

TUGAS AKHIR
ANALISIS MINE DEWATERING PADA SUMP VICTORIA
DI PIT TAL UTARA TIMUR PT BUKIT ASAM TBK



RAHMAD AULIA
2022310031

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS *MINE DEWATERING* PADA *SUMP VICTORIA* DI *PIT TAL UTARA TIMUR* PT BUKIT ASAM TBK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan (D3) Fakultas Teknik
Universitas Prabumulih**



RAHMAD AULIA

2022310031

Dosen Pembimbing:

Ridho Yovanda, S.T., M.T.

Aris Susilo, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS MINE DEWATERING PADA SUMP VICTORIA DI PITTA UTARA TIMUR PT BUKIT ASAM TBK

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

Oleh:

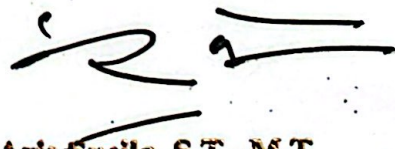
RAHMAD AULIA
2022310031

Pembimbing I



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

Prabumulih, 28 Juli 2025
Pembimbing II



Aris Susilo, S.T., M.T.
NIDN. 0212067701



Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Mine Demutering Pada Stamp Victoria Di Pir Tal Utara Timur PT Bukit Asam Tbk" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Senin Tanggal 28 Juli 2025, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir.

Prabumulih, 28 Juli 2025

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

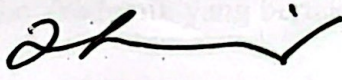
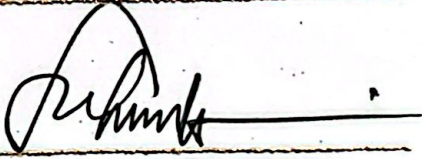
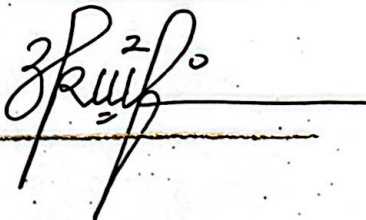
Ketua:

1. (Ahmad Husni. S.T., M.T.)
NIDN. 0206106903

Anggota:

2. (Suhardiman Gumanti. S.T., M.T.)
NIDN. 0221027003

3. (Reni Arisanti. S.T., M.T.)
NIDN. 0207017701

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan




Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmad Aulia

Nim : 2022310031

Judul : Analisis *Mine Dewatering* Pada *Sump* Victoria Di *Pit* Tal Utara Timur PT Bukit Asam Tbk

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat tugas akhir orang lain. Apabila kemudian dari pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Prabumulih, 28 Juli 2025



Rahmad Aulia

2022310031

ABSTRAK

ANALISIS *MINE DEWATERING* PADA *SUMP VICTORIA* DI *PIT TAL UTARA TIMUR PT BUKIT ASAM TBK*

Rahmad Aulia, 2022310031, 2025

Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

xiii + 62 Halaman, 1 Tabel, 10 Gambar, 11 Lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit air masuk ke *Sump Victoria*, menghitung debit air yang dikeluarkan oleh pompa, serta menentukan lama pengeringan sump berdasarkan sistem yang ada. Data yang digunakan berupa data curah hujan selama lima tahun (2020–2024), dimensi *sump*, jenis dan spesifikasi pompa, serta parameter teknis lainnya. Metode analisis melibatkan perhitungan curah hujan rencana dengan metode Gumbel, intensitas hujan dengan metode Mononobe, dan debit limpasan menggunakan rumus rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan rencana sebesar 93,259 mm/hari dengan intensitas 17,10 mm/jam menghasilkan debit limpasan sebesar 13,348 m³/jam. *Sump Victoria* memiliki volume aktual 61.375,91 m³ dan kapasitas efektif sebesar 34.703,87 m³. Dua unit pompa yang digunakan, yaitu Multiflo 420 E dan Multiflo 420 EXHV, masing-masing memiliki debit sebesar 10.706,00 m³/hari dan 8,968.48 m³/hari. Dengan debit masuk sebesar 34.703,87 m³/hari, waktu pengeringan memerlukan sekitar 2 hari. Namun, dengan meningkatkan RPM pompa Multiflo 420 E dari 900 ke 1000 rpm, debit meningkat menjadi 790,10 m³/jam, sehingga waktu pengeringan dapat dikurangi menjadi 1,5 hari. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan *operating speed* pompa dan penambahan sistem saluran seperti ring kanal di area catchment untuk mengurangi beban sump. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam optimalisasi sistem dewatering pada tambang terbuka lainnya agar lebih efisien dan aman.

Kata Kunci : *Mine Dewatering, Sump Victoria, Debit Limpasan, Pompa*

Kepustakaan : 10 (2004 – 2024)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis *Mine Dewatering* Pada *Sump Victoria* Di *Pit* Tal Utara Timur PT Bukit Asam Tbk ”**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Prabumulih Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si.
2. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
3. Bapak Aris Susilo, S.T., M.T. sebagai pembimbing II
4. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
5. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
9. Bapak Justino Leovigildo Medonca, selaku Assistant Vice President Penambangan Air Laya
10. Bapak Desliwandi, selaku Assistant Manager Penambangan Air Laya dan pembimbing lapangan selama pelaksanaan Tugas Akhir
11. Seluruh Supervisor dan karyawan Air Laya
12. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PTBA yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2022 serta semua pihak

yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

14. Terima Kasih juga kepada orang tua saya tercinta Heri Fauzi dan Tetty Mirlia Susantie yang telah men suport saya dalam melakukan Tugas Akhir, serta selalu memberikan semangat dan doa kepada anaknya. Setiap pencapaian yang kuraih, dan keberhasilan di masa depan, akan selalu kupersembahkan untuk orang tua ku tercinta.
15. Terima Kasih juga kepada adik saya Fazle Sutan Aulia dan Dhafir Tsabit Aulia yang telah mendukung penulis untuk melakukan Tugas Akhir serta selalu memberikan dukungan kepada penulis.
16. Kepada seluruh keluarga besar tercinta yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus. Kehadiran dan perhatian kalian menjadi kekuatan besar bagi saya untuk terus melangkah, terutama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga kebahagiaan dan keberkahan senantiasa menyertai kita semua.
17. Kepada rekan – rekan saya Sukajadi Crew dan Dupir yang telah mendukung saya dalam melakukan Tugas Akhir dan memberi semangat.

Penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 28 Juli 2025

Rahmad Aulia
2022310031

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	2
1.6. Metode Penelitian.....	2
1.7. Bagan Alir Penelitian	4
BAB II TINJAUAN UMUM	5
2.1 Profil Perusahaan	5
2.2 Data Umum Perusahaan	6
2.3 Visi Dan Misi Perusahaan	6
2.4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	7
2.5 Peta WIUP PT Bukit Asam Tbk.....	8
2.6 Keadaan Topografi	9
2.7 Keadaan Geologi	10
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	12
3.1 Siklus Hidrologi.....	12

	Halaman
3.2 Sistem Penyaliran Tambang	12
3.3 <i>Mine Dewatering System</i>	13
3.4 Faktor – Faktor Penting Dalam Sistem Penyaliran	14
3.4.1 Curah Hujan	14
3.4.2 Periode Ulang Hujan.....	15
3.4.3 Intensitas Curah Hujan.....	15
3.4.4 Daerah Tangkapan Hujan	16
3.4.5 Air Limpasan	16
3.4.6 Kolam Penampungan (<i>sump</i>).....	17
3.5 Saluran Terbuka.....	17
3.6 Pemompaan Dan Pipa.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Debit Air Yang Masuk Ke <i>Sump</i>	20
4.1.1 <i>Catchment Area</i>	20
4.1.2 Curah Hujan Rencana	20
4.1.3 Intensitas Curah Hujan.....	21
4.1.4 Debit Limpasan	21
4.1.5 Saluran Terbuka	21
4.2 Perhitungan Lama Pengeringan <i>Sump</i>	22
4.2.1 Analisis Pompa Yang Ada di <i>Sump</i>	22
4.2.2 Volume <i>Sump</i> Victoria.....	23
4.2.3 Jenis Pipa	23
4.3 Perhitungan <i>Head</i> Pompa	23
4.4 Optimalisasi Pompa Di <i>Sump</i>	24
4.4.1 Analisis Pengeringan <i>Sump</i> Dengan Meningkatkan RPM.....	25
BAB V PENUTUP	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Bagan Alir Penelitian	4
Gambar 2. 1 Struktur Organisasi.....	7
Gambar 2. 2 Peta WIUP PTBA	8
Gambar 2. 3 Peta Geologi Regional PTBA	10
Gambar 3. 1 Siklus Hidrologi	12
Gambar 3. 2 Saluran Terbuka Bentuk Trapesium.....	17
Gambar 4. 1 Sump Victoria	21
Gambar 4. 2 Pompa.....	22
Gambar 4. 3 Pipa HDPE	23
Gambar 4. 4 Grafik Rekomendasi RPM Pompa Multiflo 420 E	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4. 1 Dimensi Saluran Terbuka	22

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Dokumentasi Lapangan	28
Lampiran B Mengukur <i>Catchment Area</i>	30
Lampiran C Spesifikasi Pompa.....	32
Lampiran D Tabel Curah Hujan.....	37
Lampiran E Perhitungan Curah Hujan Rencana	38
Lampiran F Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	42
Lampiran G Nilai Koefisien.....	43
Lampiran H Perhitungan Debit Air Limpasan	44
Lampiran I Perhitungan Debit Pemompaan	45
Lampiran J <i>Head</i> Pompa	49
Lampiran K Efisiensi Pompa	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Bukit Asam Tbk (PTBA) merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri maupun kebutuhan luar negeri. Lokasi penelitian terletak di *Pit Mahayung 1* PTBA wilayah Tanjung Enim Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan.

Kegiatan penambangan batubara di Tambang Terbuka Tanjung Enim, Sumatera Selatan, memiliki tantangan tersendiri terkait kondisi hidrologi dan hidrogeologi di wilayah tersebut. Salah satu tantangan utama adalah masuknya air dari curah hujan ke dalam area penambangan. Apabila tidak dikendalikan secara efektif, air ini dapat menyebabkan genangan, menghambat aktivitas operasional, menurunkan stabilitas lereng, serta meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Oleh karena itu, sistem *mine dewatering* atau sistem penyaliran tambang memainkan peran penting dalam menjaga kelancaran proses produksi. Tambang Tanjung Enim yang dikelola oleh PTBA memiliki karakteristik geologi dan curah hujan yang cukup tinggi, sehingga memerlukan sistem penyaliran yang andal dan efisien. Sistem *mine dewatering* di lokasi ini mencakup beberapa komponen penting seperti sump (kolam penampungan), pompa, saluran pengalir, pipa. Kinerja dari masing-masing komponen ini harus dianalisis secara menyeluruh agar dapat menyesuaikan dengan debit air masuk yang bervariasi setiap waktu, terutama saat musim hujan.

Analisis sistem *mine dewatering* diperlukan untuk mengevaluasi apakah kapasitas sistem saat ini mampu menangani debit air aktual, serta untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dari sisi teknis seperti, efisiensi pompa, dan penempatan jalur pembuangan air. Dengan melakukan analisis yang terfokus dan berbasis data lapangan di tambang Tanjung Enim, diharapkan sistem penyaliran dapat berjalan lebih optimal, mendukung kelancaran kegiatan penambangan, serta meningkatkan aspek keselamatan dan efisiensi operasional tambang. (Sinaga, 2024)

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada Analisis *Mine Dewatering* yang di terapkan di *Sump Victoria Pit* TAL Utara Timur PTBA.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui debit air yang masuk ke *sump* Victoria TAL Utara Timur
2. Mengetahui waktu *sump* dikeringkan menggunakan 2 pompa Multiflo 420 E dan Multiflo 420 EXHV
3. Mengetahui Total *Head* pada pompa Multiflo 420 E dan Multiflo 420 EXHV
4. Menganalisis *sump* dengan menaikkan debit pada pompa Multiflo 420 E

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat Penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Pada penelitian ini peneliti dapat memahami kinerja pompa yang efisien untuk memastikan bahwa air yang masuk pada area tambang dapat di cegah dan di alirkan dengan baik tanpa mengganggu aktivitas penambangan dan dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat selama menjalankan perkuliahan ke dunia kerja.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam mengatasi masalah yang akan dihadapi saat didunia kerja nanti dan dapat dijadikan reperesi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilakukan di PTBA, Sumatera Selatan Tanjung Enim, Khususnya pada *Pit* TAL Utara Timur *Sump* Victoria. Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, dari tanggal 10 Maret – 09 Mei 2025.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian tugas akhir ini yang sebagai berikut:

1. Observasi lapangan

Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari observasi langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data primer dan data sekunder.

2. Pengambilan Dan Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- a. Data primer adalah data yang didapat dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Data primer ini adalah data yang bersifat variabel dan berubah misalnya:
 - 1) *Head* Pompa
 - 2) Diameter Pipa
 - 3) Jumlah Pompa
 - 4) Luas *Catchment Area*
 - 5) Dokumentasi Lapangan
- b. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber – sumber pustaka dan perusahaan yang berhubungan dengan tugas akhir ini antara lain:
 - 1) Data Curah Hujan Selama 5 Tahun
 - 2) Data Spesifikasi Pompa
 - 3) Jenis Pipa
 - 4) Debit Pompa

3. Analisis Hasil Pengolahan Data

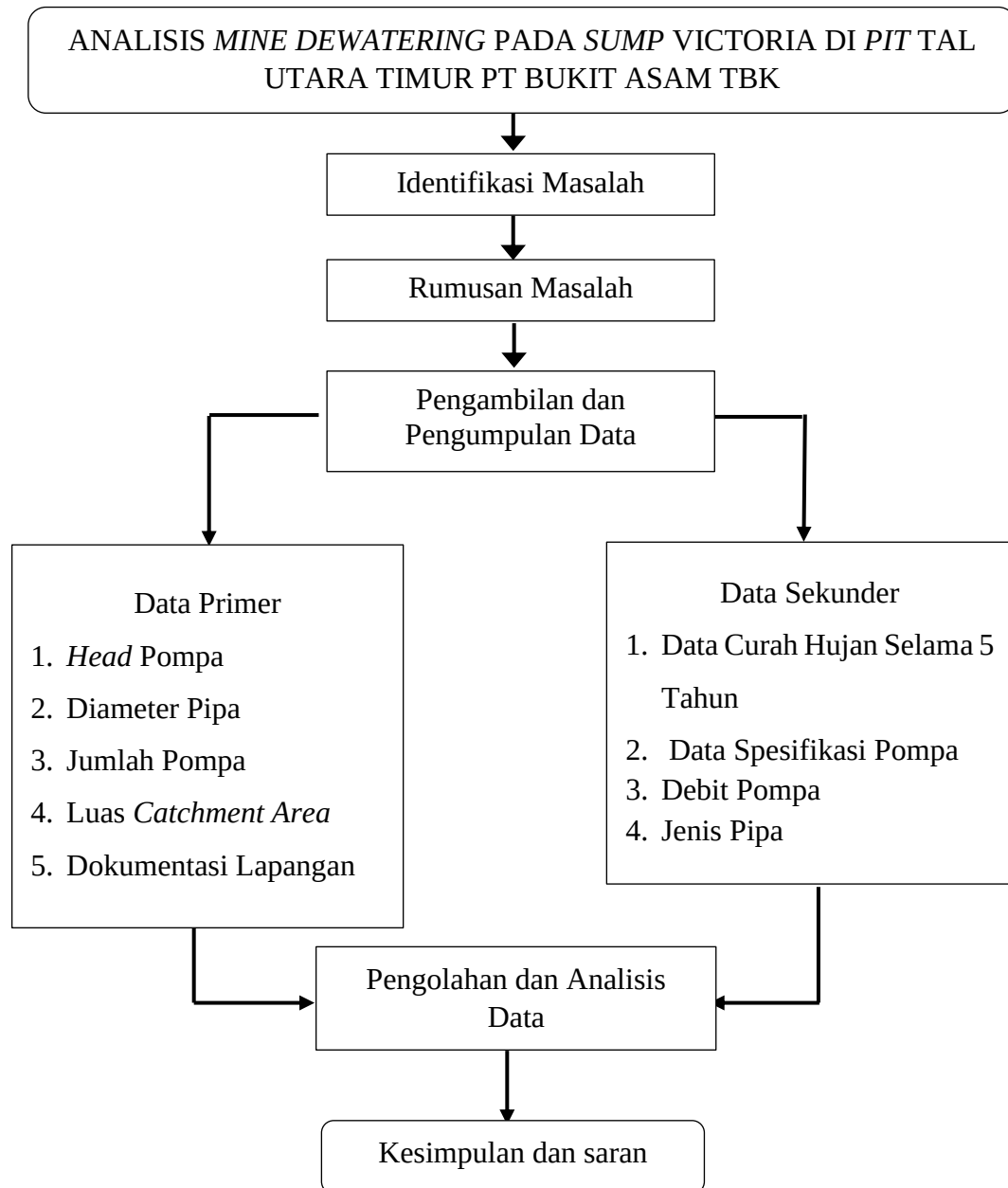
Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan selama di lapangan akan dilakukan pengolahan data berupa perhitungan dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang terkait. Hasil pengolahan data dapat berbentuk angka hasil perhitungan, tabel-tabel yang berhubungan dengan penelitian Tugas Akhir.

4. Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan analisis terhadap seluruh data yang dikumpulkan. Kesimpulan ini bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian dan memberikan gambaran umum tentang Analisis *Mine Dewatering* di PTBA.

1.7 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dari kegiatan penelitian yang dilakukan dengan tahapan dari penelitian Gambar 1.1 berikut:



Sumber: Penulis 2025

Gambar 1. 1 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Profil Perusahaan

Pada rentang waktu antara tahun 1923 hingga 1940, Tambang Air Laya mulai menerapkan metode penambangan bawah tanah. Kegiatan produksi untuk tujuan komersial resmi dimulai pada tahun 1938. Seiring berakhirnya masa penjajahan Belanda di Indonesia, para pekerja lokal mulai memperjuangkan perubahan status tambang agar menjadi milik bangsa sendiri. Upaya tersebut membuahkan hasil pada tahun 1950, ketika Pemerintah Republik Indonesia meresmikan pembentukan Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA).

Pada 29 November 2017, PTBA (PTBA) mencatatkan momen penting melalui Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa (RUPSLB) yang membahas tiga agenda utama. Pertama, perubahan status PTBA dari Persero menjadi Non-Persero sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2017 terkait penambahan penyertaan modal negara ke dalam PT Inalum (Persero). Kedua, persetujuan pelaksanaan pemecahan nominal saham (*stock split*). Ketiga, perubahan susunan pengurus perusahaan. Dengan pengalihan kepemilikan saham pemerintah ke Inalum, PTBA bersama dua perusahaan lainnya resmi menjadi bagian dari Holding BUMN Industri Pertambangan, dengan Inalum sebagai induk holding. Pada 14 Desember 2017, PTBA (PTBA) melakukan pemecahan nilai nominal saham (*stock split*) sebagai langkah strategis untuk meningkatkan likuiditas saham di Bursa Efek Indonesia dan memperluas kepemilikan saham oleh berbagai lapisan investor. Aksi ini juga mendukung program “Yuk Nabung Saham” dan mencerminkan komitmen kuat perusahaan dalam meningkatkan kinerja bisnisnya PTBA. di Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) memiliki beberapa site dalam wilayah Kuasa Pertambangan, yaitu:

1. Tambang Air Laya (TAL)

Pada lokasi Tambang Air Laya (TAL), kegiatan penambangan dilakukan dengan dua metode, yaitu metode konvensional mining kombinasi antara excavator dump truck dan metode continuous mining yang merupakan suatu sistem penambangan yang berkesinambungan dengan menggunakan BWE (Bucket

Wheel Excavator) sebagai alat utama atau dikenal juga dengan istilah BWE sistem. Pada metode BWE sistem ini sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak PTBA sedangkan untuk penambangan dengan metode kombinasi excavator-dump truck dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori batubara yang terdapat di Tambang Air Laya (TAL) berkisar antara 6.300-7.300 kkal/kg (adb).

2. Tambang Muara Tiga Besar (MTB)

Tambang Muara Tiga Besar (MTB) terdiri atas dua lokasi, yaitu Muara Tiga Besar Utara (MTBU) dan Muara Tiga Besar Selatan (MTBS). Operasi penambangan di Muara Tiga Besar ini menggunakan metode kombinasi antara excavator-dump truck yang semuanya dikerjakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori batubara yang terdapat di Muara Tiga Besar berkisar antara 5.300-6.300 kkal/kg (adb). Spesifikasi ini sesuai dengan kebutuhan PLTU Suralaya dan PLTU BukitAsam.

3. Tambang Banko Barat

Tambang Banko Barat saat ini terdiri atas Pit 1, Pit 2, Pit 3, Pit E. Pekerjaan penambangan batubara dilakukan oleh Swakelola dengan kontraktor PT Perusahaan Pengelola Aset (PPA) dan kontraktor PT Satria Bahana Sarana (SBS), Pama Persada Nusantara (PAMA) dengan menggunakan metode kombinasi antara excavator-dump truck.

2.2 Data Umum Perusahaan

Data Umum Perusahaan

Nama : PT. Bukit Asam Tbk
 Alamat : Jalan Parigi No.1 Talang Jawa, Tanjung Enim,
 Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim,
 Provinsi Sumatera Selatan, Kode Pos 31716
 Telp. :0734-451096
 Email : corsec@PTBATbk.co.id
 Website : <http://www.PTBATbk.co.id>

2.3 Visi Dan Misi Perusahaan

Adapun visi dan misi PTBA, Tbk sebagai berikut:

1. Visi

Menjadi perusahaan energi kelas dunia yang peduli lingkungan.

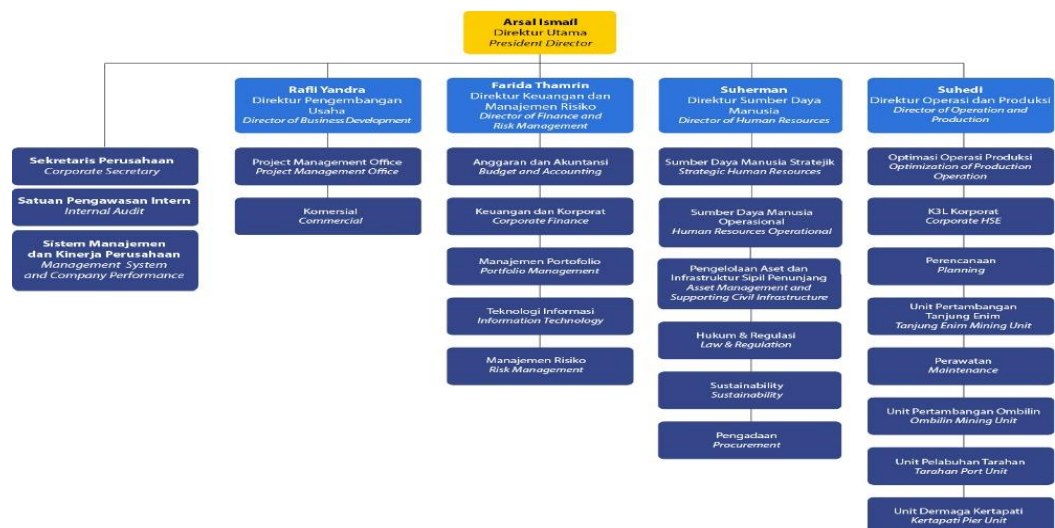
2. Misi

Mengelola sumber energi dengan mengembangkan kompetensi korporasi dan keunggulan insani untuk memberikan nilai tambah maksimal bagi stakeholder dan lingkungan.

2.4 Struktur Organisasi Perusahaan

1. Struktur Organisasi Umum

Struktur organisasi perusahaan dibuat untuk meningkatkan kinerja dari setiap divisi penyokong dalam suatu perusahaan diharapkan mampu mendukung pencapaian target disetiap tahunnya. Penyusunan struktur organisasi dibuat berdasarkan spesifikasi dan fungsi kinerja yang ada sehingga dapat dipertanggung jawabkan. Berdasarkan Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa (RUPSLB) tanggal 27 Desember 2006, anggota direksiberubah dari lima orang menjadi enam orang, dan dalam organisasi baru ini terdapat dua direktorat yang tugasnya menjadi lebih fokus, yaitu Direktorat Niaga dan Direktorat Pengembangan Usaha. Direktur Niaga fokus pada upaya peningkatan dan efisiensi biaya melalui proses pengadaan barang dan jasa berdasarkan prinsip *Good Corporate Governance* (GCG). Berikut struktur organisasi PT. Bukit Asam Tbk dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:

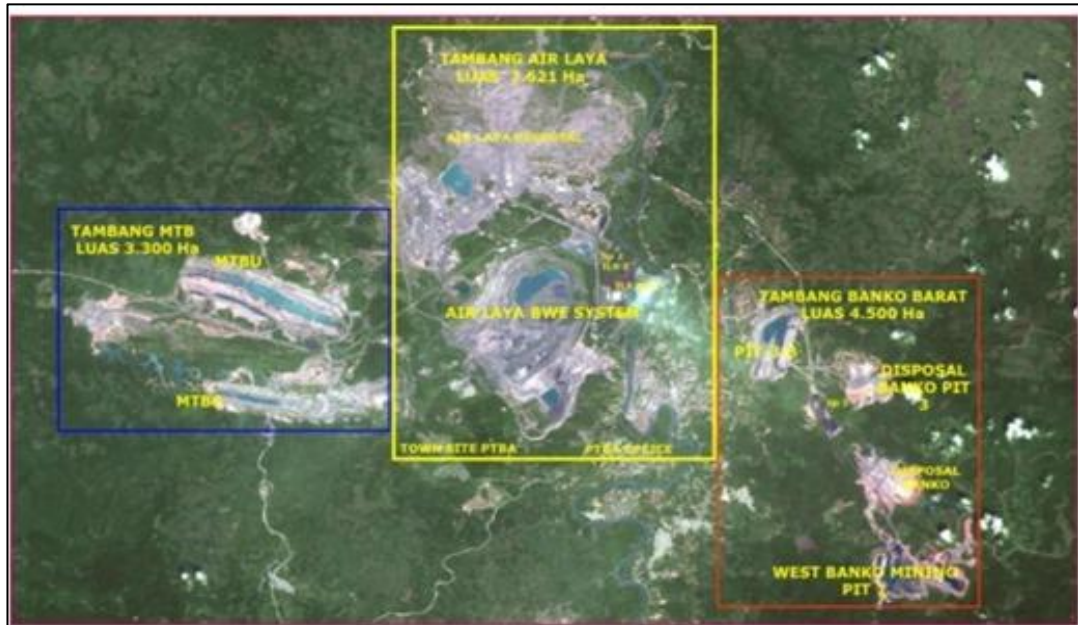


Sumber: Website PTBA, 2024

Gambar 2. 1 Struktur Organisasi

2.5 Peta WIUP PT Bukit Asam Tbk

PT. Bukit Asam Tbk di Unit Penambangan Tanjung Enim (UPTE) beberapa site di Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) yaitu dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Sumber: Website PTBA, 2024

Gambar 2. 2 Peta WIUP PTBA

1. Tambang Muara Tiga Besar

Tambang Muara Tiga Besar (MTB) menggunakan sistem penambangan dengan shovel dan truck. Semua dikerjakan oleh pihak ketiga yaitu PT. Pama Persada Nuantara. Di MTB ada dua wilayah penambangan, yaitu Muara Tiga Besar Utama (MTBU) dan Muara Tiga Besar Selatan (MTBS). Cara kerja sistem penambangan MTB dimulai dengan land clearing (pembersihan semak- semak dan pepohonan), pengupasam topsoil (tanah pucuk), pengupasan overburden (tanah penutup) dengan shovel, lalu diangkat dengan dengan dump truck. Tanah diangkut menuju lokasi penimbunan sedangkan batubara ditumpuk di stockpile.

2. Tambang Air Laya

Pada lokasi Tambang Air Laya terdapat dua metode penambangan utama yaitu metode shovel dan truck (menggunakan excavator dan dump truck) serta memanfaatkan Bucket Wheel Excavator (BWE) sistem untuk mengangkut batubara dari temporary menuju ke stockpile. Pada metode BWE, sistem ini

sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Semua hasil penggalian batubara dengan metode shovel dan truck akan ditampung di temporary gerbong untuk dikirim ke pelabuhan Tarahan (Lampung) dan dermaga Kertapati (Palembang) menggunakan kereta api yang memiliki 40-60 gerbong sekali jalan, dengan kapasitas 30-50ton untuk satu gerbong kemudian dipasarkan baik untuk keperluan domestik maupun keperluan ekspor.

3. Banko Barat

Tambang Banko Barat memiliki luas WIUP 4500 Ha. Tambang Banko Barat yang terdiri dari Pit 1, Pit 2, Pit 3, dan Pit E. dimana pada masing-masing Pit telah dibagi lagi Pit 1 Utara dan Pit 1 Timur, sedangkan pada Pit 3 dibagi menjadi Pit 3 Timur dan Pit 3 Barat dipegang oleh kontraktor yaitu PT. SMJ (Sumber Mitra Jaya) dan Pit 3 Timur oleh PT BKPL (Bangun Karya Pratama Lestari). Pada Pit 3 Timur, pengelolaan dipegang oleh PT SMJ, di Pit 1 Utara oleh Swakelola PTBA. Untuk mendukung produktivitas dan efisiensi kerja PTBA mengoperasikan tiga pelabuhan khusus batubara, yaitu:

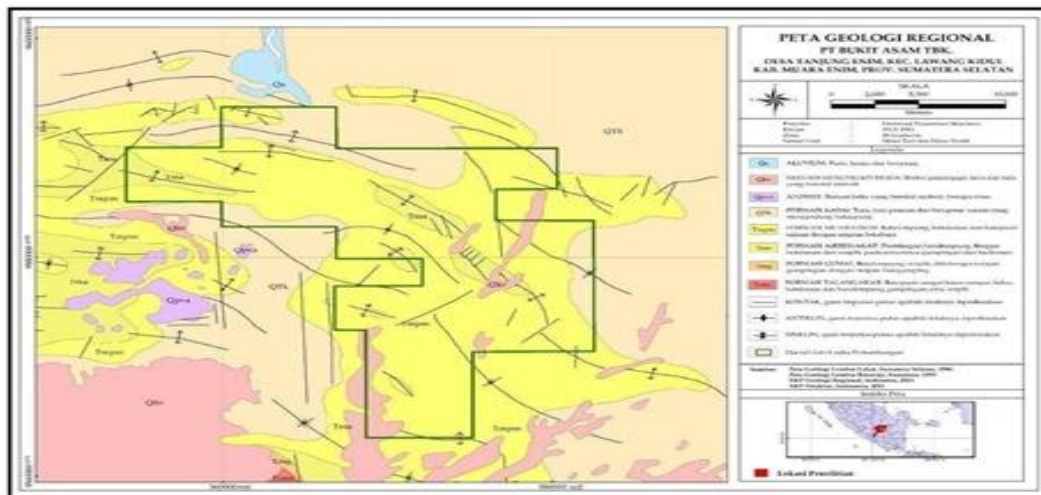
1. Pelabuhan Tarahan (Lampung)
2. Pelabuhan Kertapati (Sumatera Selatan)
3. Pelabuhan Teluk Bayur (Sumatera Barat)

2.6 Keadaan Topografi

Keadaan Topografi Secara umum daerah tambang PTBA mempunyai topografi yang bervariasi mulai dari daratan rendah, hingga perbukitan. Dataran rendah menempati sisa bagian Selatan, yaitu daerah yang terdapat aliran sungai-sungai kecil yang bermuara di Sungai Lawai dan Sungai Lematang dengan ketinggian ± 50 meter di atas permukaan laut. Daerah perbukitan terdapat bagian Barat dengan elevasi tertinggi lebih kurang 282 meter di atas permukaan laut.

2.7 Keadaan Geologi

Struktur geologi yang berkembang adalah antiklin yang membentuk kubah, sesar normal, sesar-sesar minor dengan pola radial, dan sesar yang tidak menerus sampai bagian bawah dari lapisan batuan yang ada. Hal ini terjadi sebagai akibat dari intrusi andesit di daerah cadangan dan juga dipengaruhi adanya gaya tektonik pada zaman pliosen dengan arah utama utara - selatan. Secara regional wilayah penambangan PT. Bukit Asam Tbk termasuk dalam Sub Cekungan Palembang yang merupakan bagian dari cekungan Sumatra Selatan dan terbentuk pada jaman Tersier. Sub cekungan Sumatera Selatan yang diendapkan selama jaman Kenozoikum terdapat urutan litologi yang terdiri atas dua kelompok besar, yaitu kelompok Telisa dan kelompok Palembang. Kelompok Telisa terdiri dari formasi lahat, formasi talang akar, formasi baturaja dan formasi gumai dapat di lihat pada gambar 2.3 berikut:



Sumber: Website PTBA, 2024

Gambar 2. 3 Peta Geologi Regional PTBA

Kelompok Palembang terdiri dari Formasi Air Bekanat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai.

1. Formasi lahat

Formasi lahat diendapkan tidak selaras di atas batuan pra tersier pada lingkungan darat. Formasi ini berumur Oligosen bawah, tersusun oleh tuffa breksi, lempung tuffan, breksi dan konglomerat. Pada tempat yang lebih dalam fasiesnya berubah menjadi serpih tuffan, batu lanau dan batu pasir dengan sisipan batubara. Ketebalan formasi ini berkisar antara 0 - 300 m.

2. Formasi talang akar

Formasi talang akar diendapkan tidak selaras di atas formasi lahat. Formasi ini berumur oligosen atas sampai oligosen bawah, tersusun oleh batu pair, batu sampingan, batu lempung dan batu lempung sisipan batubara. Formasi talang akar diendapkan di lingkungan fluviatil, delta dan laut dangkal dengan ketebalan berkisar 0 - 400 meter.

3. Formasi baturaja

Formasi baturaja diendapkan selaras di atas formasi talang akar. Formasi ini berumur miosen bawah yang tersusun oleh napal, batu gamping terumbu, Ketebalan formasi ini berkisar antara 0 - 400 meter.

4. Formasi gumai

Formasi gumai diendapkan selaras di atas formasi baturaja yang berumur miosen bawah sampai miosen tengah. Formasi ini tersusun oleh serpih dan sisipan napal dengan batu amping di bagian bawah. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah laut dalam dengan ketebalan 300 - 2200 meter.

5. Formasi air

Formasi air bekanat diendapkan selaras di atas formasi gumai yang berumur miosen tengah tersusun oleh batu lempung pasir dan batu pasir glaukonitan. Formasi air bekanat diendapkan pada lingkungan laut neritic dan berangsur menjadi laut dangkal, dengan ketebalan antara 100 - 800 meter. 6.

6. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim diendapkan selaras di atas formasi bekanat. Formasi ini berumur miosen atas yang tersusun oleh batupasir lempungan dan batubara. Formasi ini merupakan pengendapan lingkungan laut neritic sampai rawa, dengan ketebalan berkisar antar 150 - 750 meter.

7. Formasi kasai

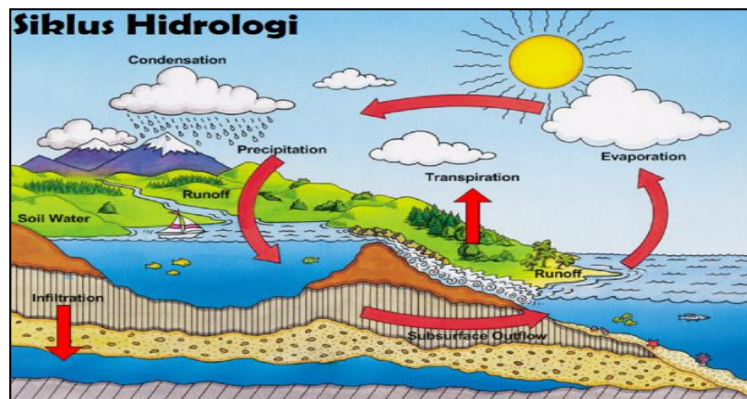
Formasi kasai diendapkan selaras di atas formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun oleh batubara tuffan yang dicirikan berwarna putih, batu lempung dan sisipan batubara tipis seperti yang tersingkap di daerah suban. Lingkungan pengendapan formasi kasai ini adalah dari sampai transisi formasi yang ada disekitarnya.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses kontinu di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Air dalam bentuk uap naik ke atmosfer, mengalami kondensasi, dan berubah menjadi titik-titik air yang membentuk awan. Titik-titik air ini kemudian jatuh sebagai hujan ke permukaan laut atau daratan. Siklus Hidrologi dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Sumber: Emodul geografi

Gambar 3. 1 Siklus Hidrologi

Sebagian air hujan yang jatuh ke daratan akan meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi, sementara sebagian lainnya mengalir di permukaan tanah sebagai aliran permukaan (*surface runoff*). Air dari aliran permukaan ini akan mengisi cekungan tanah, danau, atau sungai, dan pada akhirnya bermuara di laut. Air yang meresap ke dalam tanah juga mengalami perkolasi, yang mengisi cadangan air tanah. Air tanah ini bisa keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Aliran sungai ini pada akhirnya akan menuju laut. Proses ini berlangsung terus-menerus dan dikenal sebagai siklus hidrologi. (Kurniada, 2022)

3.2 Sistem Penyaliran Tambang

Pengelolaan air dalam operasi pertambangan merupakan aspek krusial yang mempengaruhi efisiensi dan keamanan kegiatan. Sistem penyaliran tambang mencakup serangkaian metode dan infrastruktur yang dirancang untuk mengontrol aliran air di area pertambangan. Menurut beberapa pakar di bidang ini, tujuan utama

sistem penyaliran adalah menjaga area kerja tetap kering dan aman dari genangan air. Sangat penting untuk memastikan kelancaran operasional dan meminimalkan risiko yang terkait dengan akumulasi air berlebih.

Sistem penyaliran tambang umumnya terdiri dari beberapa komponen utama. Pertama, saluran pengalihan yang berfungsi mengalihkan air permukaan dari luar area tambang. Kedua, sistem pemompaan untuk mengeluarkan air yang terkumpul di dalam *pit*. Ketiga, kolam pengendapan yang berperan dalam pengolahan air sebelum dilepaskan ke lingkungan. Beberapa peneliti menekankan pentingnya perencanaan sistem penyaliran yang komprehensif. Ini melibatkan analisis hidrogeologi, perhitungan debit air, dan pemodelan aliran air. Pendekatan ini membantu dalam merancang sistem yang efektif dan efisien.

Faktor-faktor seperti topografi, iklim, dan karakteristik batuan setempat sangat mempengaruhi desain sistem penyaliran. Misalnya, di daerah dengan curah hujan tinggi, kapasitas sistem perlu disesuaikan untuk menangani volume air yang lebih besar. Inovasi teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam manajemen air tambang. Penggunaan sensor dan sistem monitoring *real-time* memungkinkan pengelolaan air yang lebih responsif dan akurat. Beberapa ahli menyoroti potensi teknologi ini dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan. (Gunawan T. D., 2020)

3.3 Mine Dewatering System

Mine dewatering merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke lokasi penambangan. (Fortuna, 2024). Adapun metode mine dewatering adalah sebagai berikut:

A. Metode Saluran Terbuka

Metode ini merupakan metode penyaliran yang paling murah dibandingkan dengan metode yang lainnya. Beberapa lubang paritan dibuat pada lokasi penambangan guna menampung sementara serta mengalirkan air limpasan, sehingga tidak mengganggu pekerjaan tambang.

B. Metode Pemompaan

Sistem ini diterapkan untuk mengalirkan air yang telah masuk ke daerah penambangan menuju keluar. Air yang dikumpulkan pada ceruk, kemudian dipompa menuju saluran terbuka diluar pit, setelah itu akan

dialirkan menuju kolam pengendapan untuk proses selanjutnya. Jumlah dan kapasitas pompa menyesuaikan debit air yang masuk ke dalam lokasi penambangan. Apabila kapasitas pompa lebih besar dari debit air yang masuk, maka penggunaan pompa bisa secara periodik sehingga pompa tidak mengalami kelelahan.

3.4 Faktor – Faktor Penting Dalam Sistem Penyaliran

Faktor-faktor penting dalam merancang sistem penyaliran tambang adalah sebagai berikut: (Nauli, 2024)

3.4.1 Curah Hujan

Hujan adalah fenomena jatuhnya air ke permukaan Bumi, hasil dari kondensasi uap air di atmosfer. Dalam konteks penambangan, manajemen drainase terutama berfokus pada pengendalian air permukaan, mengingat mayoritas air yang memasuki zona operasi berasal dari air hujan. (Zain, 2020)

Air yang terakumulasi di area tambang dikumpulkan dalam cekungan penampungan. Selanjutnya, air tersebut dievakuasi menggunakan sistem pompa melalui jaringan pipa menuju fasilitas pengendapan/KPL. Aliran yang meluap dari fasilitas ini dialirkan keluar dari zona tambang atau ke badan air terdekat, sementara sedimen yang mengendap dibersihkan secara berkalah.

Intensitas hujan diukur sebagai volume air yang jatuh pada area tertentu, umumnya dinyatakan dalam milimeter. Sebagai ilustrasi, 1 mm curah hujan sama dengan 1 liter air yang jatuh pada permukaan seluas 1 meter persegi. Dalam operasi tambang terbuka, hujan merupakan sumber utama air permukaan yang perlu dikelola.

Curah hujan menjadi parameter krusial dalam desain sistem drainase tambang, karena volumenya secara langsung mempengaruhi kuantitas air yang harus ditangani. Pengukurannya dapat dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas atau, lebih umum, sebagai ketinggian air dalam milimeter. Proses pengamatan curah hujan dilakukan menggunakan instrumen khusus yang dirancang untuk mengukur volume presipitasi.

Salah satu metode dalam analisa frekuensi yang sering digunakan dalam menganalisa data curah hujan adalah metode distribusi ekstrim, atau juga dikenal

dengan metode distribusi Gumbel (Suwandhi 2004). Persamaan Gumbel tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_t = X + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) (S) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

X = Curah hujan rata-rata (mm)

Y_t = *Reduce Variate*

Y_n = *Reduce Mean*

S = *Standart Deviation*

S_n = *Reduce Standart Deviation*

3.4.2 Periode Ulang Hujan

Periode ulang hujan merujuk pada estimasi frekuensi kejadian curah hujan maksimum dalam rentang waktu tahunan. Ketika suatu nilai curah hujan tertentu (X) diproyeksikan terjadi sekali dalam rentang n tahun, maka n tahun tersebut dapat dianggap sebagai siklus berulang untuk intensitas hujan (X).

Untuk memperkirakan curah hujan yang direncanakan, seringkali digunakan metode distribusi statistik tertentu. Salah satu pendekatan yang umum diaplikasikan adalah model Gumbel. Dalam penerapannya, metode ini mempertimbangkan beberapa parameter kunci, meliputi Rerata curah hujan, Deviasi standar, Deviasi standar tereduksi, Variabel tereduksi, Rerata tereduksi. Penggunaan model ini memungkinkan perencana untuk membuat proyeksi curah hujan yang lebih akurat, yang sangat penting dalam berbagai aspek perencanaan infrastruktur dan manajemen sumber daya air.

3.4.3 Intensitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan sebagai volume air hujan dalam interval waktu singkat, umumnya dinyatakan dalam satuan milimeter per jam. Penghitungan intensitas ini sering menggunakan formula Mononobe, terutama ketika data yang tersedia hanya mencakup curah hujan harian. Gautama, R. S. 2019.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/ jam)

R_{24} = curah hujan dalam t menit (mm/jam)

t = lama hujan (jam)

3.4.4 Daerah Tangkapan Hujan

Area resapan presipitasi didefinisikan sebagai wilayah di mana air hujan yang jatuh akan mengalir ke zona yang lebih rendah menuju titik konvergensi. Ketika hujan turun, sebagian air meresap ke dalam tanah, sebagian tertahan oleh vegetasi, dan sisanya tertahan oleh kontur permukaan bumi sebelum akhirnya mengalir ke daerah yang lebih rendah.

Perlu diperhatikan bahwa tidak semua air yang mengalir di permukaan berkontribusi pada sistem drainase. Penentuan luas area tangkapan dilakukan dengan menganalisis peta kontur elevasi. Proses ini melibatkan identifikasi puncak-puncak bukit atau gunung, lembah-lembah di antaranya, serta mempertimbangkan arah aliran air dan jaringan sungai yang ada di wilayah yang diteliti. Setelah batas-batas area tangkapan ditentukan, perhitungan luasnya dilakukan pada peta kontur. Metodenya melibatkan penghubungan titik-titik tertinggi di sekeliling area tambang untuk membentuk poligon. Dengan mempertimbangkan arah aliran air potensial, luas area kemudian dihitung menggunakan perangkat lunak khusus.

3.4.5 Air Limpasan

Aliran permukaan merujuk pada bagian air hujan yang mengalir di atas tanah menuju badan air seperti sungai, danau, atau laut. Fenomena ini terjadi ketika air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah, baik karena intensitas yang tinggi atau faktor lain seperti kemiringan lahan dan tutupan vegetasi. Perhitungan volume aliran permukaan menggunakan rumus khusus.

$$Q = C \times I \times A \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

Q = debit limpasan (m^3/s)

C = koefisien air limpasan

I = intensitas curah hujan (mm/s)

A = luasan daerah pengaliran (m^2)

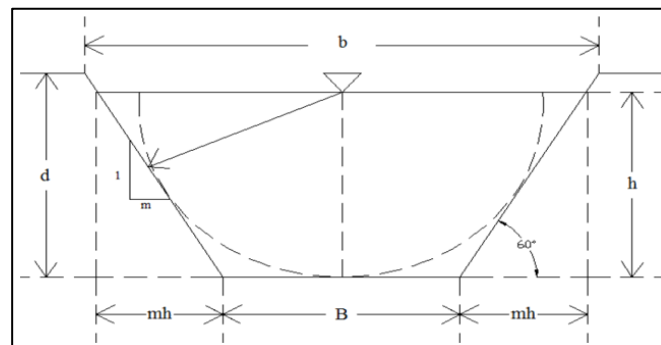
3.4.6 Kolam Penampung (*Sump*)

Kolam penampungan berfungsi sebagai tempat pengumpulan air sebelum dipompa keluar, sekaligus berperan dalam pengendapan sedimen. Desain kolam ini dipengaruhi oleh sistem drainase tambang yang diterapkan, kondisi geografis area, dan stabilitas lereng. Dimensi wadah sangat bergantung pada volume air yang masuk dan keluar. Input air ke dalam wadah merupakan kombinasi dari aliran permukaan dan curah hujan langsung. (Suwandhi, A, 2004)

3.5 Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air limpasan menuju kolam penampungan atau tempat lain. Bentuk penampungan saluran umumnya dipilih berdasarkan debit air yang ditangani, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya.

Dalam sistem penyaliran tambang bentuk yang paling umum di gunakan ialah bentuk trapesium karena bentuk trapseium lebih mudah membuatnya dan mudah merawatnya. Saluran terbuka dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:



Sumber: Suripin, 2004

Gambar 3. 2 Saluran Terbuka Bentuk Trapesium

3.6 Pemompaan Dan Pipa

Pada metode *mine dewatering*, pompa dan pipa merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam lubang bukaan tambang. Pompa berfungsi untuk memindahkan atau mengeluarkan air dari tempat yang rendah, yaitu air yang ada pada kolam penampungan (*sump*) pada lantai kerja penambangan ke tempat yang lebih tinggi (keluar tambang). Sesuai dengan prinsip kerjanya, pompa dibedakan atas: (Adnyano, 2020)

1. *Reciprocating pump*
2. *Centrifugal pump*

3. Axial pump.

Dalam pemompaan dikenal istilah julang (*head*), yaitu energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka *head* juga akan semakin besar. *Head* total pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut: (Tubalawony, 2021)

1. Untuk menghitung *head* total pompa

$$H_t = H_s + H_v + H_f + H_L \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

H_t = total *dynamic head* (m)

H_s = *head static* total (m)

H_v = *head* kecepatan (m)

H_f = *head* gesekan (m)

H_L = kerugian karena belokan (m)

2. Untuk menghitung *head* statis

$$H_s = H_2 - H_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

H_1 = elevasi sisi isap (m)

H_2 = elevasi sisi keluar (m)

3. Untuk menghitung *head* kecepatan

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

H_v = kerugian *head* katup (m)

v = kecepatan rata- rata di penampang masuk katup (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2) = $9,80665 m/s^2$

4. Untuk menghitung *head* gesekan :

$$H_f = \lambda \left[\frac{Lv^2}{2.D.g} \right] \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

λ = koefisien kerugian pipa

D = diameter dalam pipa (m)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2) = 9,80665 m/s^2

L = panjang pipa (m)

5. Untuk menghitung *head* kerugian menggunakan rumus :

$$H_I = f \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

H_I = kerugian pada belokan pipa (m)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

f = koefisien kerugian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Debit Air Yang Masuk Ke Sump

Debit air yang masuk ke *sump* diperoleh dari data curah hujan serta intensitas curah hujan, perhitungan debit air, serta sumber air yang masuk ke dalam tambang, ialah air hujan serta air limpasan. Tata cara penyaliran yang diterapkan merupakan *mine dewatering* ialah dengan pembuatan *sump* (kolam pengendapan) didalam tambang yang kemudian di dipompakan keluar tambang.

4.1.1 Catchment Area

Catchment area merupakan tempat dimana air jatuh akan tertampung dan menuju suatu tempat dengan konsentrasi yang sama. Luas *catchment area* pada sump Victoria PTBA didapatkan dari menghubungkan titik-titik pada elevasi tertinggi ditempat itu yang dimana arah aliran airnya menuju ke daerah yang mempunyai elevasi terendah. Semakin besar suatu catchment area, maka jumlah air yang turun pada daerah tersebut serta jumlah air limpasan yang harus ditampung oleh titik terendah juga akan semakin besar. Sebaliknya, semakin kecil suatu catchment area, maka jumlah air hujan yang turun pada daerah tersebut serta air jumlah air limpasan yang harus ditampung oleh titik terendah akan semakin kecil. Luas daerah tangkapan hujan ini di dapatkan dengan menggunakan *Software Mine Scope* dan pengamatan langsung di lapangan. Catchment area pada *sump* Victoria PTBA memiliki luas sebesar 86,66 ha atau 866.00 m².

4.1.2 Curah Hujan Rencana

Merupakan data untuk mencari nilai total debit air yang masuk ke dalam *sump*. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan *Teori Gumbel* dan data curah hujan tahunan 2020 – 2024, data tersebut didapatkan dari *Engineering Departemen* PT. Pamapersada Nusantara. Data kemudian diolah untuk mencari nilai hujan rencana setelah semua data didapatkan. Dengan nilai curah hujan rencana sebenar 93.259 mm/hari dan jam hujan selama 2,6 jam.

4.1.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan banyaknya hujan persatuan waktu dan dinyatakan dalam satuan mm/jam. Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe. Dari perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai t (waktu konsentrasi hujan) yaitu sebesar 2,6 jam/bulan, maka dihasilkan intensitas hujan untuk tahun 2020 – 2024 di sump Victoria PTBA adalah sebesar 17.10 mm/jam.

4.1.4 Debit Limpasan

Buat perhitungan debit limpasan dibutuhkan luasan *catchment area* yang sebesar 86,66 ha atau 866.600 m, serta data intensitas curah hujan yaitu 17.10 mm/jam, koefisien limpasan (c) 0,9 sehingga diperoleh debit air limpasan sebesar 3,71 m³/detik. Sump Victoria dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4. 1 Sump Victoria

4.1.5 Saluran Terbuka

Saluran terbuka ini berfungsi untuk mencegah air limpasan menuju area penambangan. Debit air yang masuk ke saluran terbuka ini berasal dari daerah tangkapan hujan yaitu 3.71 m³/detik. Adapun ukuran dimensi saluran terbuka tersebut di dapat dari hasil pengamatan langsung. Berikut ukuran dimensi saluran terbuka:

Tabel 4. 1 Dimensi Saluran Terbuka

Dimensi	Ukuran
Kedalaman Aliran	1.25 m
Kedalaman Saluran	1.5 m
Lebar Dasar Saluran	1.44 m
Lebar Saluran Terbuka	3.18 m
Panjang Sisi Saluran	1.72 m

4.2 Perhitungan Lama Pengeringan Sump

Berdasarkan pengamatan pada lokasi penelitian pada *sump victoria* menggunakan 2 buah pompa Multiflo 420 E dan Multiflo 420 EXHV. Dengan debit air yang di keluarkan adalah 10.706,00 m³/hari dan 8.968,48 m³/hari. Debit air yang masuk ke *sump Victoria* sebesar 34.703,87 m³/hari. Berdasarkan perhitungan data, waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengeluarkan air limpasan pada *sump* membutuhkan waktu 2 hari.

4.2.1 Analisis Pompa Yang Ada di Sump

Dari hasil pengamatan langsung di lapangan, terdapat 2 pompa yang ada di *Sump victoria* yaitu pompa Multiflo 420 E dengan debit 597,10 m³/jam waktu pengoperasian selama 17,93 jam/hari dan pompa Multiflo 420 EXHV dengan debit 555,75 m³/jam waktu pengoperasian 16,17 jam/hari. Pompa Multiflo 420 E bisa dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

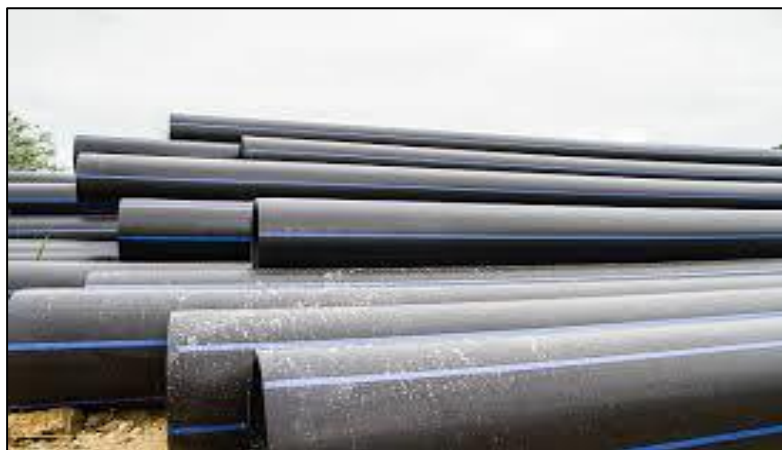
Gambar 4. 2 Pompa

4.2.2 Volume Sump Victoria

Sump Victoria yang berada di *pit* Tal Utara Timur saat ini memiliki Volume awal 61.375,91 m³. Berdasarkan perhitungan di dapatkan kapasitas *sump victoria* sebesar 34.703,87 m³. Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa kapasitas aktual *sump victoria* bisa menampung kapasitas hasil dari perhitungan.

4.2.3 Jenis Pipa

Pipa yang di gunakan di *Sump Victoria* Tal Utara Timur merupakan jenis pipa HDPE. Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*) dapat digunakan di tambang yang di mana mayoritas tambang terbuka, pipa baja biasanya di gunakan untuk operasi pemompaan mayoritas tambang terbuka. Pada *Sump Victoria* Tal Utara Timur PTBA menggunakan pipa HDPE dengan diameter 14inch atau 0,355m. Pipa HDPE dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4. 3 Pipa HDPE

4.3 Perhitungan Head Pompa

Pompa yang di gunakan di lokasi penelitian yaitu pompa Multiflo 420 E dengan panjang pipa 800m dan diamter pipa 0,355m dan pompa Multiflo 420 EXHV 568,57m dan diameter pipa 0,355m. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan *Head* pompa sebagai berikut:

1. Pompa MULTIFLO 420 E

<i>Head Statis</i>	: 38 m
<i>Head Kecepatan</i>	: 0,14 m
<i>Head Gesekan</i>	: 6,65 m

Head Belokan : 0,019 m

Head Total pada pompa MULTIFLO 420 E sebesar 44,81 m

2. Pompa MULTIFLO 420 EXHV

Head Statis : 78 m

Head Kecepatan : 0,12 m

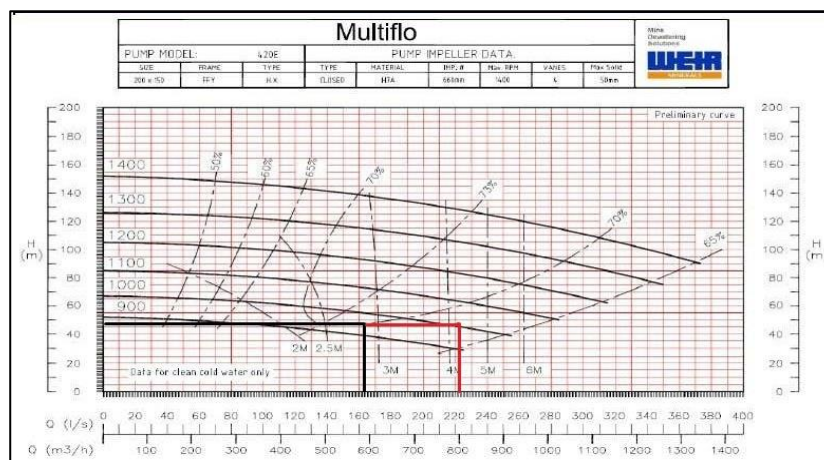
Head Gesekan : 4,17 m

Head Belokan : 1,1 m

Head Total pada pompa MULTIFLO 420 EXHV sebesar 83,39 m

4.4 Optimalisasi Pompa Di Sump

Penggunaan pompa di daerah penelitian dirasa belum tepat, hal ini dapat dilihat dengan penggunaan *operating speed* pompa dan debit pompa yang belum optimal. Perbaikan yang diusulkan yaitu tentang peningkatan *operating speed* pompa sehingga debit yang dihasilkan dari pompa dapat lebih besar dari debit yang digunakan sekarang. Pompa Multiflo MF420 E saat ini berfungsi untuk memompakan air yang berada di *sump* victoria. Penggunaan *operating speed* aktual yaitu 900 Rpm dengan debit yang dihasilkan sebesar 597,10 m³/jam dengan efisiensi pompa 70%. Berdasarkan perhitungan (lampiran) maka rekomendasi penggunaan *operating speed* perlu di tingkatkan, yaitu dari 900 Rpm menjadi 1000 Rpm, sehingga dengan di *operating speed* maka diikuti dengan kenaikan debit pompa yaitu dari 597,10 m³/jam menjadi 790,10 m³/jam dengan efisiensi 70%. Rekomendasi peningkatan *operating speed* dapat dilihat pada Gambar 4.4:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4. 4 Grafik Rekomendasi RPM Pompa Multiflo 420 E

Peningkatan RPM pompa dapat membuat waktu pemompaan *sump* victoria menjadi lebih efisien serta bisa mempercepat pengeringan pada *sump*.

4.4.1 Analisis pengeringan *sump* Dengan Menaikkan RPM Pompa

Dengan menaikkan RPM (*Revolutions Per Minute*) atau Putaran Per Menit pada pompa didapatkan debit pompa lebih besar dari debit sebelumnya. Oleh karena itu dengan menaikkan RPM akan meningkatkan debit pompa dan mempercepat proses pengeringan pada *sump*. Perhitungan lama pengeringan setelah dinaikkan RPM:

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Limpasan} &= (13.348 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,6 \text{ jam}) \\
 &= 34.703,87 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Debit Pemompaan} &= (790,1 \text{ m}^3/\text{jam} \times 17,93 \text{ jam}) + (555,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 16,17 \text{ jam}) \\
 &= 23.152,97 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Lama pengeringan} &= \frac{\text{Debit Limpasan}}{\text{Debit Pemompaan}} \\
 &= \frac{34.703,87 \text{ m}^3/\text{hari}}{23.152,97 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 1,5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan penjelasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain ialah:

1. Curah hujan rencana selama periode 2020–2024 menghasilkan intensitas hujan sebesar 17.10 mm/jam, yang mengakibatkan debit limpasan sebesar 13.348 m³/jam.
2. Pompa MULTIFLO 420 E yang digunakan saat ini memiliki debit *outlet* 10.706.00 m³/hari, pompa Multiflo 420 EXHV memiliki debit *outlet* 8.968,48 m³/hari. Penggunaan 2 pompa tersebut pengeringan *Sump* membutuhkan waktu 2 hari.
3. Total *Head* pada pompa Multiflo 420 E memiliki *head* sebesar 44,81 m dan total *head* pada pompa Multiflo 420 EXHV sebesar 83,39 m
4. Menaikkan RPM Pompa Multiflo 420 E dari 900 menjadi 1000 RPM meningkatkan debit dari 597,10 m³/jam menjadi 790,10 m³/jam. Setelah peningkatan RPM pada Pompa, waktu pengeringan *Sump* dapat di percepat menjadi 1,5 hari.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu:

1. Bisa dengan membuat *Ring* kanal di *Catchment* area agar tidak terlalu banyak air yang masuk ke *sump* victoria dengan mengalirkan ke *sump* utama.
2. Untuk mengantisipasi air limpasan yang menggenangi area penambangan, disarankan untuk menaikkan RPM pada pompa.
3. Selalu dilakukan perawatan dan pemeliharaan terhadap sarana penyaliran seperti *sump* maupun pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyano, A. I. (2020). *Technical Study of Mine Dewatering System in Coal Mining*. PROMINE, 8(1), 28 - 33.
- Fortuna, H. M. (2024). *Optimasi Pompa Air Multiflo Terhadap Design Sump Pit Boston Timur*, 1(4).
- Gunawan, T. D. (2020). *Analisis Perbandingan Biaya Mine Dewatering dengan metode Load and Haul dan Mud Pumping Pada Annual Plan PT ABC*. Jurnal Teknik Patra Akademika, 11(1), 57-63.
- Kurniada, A. A. (2022). *Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Di PT. Sinar Karya Mustika Iup PT. Fajar Bhakti Nusantara Kecamatan Pulau Gebe Kabupaten Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara*. Jurnal Geomining,, 3(1), 33 - 49.
- Nauli, F. I. (2024). *Analysis of pump Requirements for Mine Dewatering Sump at Kerinci PT Cipta Kridatama*. Motivection: Journal Of Mechanical, Electric and Industrial Engineering, 2(3), 373 - 382.
- Sinaga, E. R. (2024). 25. *Analisis Sistem Dewatering di PT Mitra Barito, Kalteng*, 1(25).
- Tubalawony, B. I. (2021). *Penentuan Titik Kritis Pompa Armor Pm-6 pada Mine Dewatering di PT Global Makara Teknik*. Jurnal Eksakta Kebumihan, 2(2).
- Zain, M. R. (2020). *OPTIMALISASI SISTEM DEWATERING PT ENERGI BATUBARA LESTARI* jurnal GEOSAPTA, 5(1), 41 - 44.
- Gautama, R. S. (2019). *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Suwandhi, A. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. UNISBA.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN DOKUMENTASI LAPANGAN



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A.1 Pompa Multiflo 420



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A.2 Mengukur Diameter Pipa



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A.3 Foto *Sump*

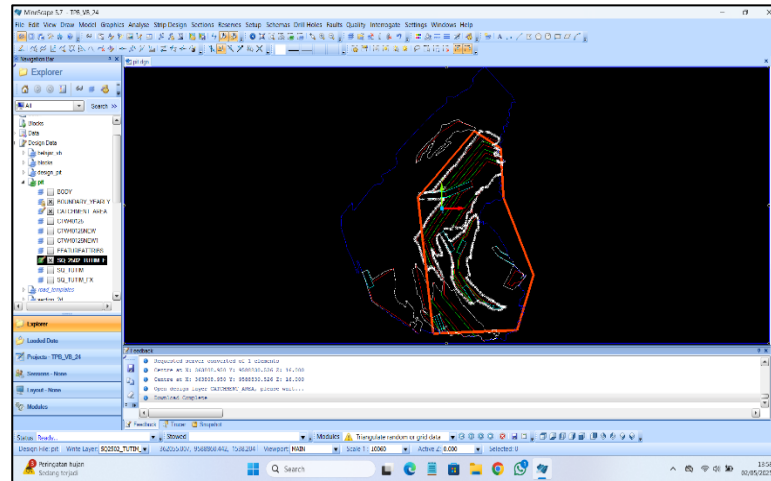


Sumber: Penulis, 2025

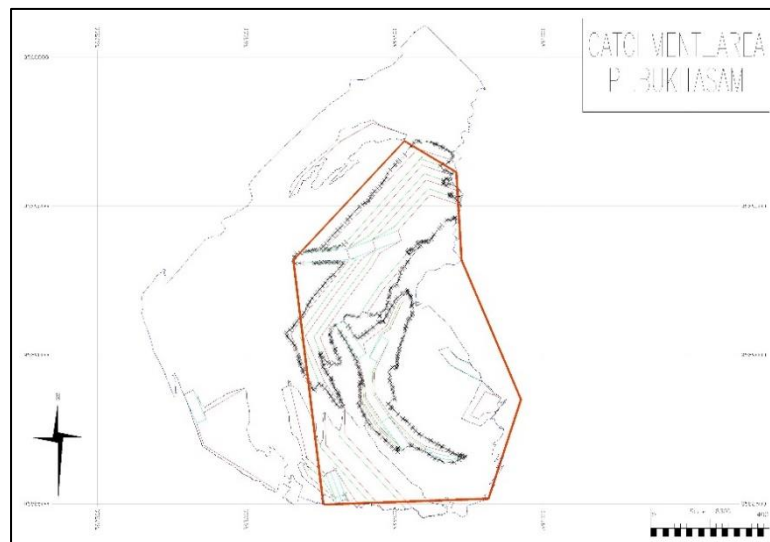
Gambar A.4 Saluran Terbuka

Lampiran B

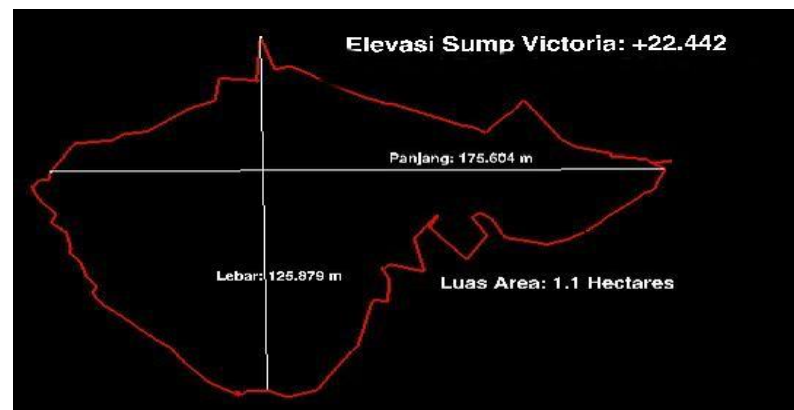
LUAS CATCHMENT AREA



Sumber: Penulis, 2025



Sumber: Penulis, 2025



Gambar B.1 Luas Catchment Menggunakan *Software MineScape*

Lampiran C

SPESIFIKASI POMPA

Tabel Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Multiflo MF 420 E	Multiflo MF 420 EXHV
Tipe Pompa	Self-priming Diesel Dewatering Pump	Extra High Head Dewatering Pump
Kapasitas Maksimum (Flow)	370 L/s	±300 L/s (sekitar 1 080 m ³ /jam)
Head Maksimum	152 m	±218 m
Best Efficiency Point	±230 L/s pada 127 m head	±180 L/s pada 200 m head
Tipe Mesin	Caterpillar C27, 597 kW (750–1 400 RPM)	Caterpillar C27 / Opsional (C18, C32, Cummins)
Suction / Discharge	8" (200 mm) / 6" (150 mm)	16" (400 mm) / 8" (200 mm), flange ANSI 300
Material Casing	Stainless Steel H7A	Stainless Steel H7A
Material Impeller	Stainless Steel, Ø660 mm	Stainless Steel H7A, High-Efficiency Design
Sistem Priming	Auto Vacuum Priming	Auto Vacuum Priming System
Berat Kering	14 100 kg	±13 500 kg
Berat Basah	18 100 kg	±18 100 kg
Dimensi (PxLxT)	6 240 x 2 040 x 3 470 mm	±6 500 x 2 100 x 3 500 mm
Fitur Tambahan	Panel kontrol, LED Light, Heat Shielding	Non-return valve, Safety Stops, Fuel Gauge, Panel
Aplikasi Utama	Dewatering tambang, pit besar	Tambang dalam, high-head sump, area berbatu

Sumber: <https://www.scribd.com/document/322926724/MF-420E-Technical-Data>

MULTIFLO PUMP TECHNICAL DATA		
PUMP MODEL : MF-420E ENGINE TYPE : CATERPILLAR C27		
PUMP SPECIFICATION		
Pump Model		MF-420 E
Maximum Flowrate		370 L/s
Maximum Total Head		152 M
BEP	Flow	230 L/s
	Head	127 M
	Pump Speed	1400 Rpm
	Fuel Capacity	4000 L
Dimensions	Height	3470 m
	Length	6240 m
	Width	2040 m
	Mass Dry	14100 Kg
	Mass Wet	18100 Kg
Engine	Model	CAT C27
	Power	597 kW
	Min Speed	750 Rpm
	Max Speed	1400 Rpm
Weir	Model	Warman HX
	Suction Size	8"
	Discharge Size	6"
	Impeller Diameter	660 mm
	Impeller Material	H7A
	Impeller type	Closed
	Impeller Vanes	4
	Max Solids handling	50 mm
	Minimum pumping speed	900 Rpm
	Maximum pumping speed	1400 Rpm
	Transmission Model	N/A
	Transmission Ratio	-
	Vacuum Pump Model	57

Sumber: <https://www.scribd.com/document/322926724/MF-420E-Technical-Data>

Lampiran D
TABEL CURAH HUJAN 2020 - 2024

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2024 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	5.70	22.30	19.10	14.83	0.00	0.00	7.40	0.00	0.00	0.00	2.75	0.00
2	2.30	4.10	5.50	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.46	0.00
3	3.20	1.25	68.50	0.00	3.50	23.20	14.60	0.00	0.00	0.00	18.40	0.00
4	29.20	6.80	6.13	6.88	39.50	5.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.50	0.00
5	35.70	9.20	38.20	27.60	11.38	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	0.00
6	6.60	2.50	30.60	15.10	73.80	19.75	9.80	0.00	0.00	0.00	109.70	0.00
7	6.20	21.70	9.10	23.90	86.30	33.50	0.00	0.00	0.00	0.00	21.50	0.00
8	2.40	26.00	1.00	2.13	0.00	0.00	45.00	0.00	0.00	2.75	0.00	7.83
9	41.00	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.80	0.00	17.00	0.00
10	0.00	39.00	1.67	18.75	0.00	4.00	0.00	6.00	7.40	0.00	9.60	0.00
11	56.50	2.50	12.90	0.00	9.50	13.00	0.00	0.00	19.30	5.50	16.10	0.00
12	60.60	14.50	11.88	3.17	0.00	20.40	0.00	0.00	7.00	5.00	0.00	0.00
13	2.50	19.90	0.00	0.00	14.13	5.00	0.00	0.00	8.10	21.10	21.00	0.00
14	71.50	11.20	1.00	25.90	47.90	8.80	0.00	0.00	44.80	32.90	6.00	0.00
15	7.90	9.00	0.00	5.50	0.00	7.70	0.00	0.00	2.00	21.60	0.00	0.00
16	45.90	14.50	1.25	11.70	0.00	0.00	0.00	1.00	1.90	6.00	7.20	1.00
17	3.60	24.00	13.00	0.00	0.00	13.30	1.00	0.00	0.00	0.00	19.50	4.50
18	16.70	67.80	18.98	22.70	0.00	3.20	0.00	6.80	0.00	0.00	0.00	4.33
19	0.67	3.30	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	4.75	46.30	2.00
20	39.94	2.75	57.40	34.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	2.80
21	0.00	98.90	0.00	0.00	0.00	16.63	0.00	0.00	0.00	13.00	4.70	8.60
22	0.00	0.00	3.17	10.00	99.50	0.00	0.00	6.50	0.00	22.60	13.67	10.90
23	7.70	24.38	5.82	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.20	9.40	15.00	18.40
24	46.10	16.80	52.70	0.00	17.75	3.82	0.00	0.00	2.64	0.00	0.50	7.50
25	16.60	1.13	12.50	67.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00	77.10	9.80
26	8.63	33.38	1.50	16.32	0.00	15.90	0.00	0.00	2.50	0.00	97.20	2.33
27	7.22	27.00	0.00	5.60	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	33.90	40.50	2.17	0.00	0.00	62.70	1.00	0.00	35.30	0.00	26.23	8.00
29	8.80	4.50	2.00	0.00	0.00	9.33	1.00	0.00	10.30	3.83	0.00	0.00
30	4.50		7.75	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	10.57	0.00	0.00
31	12.00		0.00		0.00		0.00	0.00		6.25		0.00
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	583.55	551.04	383.80	332.54	417.25	270.23	79.80	21.80	227.94	165.25	626.71	88.00
Curah Hujan Maksimum (mm)	71.50	98.90	68.50	67.00	99.50	62.70	45.00	6.80	44.80	32.90	109.70	18.40
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	18.82	19.00	12.38	11.08	13.46	9.01	2.57	0.70	7.60	5.33	20.89	2.84
Jumlah Hari Kering	3	1	7	10	20	11	24	26	15	17	7	18
Jumlah Hari Hujan	28	28	24	20	11	19	7	5	15	14	23	13

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2023 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	21.87	0.33	1.33	4.00	0.00	0.00	5.17	0.67	0.00	0.67	0.00	0.00
2	4.89	7.00	35.00	0.00	44.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.17	17.50
3	0.00	0.00	22.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00	44.33
4	0.00	0.00	26.83	6.00	8.17	28.50	11.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
5	0.00	0.00	8.67	0.00	0.33	16.17	10.83	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00
6	0.00	0.00	7.50	0.00	13.67	2.33	0.67	1.00	0.67	0.00	0.17	14.00
7	5.00	9.53	21.83	1.00	0.00	0.00	27.83	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50
8	0.00	0.00	0.33	4.33	6.33	0.00	21.33	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50
9	0.00	4.00	4.50	3.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	28.88	0.00	22.17	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.33	0.00	51.33	0.00
11	1.00	7.33	44.00	0.33	17.16	1.00	30.67	0.00	0.00	0.00	23.50	21.07
12	9.33	0.00	0.00	0.00	7.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.17
13	0.00	0.00	17.50	28.17	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
14	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	1.67	1.60	0.00	0.00	0.00	23.50	0.67
15	30.33	14.50	0.50	0.00	0.00	3.67	34.00	0.00	0.00	5.60	1.17	12.83
16	40.33	7.17	1.67	4.67	0.33	0.00	0.00	0.00	2.13	0.00	20.83	9.00
17	28.83	0.00	2.07	0.00	0.00	8.67	0.00	0.00	1.47	0.00	24.50	0.50
18	35.50	6.73	28.33	0.00	41.50	35.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00
19	35.17	41.17	0.33	0.00	0.33	25.50	0.00	21.33	1.67	0.50	24.17	88.00
20	0.00	32.40	18.17	2.17	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	9.33	0.83	38.33
21	0.00	20.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.53	24.83	3.83	12.67
22	0.00	7.17	1.83	3.67	1.67	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	4.00	10.67	22.00	8.00	6.83	0.00	0.00	0.00	0.67	1.32	0.00	6.17
24	54.67	11.33	8.00	0.00	0.00	0.00	17.33	0.00	0.00	4.50	13.00	22.17
25	0.50	7.50	11.67	22.67	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	45.00	11.67	14.00
26	24.17	17.33	16.17	32.83	0.00	0.00	8.50	0.00	0.00	0.33	4.33	66.67
27	12.33	12.17	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00
28	14.00	2.00	27.67	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.83	38.67
29	4.33	0.00	33.33	3.33	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
30	0.00		11.00	37.83	14.50	26.33	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	7.50
31	2.83		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.67
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	357.97	218.33	394.73	162.33	167.99	163.50	170.27	23.83	13.47	92.08	310.17	432.90
Curah Hujan Maksimum (mm)	54.67	41.17	44.00	37.83	44.17	35.33	34.00	21.33	6.53	45.00	51.33	88.00
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	11.55	7.53	12.73	5.24	5.42	5.27	5.49	0.77	0.43	3.07	10.01	13.96
Jumlah Hari Kering	12	10	4	14	15	17	18	27	23	22	8	9
Jumlah Hari Hujan	19	18	27	16	16	13	13	4	7	9	22	22

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2022 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	8.27	49.20	0.13	0.00	4.00	4.59	0.00	6.00	2.33	10.50	28.50	16.83
2	20.27	0.00	0.00	21.73	4.87	19.27	0.07	0.00	1.67	0.00	2.17	0.00
3	0.00	1.80	0.47	1.67	0.87	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
4	1.27	12.20	5.13	2.27	3.20	8.67	0.09	18.83	0.00	12.83	8.17	31.33
5	1.40	0.53	0.20	0.27	0.13	0.00	0.00	0.00	56.59	11.00	20.00	7.00
6	3.80	0.07	0.00	7.63	91.33	0.00	18.40	0.00	10.50	49.00	1.20	36.50
7	0.00	0.00	26.87	0.00	20.40	28.50	0.00	0.00	12.04	3.67	27.51	2.17
8	82.53	0.67	2.80	0.50	0.23	0.13	0.00	0.00	3.42	0.00	0.00	20.33
9	62.10	0.00	44.67	54.20	19.83	61.28	0.00	0.00	9.61	14.17	14.17	0.00
10	57.93	0.00	51.87	0.73	0.02	0.73	0.00	0.00	11.32	0.00	0.00	0.00
11	21.13	0.00	5.20	2.00	15.00	17.67	0.00	0.00	1.07	24.00	0.00	0.00
12	7.93	0.00	0.20	4.93	0.00	5.43	0.00	11.07	2.67	1.67	15.33	0.00
13	0.20	0.00	22.07	44.60	34.33	0.00	0.00	125.33	4.33	0.00	0.00	0.00
14	0.40	0.33	26.67	7.23	0.20	0.00	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	7.67	6.83	0.00	0.00	29.17	18.50	0.00	3.33	0.00	0.00
16	4.60	0.02	15.13	7.00	11.00	0.13	0.00	0.00	0.00	1.67	8.83	3.83
17	34.87	17.00	2.16	24.93	1.17	8.44	0.00	0.00	2.83	32.67	0.00	0.00
18	44.00	5.27	16.50	44.87	1.00	12.67	0.13	6.47	0.00	0.00	0.00	4.67
19	8.60	0.07	0.07	5.13	9.57	1.97	0.00	41.67	0.00	0.00	0.00	33.00
20	0.00	0.00	0.00	18.13	0.07	0.00	4.77	24.00	0.00	0.00	0.00	34.00
21	3.40	3.00	0.00	0.00	2.07	12.15	0.00	8.73	0.00	0.00	0.00	0.00
22	16.20	10.00	2.00	18.53	0.07	7.17	0.20	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.20	18.47	0.00	15.73	0.54	20.70	2.67	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.40	0.00	0.00	0.00	4.67	0.03	1.33	1.36	1.33	41.17	0.00	0.00
25	13.20	0.00	0.00	0.20	5.31	96.22	0.20	0.62	0.00	0.00	15.13	5.17
26	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.13	0.00	1.56	0.00	0.00	42.17	0.00
27	0.00	0.00	0.00	17.67	17.53	0.00	0.00	16.80	0.00	0.00	52.33	21.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.15	1.83	0.00	0.00	0.00	17.67
29	19.07	0.00	0.00	4.33	0.00	0.82	0.00	88.00	0.00	1.50	18.33	5.33
30	3.27		0.00	0.00	1.00	0.87	0.00	0.77	0.00	14.00	0.00	0.00
31	3.20		0.07	0.00	0.90	0.00	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	418.23	118.62	229.93	311.13	249.30	307.82	86.40	379.70	119.72	221.17	254.84	239.83
Curah Hujan Maksimum (mm)	82.53	49.20	51.87	54.20	91.33	96.22	29.17	125.33	56.59	49.00	52.33	36.50
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	13.49	4.09	7.42	10.04	8.04	9.93	2.79	12.25	3.99	7.13	8.22	7.74
Jumlah Hari Kering	7	15	11	7	5	8	18	12	17	17	16	16
Jumlah Hari Hujan	24	14	20	23	26	22	13	19	13	14	14	15

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2021 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0.30	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	21.60	19.40	10.60	0.00
2	3.53	43.87	4.47	6.07	18.30	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	9.93	0.00
3	2.40	12.20	48.33	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	0.60	0.47	10.07
4	1.40	2.13	5.00	0.00	4.20	5.80	0.00	10.80	0.00	44.27	61.40	45.20
5	9.87	12.87	12.50	0.00	1.70	0.00	9.20	0.00	0.00	28.93	39.00	6.20
6	35.87	0.80	25.00	1.00	82.50	0.00	0.00	0.00	10.40	0.20	0.07	7.80
7	15.60	1.07	2.00	0.80	10.10	1.60	7.20	0.00	2.60	64.60	0.00	0.07
8	49.77	3.20	0.40	0.00	4.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	10.07	9.60
9	0.87	0.00	18.20	9.60	0.00	0.00	9.20	0.00	0.00	0.00	48.47	16.93
10	4.27	0.00	5.60	3.20	0.00	19.10	25.80	0.00	0.00	23.47	0.00	110.80
11	59.80	5.20	3.80	18.07	0.00	0.00	0.60	1.40	0.00	0.07	0.00	3.53
12	26.40	14.13	0.00	0.20	0.00	2.30	28.00	0.00	0.00	95.13	0.00	13.60
13	7.60	21.53	0.67	17.20	0.10	1.80	0.00	0.20	54.00	5.47	29.07	49.73
14	0.00	10.47	4.00	22.40	5.40	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	22.87
15	0.20	27.80	23.13	6.40	0.00	34.60	0.00	4.20	5.60	0.00	0.27	1.47
16	4.13	0.00	1.60	7.33	4.60	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	3.00
17	13.73	7.93	2.40	0.80	24.10	1.40	0.00	0.00	0.00	18.47	0.27	0.33
18	16.40	5.33	43.13	1.40	0.00	7.40	10.00	14.80	2.60	5.27	3.87	1.67
19	2.93	25.33	0.00	16.80	3.10	0.10	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	9.93
20	16.07	3.33	22.20	15.40	0.00	0.10	6.00	1.20	0.00	0.93	0.00	5.20
21	6.80	7.47	3.13	34.00	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	10.73	5.47	0.07
22	1.70	2.13	14.20	0.00	0.00	0.00	10.00	32.80	0.00	0.00	0.27	12.73
23	61.13	0.07	24.20	0.13	0.00	0.00	15.00	3.60	0.00	2.67	1.07	6.07
24	0.67	1.13	13.53	0.33	2.90	0.00	0.00	8.80	0.00	39.87	52.47	41.27
25	2.53	1.87	0.00	0.00	20.00	0.00	9.00	2.20	1.00	0.33	0.60	5.93
26	13.13	0.00	9.80	21.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	11.27	2.93	102.73
27	2.07	0.00	4.93	0.00	14.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.13	1.60
28	13.47	10.00	0.20	0.60	15.20	0.00	0.00	0.00	9.00	0.27	0.00	6.47
29	8.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80	0.00	0.00	0.73
30	7.40		0.00	11.27	25.00	0.00	0.00	1.00	1.60	30.40	0.00	11.87
31	0.20		0.07	0.00	2.60	0.00	0.00	0.60	0.00	27.87	0.00	7.53
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	388.70	225.67	292.50	194.93	254.10	129.40	132.20	83.60	162.60	430.53	281.00	515.00
Curah Hujan Maksimum (mm)	61.13	43.87	48.33	34.00	82.50	55.00	28.00	32.80	54.00	95.13	61.40	110.80
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	12.96	9.81	11.70	8.86	14.12	10.78	11.02	5.57	13.55	19.57	14.05	17.76
Jumlah Hari Kering	1	6	6	8	13	18	19	16	18	22	10	2
Jumlah Hari Hujan	30	23	25	22	18	12	12	15	12	9	20	29

TANGGAL	DATA CURAH HUJAN 2020 (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	6.00	21.80	0.00	47.60	1.80	36.00	2.20	0.00	0.20	1.40	0.00	0.00
2	0.20	38.60	0.00	18.40	69.20	0.00	0.00	0.00	4.00	0.60	28.40	4.60
3	9.20	19.40	0.00	0.20	0.80	0.20	18.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20
4	3.40	10.60	24.20	0.00	50.80	22.20	25.80	30.80	0.00	0.00	12.00	0.00
5	13.40	0.00	0.00	24.40	1.40	7.80	1.20	0.00	0.00	80.20	3.20	0.00
6	2.60	88.20	27.20	18.20	0.00	32.20	13.00	3.60	0.00	0.60	0.20	9.20
7	0.60	21.00	1.60	0.00	41.80	7.20	20.60	0.00	0.60	130.20	0.60	0.00
8	22.20	21.00	2.20	0.00	0.00	6.80	6.80	0.00	17.80	0.00	1.40	1.20
9	29.00	0.60	0.00	5.00	36.80	0.00	0.00	0.00	13.60	37.00	0.00	0.40
10	5.40	0.40	0.00	0.00	23.00	0.80	0.00	0.20	1.20	1.20	0.00	0.00
11	0.20	0.40	41.00	0.80	31.40	22.80	0.00	4.20	0.00	10.20	0.00	1.20
12	11.40	1.00	14.60	55.40	0.00	9.80	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
13	6.20	4.60	0.20	48.60	3.20	1.20	9.20	76.60	0.00	0.00	50.00	0.00
14	3.80	7.60	1.00	56.00	22.40	0.00	0.40	0.00	9.80	0.00	1.00	0.00
15	6.20	77.20	0.80	5.00	0.00	0.00	0.20	0.00	58.60	52.00	0.40	3.20
16	1.80	2.20	26.00	63.60	0.00	8.20	9.40	17.40	14.80	0.00	11.20	0.20
17	76.00	97.80	18.20	33.00	0.00	9.20	0.00	1.00	1.40	0.00	4.40	0.00
18	1.00	25.80	1.80	0.00	0.00	8.40	0.00	0.00	0.00	49.60	0.00	0.00
19	5.40	42.20	24.00	0.40	0.00	2.00	0.00	0.00	0.40	77.40	0.20	6.20
20	45.00	14.60	0.00	3.80	31.20	4.40	0.80	0.00	2.60	0.80	1.00	0.00
21	77.00	3.00	33.40	4.80	0.00	1.20	2.40	0.00	53.60	45.00	0.00	7.40
22	54.60	7.80	0.00	0.00	10.40	6.00	4.00	0.00	0.40	40.40	14.40	1.20
23	20.20	12.00	4.80	0.80	0.00	9.40	0.00	0.20	2.80	67.60	97.20	35.20
24	78.20	26.60	11.80	17.20	0.00	0.00	27.80	0.00	0.00	0.00	0.40	2.20
25	4.60	5.40	0.80	0.00	7.00	0.20	0.00	2.80	7.60	15.20	0.00	19.60
26	77.80	22.20	41.00	47.00	38.00	0.00	0.20	0.20	16.60	54.60	13.80	1.20
27	73.20	0.20	20.60	46.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	93.20
28	24.00	1.40	0.40	43.40	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	2.60	0.40	30.35
29	19.20	0.00	18.60	3.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	68.60	0.00	27.05
30	0.00		40.60	11.60	42.80	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	6.65
31	8.20		37.20	0.00	126.20	0.00	0.00	0.40	0.00	24.00	0.00	2.77
Jumlah Curah Hujan (mm/hari)	686.00	573.60	392.00	554.80	538.20	196.00	142.20	138.60	209.00	773.40	240.40	253.22
Curah Hujan Maksimum (mm)	78.20	97.80	41.00	63.60	126.20	36.00	27.80	76.60	58.60	130.20	97.20	93.20
Curah Hujan Rata-Rata (mm)	22.13	19.78	12.65	17.90	17.36	6.32	4.59	4.47	6.74	24.95	7.75	8.17
Jumlah Hari Kering	1	2	8	7	14	10	15	18	11	9	11	11
Jumlah Hari Hujan	30	27	23	23	17	20	16	13	19	22	19	20

Sumber: Engineering Pama, 2025

Tabel Ringkasan Curah Hujan Bulanan 2020 - 2024

TAHUN	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	TAHUN	Rata - Rata
2020	686.00	573.60	392.00	554.80	538.20	196.00	142.20	138.60	209.00	773.40	240.40	253.22	2020	391.45
2021	388.70	225.67	292.50	194.93	254.10	129.40	132.20	83.60	162.60	430.53	281.00	515.00	2021	257.52
2022	418.23	118.62	229.93	311.13	249.30	307.82	86.40	379.7	119.72	221.17	254.84	239.83	2022	244.72
2023	357.97	218.33	394.73	162.33	167.99	163.50	170.27	23.83	13.47	92.08	310.17	432.90	2023	208.96
2024	583.55	551.04	383.8	332.54	417.25	270.23	79.80	21.8	227.94	165.25	626.71	88	2024	312.33
Jumlah Curah Hujan (mm/tahun)	2434.45	1687.26	1692.96	1555.73	1626.84	1066.95	610.87	647.53	732.73	1682.43	1713.12	1528.95		
Rata - Rata Curah Hujan	486.89	337.45	338.59	311.15	325.37	213.39	122.17	129.51	146.55	336.49	342.62	305.79		
Curah Hujan Maksimum	686.00	573.60	394.73	554.80	538.20	307.82	170.27	379.70	227.94	773.40	626.71	515.00		
Curah Hujan Minimum	357.97	118.62	229.93	162.33	167.99	129.40	79.80	21.80	13.47	92.08	240.40	88.00		

Lampiran E

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Data curah hujan yang digunakan adalah data yang diperoleh dari PTBA, data yang ada diolah dengan menggunakan *Distribusi Gumbell*. Sebelum dilakukan perhitungan, terlebih dahulu tentukan curah hujan ekstrim sebanyak 30 data di setiap bulannya. Data curah hujan ekstrim tahun 2020-2024 bisa dilihat pada lampiran 3, Rumus untuk menghitung curah hujan rencana adalah seperti di bawah ini :

$$X_t = X + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) (S)$$

Dimana:

X_t = curah hujan rencana (mm/hari)

X = curah hujan rata – rata (mm/hari)

Y_t = *reduced variate*

Y_n = *reduced mean*

S = *standart deviation*

S_n = *reduced standart deviation*

No	X_i	$(X_i - X)^2$
1	109.31	449.61
2	95.62	56.46
3	90.02	3.66
4	80.51	57.70
5	65.07	530.66
	440.53	1098.09

a. Curah Hujan Rata – Rata

$$X = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$X = \frac{440.53}{5}$$

$$X = 88.106 \text{ mm/hari}$$

b. Perhitungan Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(1098.09 \text{ mm/hari})}{30-1}}$$

$$= 6.153 \text{ mm/hari}$$

- b. Perhitungan koreksi simpangan (*reduced standar deviation*)

Nilai *reduced standar deviation* ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_m - Y_{mi})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{36,247615}{30-1}}$$

$$= 1.1177997$$

Tabel Perhitungan Rata-Rata S_n

m	Y_n	$Y_n - Y_m$	$(Y_n - Y_m)^2$
1	3.417637	2.854917	8.150552
2	2.707679	2.144959	4.600850
3	2.284915	1.722195	2.965956
4	1.979412	1.416692	2.007017
5	1.737892	1.175172	1.381030
6	1.536599	0.973879	0.948441
7	1.362838	0.800118	0.640189
8	1.209008	0.646288	0.417688
9	1.070185	0.507465	0.257521
10	0.942981	0.380261	0.144599
11	0.824954	0.262234	0.068767
12	0.714272	0.151552	0.022968
13	0.609513	0.046793	0.002190
14	0.509536	-0.053184	0.002829
15	0.413398	-0.149322	0.022297
16	0.320292	-0.242428	0.058771
17	0.229501	-0.333219	0.111035
18	0.140368	-0.422352	0.178381
19	0.052261	-0.510459	0.260568
20	-0.035455	-0.598175	0.357813
21	-0.123457	-0.686177	0.470839
22	-0.212497	-0.775217	0.600961
23	-0.303466	-0.866186	0.750278
24	0.397484	-0.165236	0.027303
25	-0.496053	-1.058773	1.121000
26	-0.601332	-1.164052	1.355017
27	-0.716713	-1.279433	1.636948

28	-0.848172	-1.410892	1.990616
29	-1.008264	-1.570984	2.467990
30	-1.233722	-1.796442	3.227203
Total	16.881594		36.247615
Rata – Rata	0.5627198		
Sn	1.117997		

c. Perhitungan *reduced variate*:

Untuk periode ulang (T) 5 tahun

$$Y_t = -\ln \left(-\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right)$$

$$Y_t = -\ln \left(-\ln \left(\frac{5-1}{5} \right) \right)$$

$$Y_t = 1,499$$

d. Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$X_t = X + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) (S)$$

$$X_t = 88.106 \text{ mm/hari} + \frac{1,499 - 0,5627198}{1,11799} 16.496 \text{ mm/hari}$$

$$X_t = 93.259 \text{ mm/hari}$$

Lampiran F

PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Intensitas curah hujan digunakan sebagai dasar perhitungan debit air limpasan. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan persamaan *Mononobe*. Adapun persamaan *Mononobe* sebagai berikut:

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

Keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R24 = besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana) dalam 24 jam

t = durasi hujan (jam)

Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Rata – Rata Jam Hujan (t)
1.3	3.2	2.98	1.22	3.28	2.56	2.44	1.44	1.92	4.06	3.3	3.68	2.6

Besarnya intensinsitas curah hujan dengan menggunakan rumus *Mononobe* adalah:

$$I = \frac{93.259 \text{ mm/hari}}{24} \left(\frac{24}{2,6 \text{ jam}} \right)^{2/3}$$

$$I = 17.10 \text{ mm/jam}$$

Lampiran G

NILAI KOEFISIEN LIMPASAN

Setiap daerah tangkapan hujan memiliki nilai koefisien limpasan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh topografi tanah dan vegetasi yang berbeda beda pada tiap daerah tangkapan hujan.

Tabel: Koefisien Limpasan

Tabel Koefisien Limpasan		
Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
Datar <3%	1. Sawah, Rawa	0,2
	2. Hutan, Perkebunan	0,3
	3. Perumahan dengan kebun	0,4
Agak Miring 3% - 15%	1. Hutan Perkebunan	0,4
	2. Perumahan	0,5
	3. tumbuhan Yang Jarang	0,6
	4. Daerah Perumahan	0,7
Curam >15%	1. Hutan	0,6
	2. Perumahan, Kebun	0,7
	3. Tumbuhan yang Jarang	0,8
	4. Daerah Tambang	0,9

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan nilai koefisien © dari daerah tangkapan hujan di dalam bukaan tambang digunakan 0,9 yang berupa tanah gundul

Lampiran H

PERHITUNGAN DEBIT AIR LIMPASAN

Perhitungan debit air limpasan dihitung dengan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278. C. I. A$$

Keterangan:

Q = debit air limpasan maksimum (m³/jam)

C = koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (m²)

Perhitungan Debit Limpasan:

Luas daerah tangkapan hujan (A) = 866.00 m²

Intensitas curah hujan (I) = 17.10 mm/jam

Koefisien Limpasan © = 0,9

$$Q_{maks} = 0,278 \times 0,9 \times 17,10 \times 86,66$$

$$Q_{maks} = 3,71 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{maks} = 13.348 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lampiran I

PERHITUNGAN DEBIT PEMOMPAAN

Pompa yang digunakan untuk mengeluarkan air dari *sump* Victoria ini menggunakan jenis pompa Multiflow 420 E. Debit pompa yang di dapatkan hasil dari perhitungan sebesar 10.706.00 m³/hari

Debit Pemompaan = (Debit Pompa Aktual x Jam Kerja Pompa)

Debit Pemompaan = (597,10 m³/jam x 17,93 jam)
= 10.706,00 m³/hari

Pompa yang digunakan untuk mengeluarkan air dari *sump* Victoria ini menggunakan jenis pompa Multiflow 420 EXHV. Debit pompa yang di dapatkan hasil dari perhitungan sebesar 8.968,48 m³/hari

Debit Pemompaan = (Debit Pompa Aktual x Jam Kerja Pompa)

Debit Pemompaan = (555,75 m³/jam x 16,17 jam)
= 8.968,48 m³/hari

Lampiran J

HEAD POMPA

Dalam pemompaan dikenal istilah julang (*head*), yaitu energi yang dibutuhkan untuk mengalirkan air pada kondisi tertentu. Head total pompa untuk mengalirkan air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi pompa tersebut, sehingga head total pompa dapat dicari dengan rumus berikut:

$$HT = H_s + H_v + H_{f1} + H_{f2}$$

Pompa Multiflo 420 E

$$\text{Debit Aktual} = 597,10 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Elevasi Sump} = 22 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi sisi outlet} = 60 \text{ m}$$

$$\text{Diameter pipa} = 0,355 \text{ m}$$

$$\text{Panjang pipa} = 800 \text{ m}$$

Berdasarkan data diatas, maka total *head* pemompaan dapat dihitung sebagai berikut:

Head Statis (H_s)

$$\text{a. } H_s = h_2 - h_1$$

$$= 60 - 22$$

$$= 38 \text{ m}$$

b. Head kecepatan (H_v)

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,1658}{\frac{1}{4} \times \pi \times (d^2)}$$

$$= \frac{0,1658}{\frac{1}{4} \times \pi \times (0,355)}$$

$$= 1,67 \text{ m/detik}$$

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{1,67}{2 \times 9,8}$$

$$= 0,14 \text{ m}$$

c. Head Gesekan (Hf1)

$$Hf1 = \lambda \frac{Lv^2}{2Dg}$$

Mencari nilai koefisien gesek (λ) terlebih dahulu dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\lambda &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,355} \\ &= 0,021\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Hf1 &= \lambda \frac{Lv^2}{2Dg} \\ &= 0,021 \times \left(\frac{(800) \times (1,67^2)}{2 \times 0,355 \times 9,8} \right) \\ &= 6,65 \text{ m}\end{aligned}$$

d. Head Belokan (Hf2)

$$(Hf2) = k \frac{v^2}{2g}$$

Terdapat 1 belokan, sehingga:

Mencari terlebih dahulu nilai koefisien belokan (k):

$$K = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right) 0,5$$

$$R = \frac{D}{\tan \frac{\theta}{2}}$$

$$\begin{aligned}R_{90^\circ} &= \frac{0,355}{\tan \frac{90}{2}} \\ &= 0,355\end{aligned}$$

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right) 0,5$$

$$\begin{aligned}k_{90^\circ} &= \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,355}{2 \times 0,355} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{90}{90} \right) 0,5 \\ &= 0,131\end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned}Hf2 &= k \left(\frac{v^2}{2g} \right) \\ &= k \left(\frac{1,67^2}{2 \times 9,8} \right) \\ &= 0,019 \text{ m}\end{aligned}$$

Head total pada pipa pompa Multiflo MF 420 EXHV

$$\begin{aligned}
 HT &= h_s + h_v + H_{f1} + H_{f2} \\
 &= 38 + 0,14 + 6,65 + 0,019 \\
 &= 44,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pompa Multiflo 420 EXVH

Debit Aktual = 555,75 m³/jam

Elevasi *Sump* = 22 m

Elevasi sisi *outlet* = 100 m

Diameter pipa = 0,355 m

Panjang pipa = 568,57 m

Berdasarkan data diatas, maka total *head* pemompaan dapat dihitung sebagai berikut:

Head Statis (Hs)

$$\begin{aligned}
 \text{a. } H_s &= h_2 - h_1 \\
 &= 100 - 22 \\
 &= 78 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Head kecepatan (Hv)

$$\begin{aligned}
 H_v &= \frac{v^2}{2g} \\
 V &= \frac{Q}{A} \\
 &= \frac{0,1544}{\frac{1}{4} \pi d^2} \\
 &= \frac{0,1544}{\frac{1}{4} \pi (0,355)^2} \\
 &= 1,56 \text{ m/detik} \\
 H_v &= \frac{v^2}{2g} \\
 &= \frac{1,56^2}{2 \times 9,8} \\
 &= 0,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Head Gesekan (Hf1)

$$H_{f1} = \lambda \frac{Lv^2}{2Dg}$$

Mencari nilai koefisien gesek (λ) terlebih dahulu dengan persamaan:

$$\Lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,020 + \frac{0,0005}{0,355} \\
&= 0,021 \\
H_{f1} &= \lambda \frac{Lv^2}{2Dg} \\
&= 0,021 \times \left(\frac{(568,57) \times (1,56^2)}{2 \times 0,355 \times 9,8} \right) \\
&= 4,17 \text{ m}
\end{aligned}$$

d. Head Belokan (H_{f2})

$$(H_{f2}) = k \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Terdapat 1 belokan, sehingga:

Mencari terlebih dahulu nilai koefisien belokan (k):

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right) 0,5$$

$$R = \frac{D}{\tan \frac{\theta}{2}}$$

$$\begin{aligned}
R_{90^\circ} &= \frac{0,355}{\tan \frac{90}{2}} \\
&= 0,355
\end{aligned}$$

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right) 0,5$$

$$\begin{aligned}
k_{90^\circ} &= \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,355}{2 \times 0,355} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{90}{90} \right) 0,5 \\
&= 0,131
\end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned}
H_{f2} &= k \left(\frac{v^2}{2g} \right) \\
&= k \left(\frac{1,55^2}{2 \times 9,8} \right) \\
&= 1,1 \text{ m}
\end{aligned}$$

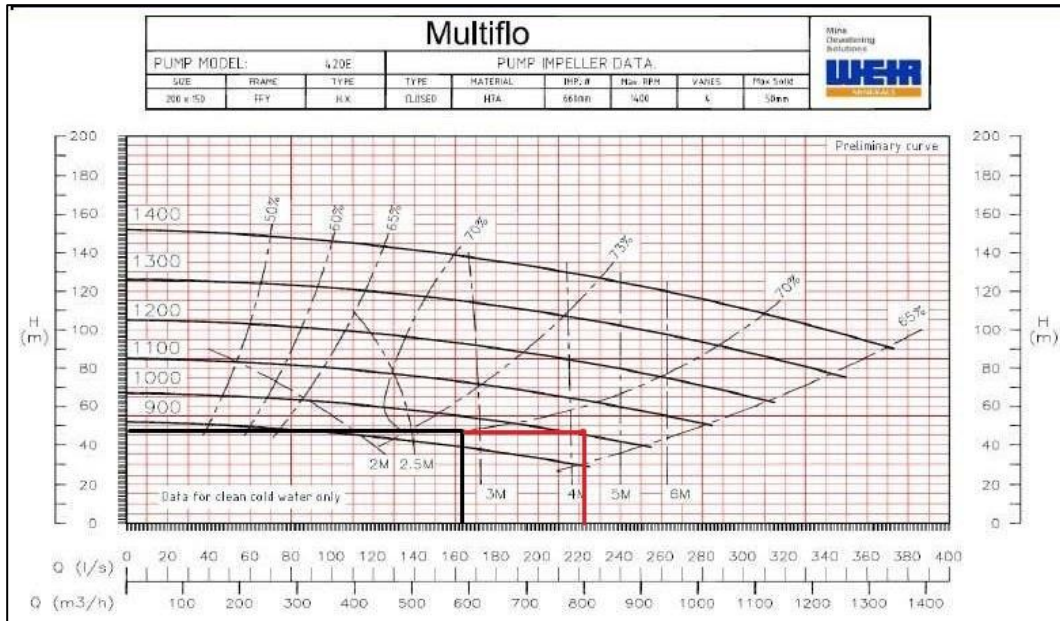
Head total pada pipa pompa Multiflo MF 420 EXHV

$$\begin{aligned}
HT &= h_s + h_v + H_{f1} + H_{f2} \\
&= 78 + 0,12 + 4,17 + 1,1 \\
&= 83,39 \text{ m}
\end{aligned}$$

Lampiran K

EFISIENSI POMPA

J.1. Efisiensi Pompa Multiflo 420 E



Sumber: Penulis, 2025

Setelah didapatkan nilai head total, selanjutnya memasukkan nilai head total tersebut ke dalam grafik spesifikasi pompa Multiflo MF 420 E dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Plot head total yang didapat dari perhitungan yaitu 44,80 m dan debit pemompaan 597,10 m³/jam.
2. Tarik garis dari titik head total ke garis rpm 900. Dari perpotongan kedua garis ditarik garis baru ke bawah dimana garis ke bawah sebagai penunjuk debit yang digunakan.
3. Didapatkan nilai efisiensi pompa yang mana pada debit pemompaan aktual belum mencapai efisiensi maksimal sehingga pemompaan masih dapat ditingkatkan lagi.