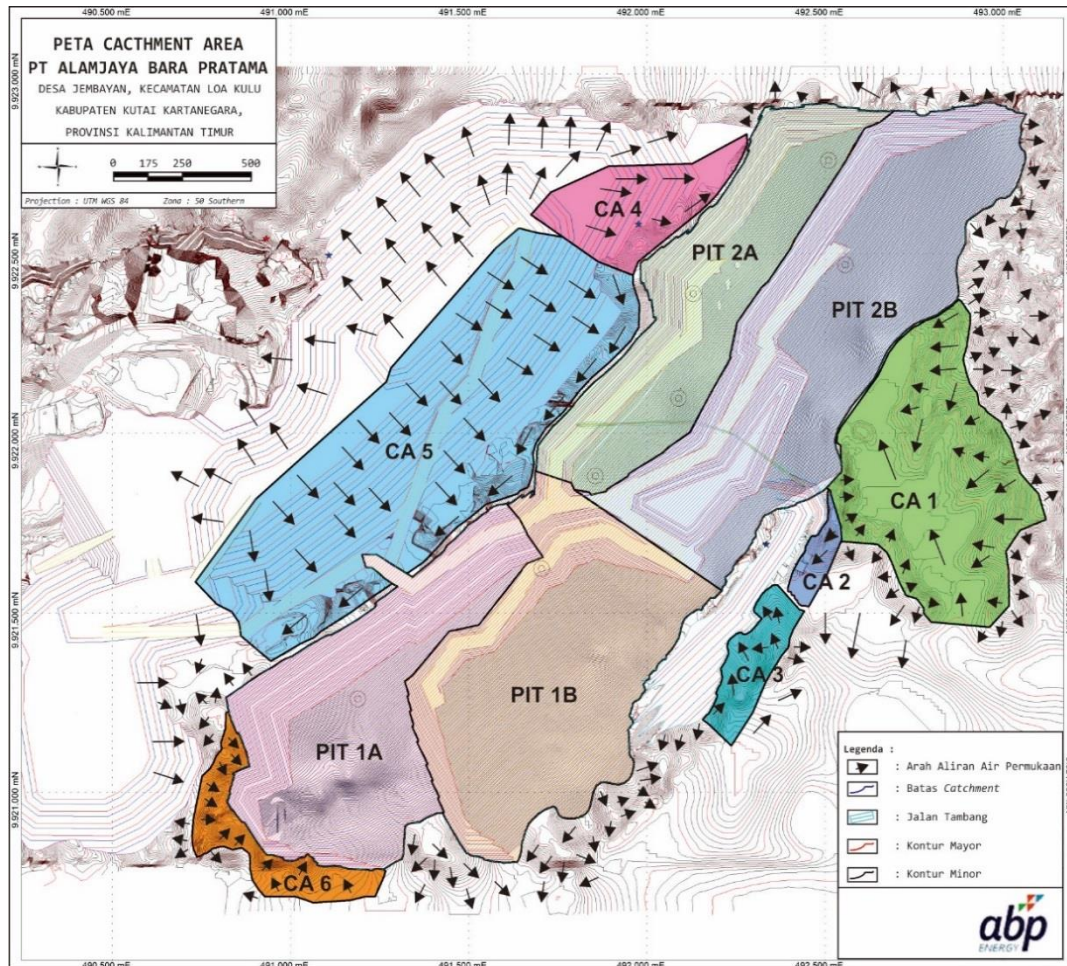
Bersasarkan Tabel 1, maka debit air limpasan yang harus dicegah masuk ke dalam pit adalah 2,79 m³/debit.

Debit air yang langsung masuk ke pit merupakan debit air hujan yang langsung masuk ke bukaan pit. Perhitungan debit air yang langsung ke pit berbeda-beda sesuai dengan luasan tiap pit seperti pada Gambar 1. Berikut ini adalah hasil perhitungan debit air yang langsung masuk ke pit :

Tabel 2. Debit Air yang Langsung Masuk ke Pit

Nama	Kategori Kemiringan	Kategori Tata Guna Lahan	C	I (m/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /detik)
------	---------------------	--------------------------	---	-----------	---------------------	-------------------------	---------------------------

PIT 1A	> 15%	Tambang	0,9	0,012	405.594,77	4.465,56	1,24
PIT 1B	> 15%	Tambang	0,9	0,012	493.707,52	5.435,67	1,51
PIT 2A	> 15%	Tambang	0,9	0,012	337.155,68	3.712,05	1,03
PIT 2B	> 15%	Tambang	0,9	0,012	599.307,39	6.598,32	1,83

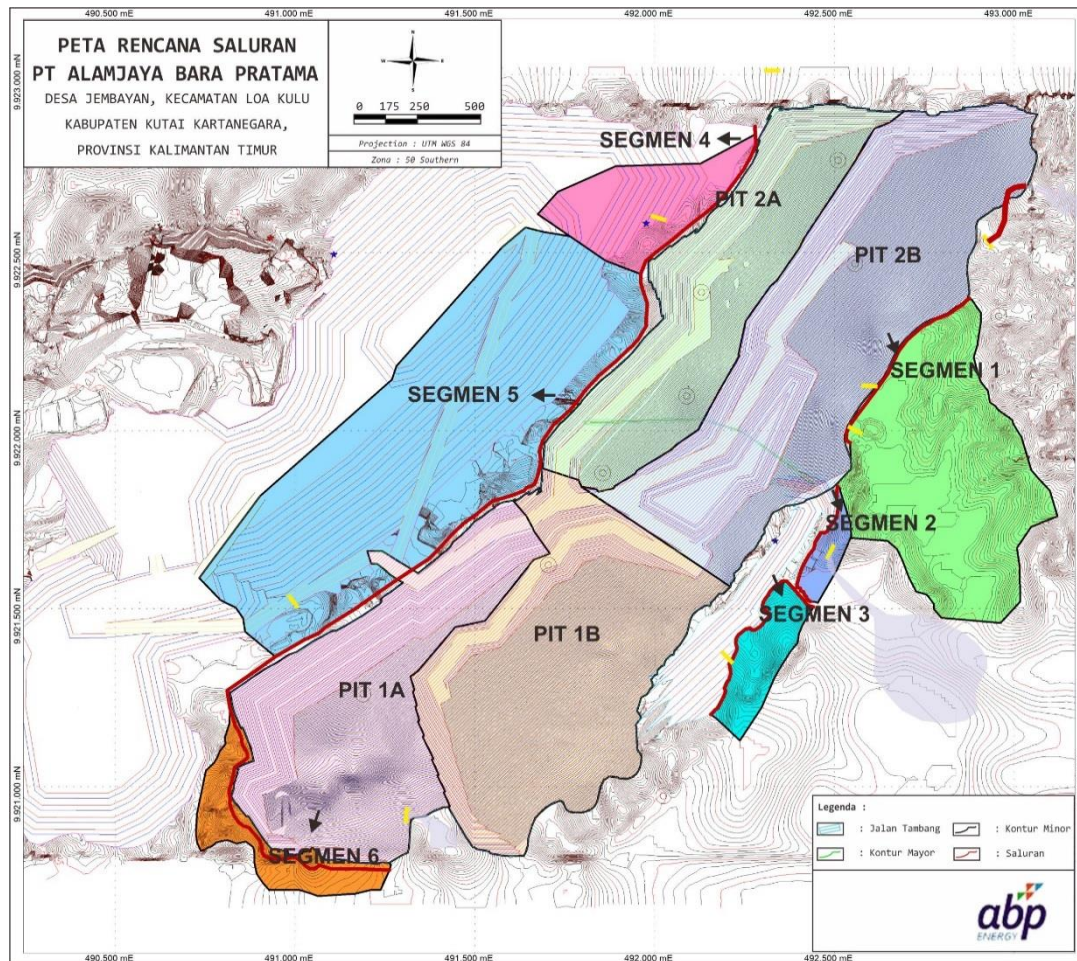


Gambar 1. Peta Catchment Area

2. Perencanaan Saluran Pengalihan

Pembuatan saluran ini bertujuan untuk mengalirkan air limpasan yang berasal dari catchment area secara teratur ke daerah yang memiliki topografi lebih rendah dari saluran.

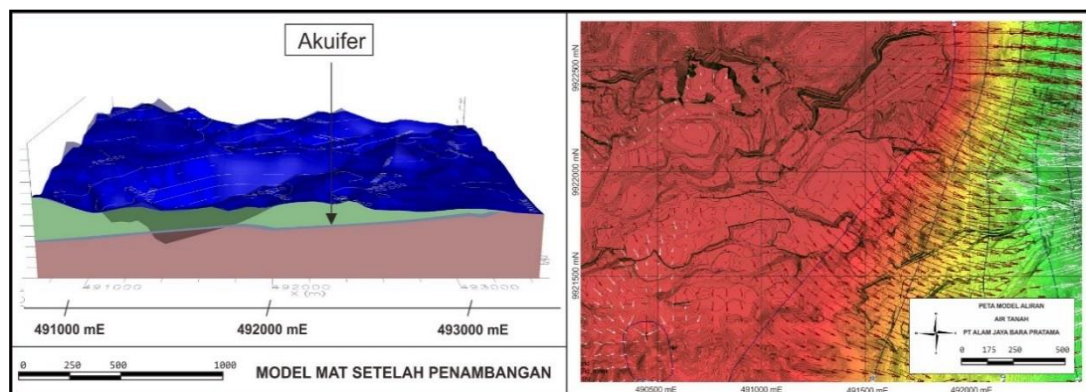
Bentuk penampang paritan yang digunakan adalah bentuk penampang trapesium. Berdasarkan peta *catchment area*, pembagian saluran pengalihan dibagi menjadi 6 segmen. Untuk mempermudah pengerjaan saat di lapangan dibuat seragam berbentuk trapesium dengan tinggi 1,7 m, lebar permukaan 2 m, lebar dasar 1,5 m dan kemiringan dinding saluran sebesar 63,5°.



Gambar 2. Perencanaan Saluran Pengalihan

3. Debit Air Tanah

Debit air tanah atau volume air tanah per satuan waktu adalah air yang masuk ke dalam bukaan tambang (*Pit*) dari rembesan melalui lapisan batuan permeable pada dinding lereng bukaan tambang.



Gambar 3. Moder dan Arah Aliran Air Tanah

Setelah diketahui nilai koefisien permeabilitas, gradien hidrolis, dan luas penampang basah maka debit air tanah dapat dihitung dengan menggunakan Hukum Darcy. Berikut ini adalah debit air air tanah :

Tabel 3. Debit Air Tanah

Kode PIT	Batuan	Panjang Segmen (m)	Tebal (m)	Luas (m ²)	I	Koefisien Permeabilitas (m/detik)	Q (m ³ /detik)
OPT_PIT7_S R8	Batupasir	3.883,84	5,9	22915	0.5	$1,27 \times 10^{-5}$	$1,45 \times 10^{-3}$
IPD_C_4	Batupasir	-	5,9	-	0.5	$9,97 \times 10^{-7}$	-

4. Total Debit Air yang Harus Ditanggulangi

Debit yang masuk untuk setiap pit merupakan akumulasi dari air hujan yang langsung masuk ke pit dan juga air tanah. Berikut ini adalah hasil perhitungan total debit air yang harus ditanggulangi :

Tabel 4. Total Debit Air yang Harus Ditanggulangi

Nama	Panjang Segmen (m)	Tebal (m)	I	Koefisien Permeabilitas [m/detik]	Qa (m ³ /detik)	Qa (m ³ /jam)	Qa (m ³ /hari)
PIT 1A	1.782,63	5,9	0.5	$1,27 \times 10^{-5}$	$6,66 \times 10^{-4}$	2,4	57,58
PIT 1B	1.624,47	5,9	0.5	$1,27 \times 10^{-5}$	$6,07 \times 10^{-4}$	2,19	52,47
PIT 2A	1.657,75	5,9	0.5	$1,27 \times 10^{-5}$	$6,19 \times 10^{-4}$	2,23	53,55
PIT 2B	1.412,01	5,9	0.5	$1,27 \times 10^{-5}$	$5,27 \times 10^{-4}$	1,90	45,61

5. Desain Sump

Untuk *sump* dengan bentuk trapesium kemiringan sump adalah sebesar 60° dengan kedalaman sump rencana adalah 5 m dengan letak sump untuk pit 1A pada elevasi -60 mdpl, untuk pit 1B pada elevasi -65 mdpl, untuk pit 2A pada elevasi -15 mdpl dan untuk pit 2B pada elevasi -54 mdpl.

Tabel 5. Dimensi Sump

Nama	Elevasi Sump (mdpl)	Panjang Permukaan (m)	Lebar Permukaan (m)	Panjang Dasar (m)	Lebar Dasar (m)
PIT 1A	Sump -60	150	150	145	145
PIT 1B	Sump -65	165	165	160	160
PIT 2A	Sump -15	140	140	135	135
PIT 2B	Sump -54	185	185	180	180

Dari perhitungan volume maksimal sump didapatkan selisi antara volume yang harus ditanggulangi dan volume sump seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Selisi Volume Yang Harus Ditanggulangi dan Volume Sump

Nama	Volume Yang Harus Ditanggulangi (m ³)	Volume Sump (m ³)
PIT 1A	107.496	108.813
PIT 1B	130.751	132.063
PIT 2A	89.390	94.563
PIT 2B	158.616	166.563

6. Desain *Sump*

Aspek yang penting untuk menunjang rencana penanggulangan air dalam pit yaitu dengan melakukan pemompaan dengan debit yang besar. Rencana penanggulangan air dalam tambang menggunakan 1 pompa. Dengan penggunaan pompa yang minimal, air yang masuk ke dalam tambang tidak akan terkuras seluruhnya dari total debit yang masuk. Pompa yang digunakan memiliki jam kerja 22 jam, maka debit pompa yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Volume Sisa Air Dalam *Sump*

Nama	Jumlah Pompa	Q Pompa (m ³ /jam)	Q (m ³ /hari)	Jam Kerja Pompa	Sisa Air dalam Sump (m ³)
PIT 1A	1	800,27	107.231,03	22	89.625,05
PIT 1B	1	800,27	130.508,63	22	112.902,66
PIT 2A	1	800,27	89.142,80	22	71.536,83
PIT 2B	1	800,27	158.405,24	22	140.799,27

D. Kesimpulan

- Total debit air limpasan yang akan masuk ke area penambangan dan perlu dilakukan pencegahan (*mine drainage*) untuk periode ulang 5 tahun adalah 2,79 m³/detik atau 10027,30 m³/jam.
- Total Debit air hujan yang langsung masuk ke area penambangan untuk periode ulang 5 tahun adalah 5,61 m³/detik atau 20221,60 m³/jam.
- Debit air tanah yang masuk ke pit saat terjadi pemindahan *overburden* adalah $1,45 \times 10^{-3}$ m³/detik atau 5,23 m³/jam.
- Paritan dibuat berbentuk trapesium dengan tinggi 1,7 m, lebar dasar 1,5 m, lebar permukaan 2 m, dan kemiringan dinding saluran 63,5⁰. Saluran dibuat untuk mencegah debit yang akan masuk ke pit dari daerah tangkapan hujan atau *catchment area*.
- Sump* dirancang dengan kedalam 5 m dengan luasan yang berbeda-beda untuk tiap Pit. Luasan dari *sump* tersebut disesuaikan dengan debit akumulasi dari air tanah dan air yang langsung masuk ke pit pada tiap bagian pit dengan elevasi permukaan yang berbeda pula.
- Pompa yang direncanakan untuk menanggulangi air yang masuk ke pit adalah Multiflo 420 sebanyak 1 unit dengan kapasitas pemompaan 800,27 m³/jam dengan jam kerja pompa 22 jam.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2003, "**Dirt Mud and Density**", *Engineering Tool box*, New York.
- Binder, Raymond C, 1973, "**Fluid Mechanics**", New York.
- Chow, Ven Te, 1964, "**Handbook of Applied Hydrology**", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Binder, Raymond C, 1973, "**Fluid Mechanics**", New York.
- Basuki, Iis, dan Noor, 2009, "**Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum Dengan Berbagai Metode**", Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Jakarta.
- Baradja, U.A., 2015, "**Perencanaan Paritan untuk Menanggulangi Air Limpasan yang Masuk ke Penambangan Batubara Pit 1 Wara PT Adaro Indonesia, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan**", Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Boro, P., 2011, "**Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Di Bukit TLF Tambang Tengah PT. Aneka Tambang Tbk, Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara**", Universitas Negeri Papua, Manokwari.
- Christoper, J. Keylock, 2004, "**Area**", Royal Geographical Society, London.
- Djaendi, 2013, "**Pengantar Sistem Penyaliran Tambang**", Yellow Energi Selaras, Bandung.
- Janna, William, 2013, "**Design of Fluid Thermal System**", New York, United Stated.
- Manning and Delp, 1991, "**Major Diagnosis Fisik**", Jakarta.
- Mudjonarko, Sri, Wiwoho, 2009, "**Aplikasi Metode Nakayasu Guna Prediksi Debit dan Pencegahan Rencana Banjir di Kali Batan Purwoasri, Kediri**", Kediri.
- Moody, L. F. 1944, "**Friction Factors for Pipe Flow**", Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, New York.
- Potter, Merle C., Wiggert, David C, 2008, "**Schaum's Otlime of Fluid Mechanics**", The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Wentworth, C.K., 1922, "**A Scale Of Grade and Class Terms for Clastics Sediments**", University Of Chicago Press, Chicago.