

**EVALUASI KAPASITAS PEMOMPAAN DALAM SISTEM
PENYALIRAN PADA *SUMP* SM TIMUR
PT BERKAH DAYA SUKSES**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**RENDI SETIAWAN
2023310061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**EVALUASI KAPASITAS PEMOMPAAN DALAM SISTEM
PENYALIRAN PADA *SUMP* SM TIMUR
PT BERKAH DAYA SUKSES**

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih



**RENDI SETIAWAN
2023310061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KAPASITAS PEMOMPAAN DALAM SISTEM PENYALIRAN PADA *SUMP* SM TIMUR PT BERKAH DAYA SUKSES

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Rendi Setiawan
2023310061

Prabumulih, 17 Juli 2026

Pembimbing I

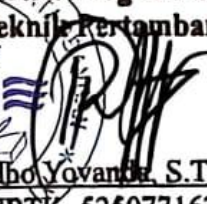


Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003

Pembimbing II



Reni Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002


**Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan**

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 5250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berupa laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Evaluasi Kapasitas Pemompoan Dalam Sistem Penyaliran Pada *Sump* SM Timur PT Berkab Daya Sukses” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih pada hari Kamis Tanggal Juli 2026.

Prabumulih, 17 Juli 2026
Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua:

Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003



Anggota:

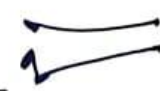
1. Reni Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755655300002



2. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.
NUPTK. 7553748650200002



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Aji Susilo, S.T., M.T., IPM.
NUPTK. 69944755656130172

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan


Ridho Yovanna, S.T., M.T.
NUPTK. 5250771672130283

PERNYATAAN INTEGRASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Rendi Setiawan

NIM : 2023310061

Program Studi : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku diatas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 17 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Rendi Setiawan
NIM. 2023310061

ABSTRAK

Evaluasi Kapasitas Pemompaan Dalam Sistem Penyaliran Pada *Sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses

Rendi Setiawan, 2023310061, 2026

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis debit air yang masuk ke dalam *sump* SM Timur, mengetahui kapasitas pemompaan yang digunakan, serta mengevaluasi kinerja sistem pemompaan pada PT Berkah Daya Sukses. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi data curah hujan, luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*), spesifikasi pompa KSB DnD 150, spesifikasi pipa HDPE, serta data lapangan berupa panjang jalur perpipaan, perbedaan elevasi, dan debit aktual pompa. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan besarnya debit air yang masuk ke *sump* dengan menggunakan distribusi Gumbel dalam penentuan curah hujan rencana, metode Mononobe untuk menghitung intensitas hujan, metode Rasional untuk menghitung debit limpasan, serta metode volumetrik untuk menentukan debit air tanah. Selanjutnya, evaluasi sistem pemompaan dilakukan melalui perhitungan debit aktual pompa, *head* statis, *head loss*, *head* kecepatan (*velocity head*), serta analisis kinerja pompa guna mengetahui efektivitas sistem penyaliran yang diterapkan pada area penelitian.

Kata Kunci: Sistem penyaliran tambang, kapasitas pemompaan, *sump*, debit air, *dewatering*

ABSTRACT

Evaluation of Pumping Capacity in the Mine Drainage System at the East SM Sump of PT Berkah Daya Sukses

Rendi Setiawan, 2023310061, 2026

This study was conducted to analyze the volume of water entering the East SM Sump, determine the pumping capacity utilized, and evaluate the performance of the pumping system at PT Berkah Daya Sukses. The data used in this study included rainfall data, catchment area size, specifications of the KSB DnD 150 pump, HDPE pipe specifications, and field data consisting of pipeline length, elevation differences, and actual pump discharge. Hydrological analysis was carried out to determine the amount of water entering the sump by applying the Gumbel distribution method to estimate design rainfall, the Mononobe method to calculate rainfall intensity, the Rational method to estimate runoff discharge, and the volumetric method to determine groundwater inflow. Furthermore, the pumping system was evaluated through calculations of actual pump discharge, static head, head loss, and velocity head, as well as pump performance analysis to assess the effectiveness of the dewatering system implemented in the study area.

Keyword: Mine drainage system, pumping capacity, sump, water discharge, mine dewatering

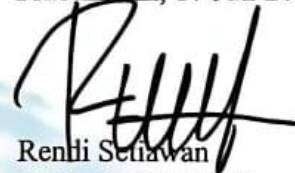
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kapasitas Pemompaan Dalam Sistem Penyaliran Pada *Sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses”. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi D3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
5. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. sebagai Pembimbing II.
6. Bapak Dosen Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. sebagai Penguji.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
9. Kepala Perusahaan, Pimpinan, dan seluruh Staf Perusahaan PT Berkah Daya Sukses telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
10. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
11. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan sehingga membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir

Prabumulih, 17 Juli 2026



Rendi Setiawan
NIM : 2023310061



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN INTEGRASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	5
2.1.1 Sejarah PT Berkah Daya Sukses	5
2.1.2 Visi Dan Misi Perusahaan.....	5
2.1.3 Struktur Organisasi	6
2.1.4 Lokasi Kesampaian Daerah	7
2.1.5 Keadaan Stratigrafi	8
2.1.6 Keadaan Geologi	8
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Siklus Hidrologi.....	9
2.2.2 Sistem Penyaliran Tambang	11
2.2.3 Curah Hujan.....	13

2.2.4 Periode Ulang Hujan	13
2.2.5 Intensitas Hujan	18
2.2.6 Air Limpasan	19
2.2.7 Air Tanah	20
2.2.8 <i>Sump</i>	21
2.2.9 Sistem Pemompaan	21
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2 Tahapan Penelitian.....	25
3.2.1 Obsevasi Lapangan.....	26
3.2.2 Studi Literatur.....	26
3.2.3 Pengumpulan Data.....	26
3.2.4 Pengolahan Data	27
3.2.5 Analisis Data.....	28
3.2.6 Kesimpulan.....	28
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Debit Air yang Masuk ke <i>Sump</i> SM Timur.....	30
4.1.1. Periode Ulang Hujan	30
4.1.2 Intensitas Hujan (I)	31
4.1.3 <i>Catchment Area</i> (A).....	32
4.1.4 Koefisien Limpasan (C).....	33
4.1.5 Debit Air Limpasan yang Masuk ke <i>Sump</i>	34
4.1.6 Debit Air Tanah yang Masuk ke <i>Sump</i>	35
4.1.7 Total Debit yang Masuk ke <i>Sump</i>	35
4.2 Kapasitas Pemompaan <i>Sump</i> SM Timur	35
4.2.1 Pompa dan Pipa yang Digunakan.....	35
4.2.2 Perhitungan Debit Pemompaan	36
4.2.3 Perhitungan <i>Head</i> Pompa	37
4.2.4 Evaluasi Kapasitas Pemompaan pada <i>Sump</i> SM Timur	37
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40

5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	44



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel S_n dan Y_n Distribusi Gumbel	17
Tabel 2.2 Tabel Y_t Distribusi Gumbel	17
Tabel 2.3 Koefisien Limpasan pada Berbagai Kondisi Menurut Rudy (1999)..	20
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	25
Tabel 4.1 Periode Ulang Hujan	31
Tabel 4.2 Intensitas Hujan	32
Tabel 4.3 Koefisien Limpasan pada berbagai kondisi menurut Rudy (1999)....	34
Tabel 4.4 Total Air Masuk ke dalam Sump	35
Tabel 4.5 Debit Pemompaan	36
Tabel 4.6 Sebelum Evaluasi Kapasitas Pemompaan	38
Tabel 4.7 Sebelum Evaluasi kapasitas Pemompaan	38
Tabel A.1 Curah Hujan 2024 Pit SM Timur	44
Tabel A.2 Curah Hujan 2025 Pit SM Timur	44
Tabel A.3 Rata-rata Jam Hujan Pit SM Timur	45
Tabel B.1 Rata-rata Curah Hujan Maksimum	48
Tabel B.2 Periode Ulang Hujan	48
Tabel B.3 Nilai Y_t	51
Tabel F.1 Spesifikasi Pompa KSB DnD 150	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Berkah Daya Sukses	6
Gambar 2.2 Peta Lokasi Kesampaian Daerah	7
Gambar 2.3 Siklus Hidrologi	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1 <i>Sump</i> SM Timur PT Berkah Daya Sukses	30
Gambar 4.2 Peta Catchment Area Pit SM Timur	33
Gambar 4.3 Pompa KSB DnD 150	36
Gambar 4.4 Kurva KSB DnD 150	39
Gambar A.1 Peta <i>Catchment Area</i> Pit SM Timur	56
Gambar A.2 Peta Topografi Pit SM Timur	57
Gambar G.1 Pompa KSB DnD 150	59
Gambar G.2 Pengukuran Panjang Pipa	59
Gambar G.3 <i>Sump</i> SM Timur	60
Gambar G.4 Saluran Terbuka	60
Gambar G.5 Kondisi Area Pit SM Timur	61
Gambar G.6 Pipa <i>Discharge</i> Menuju <i>Outlet</i>	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran D. Tabel Data Curah Hujan Dan Jam Hujan	42
Lampiran E. Perhitungan Periode Ulang Hujan.....	45
Lampiran C. Perhitungan Debit Pemompaan	45
Lampiran F. Perhitungan <i>Head Pompa</i>	50
Lampiran B. Peta <i>Catchment Area</i> Pit Sm Timur.....	39
Lampiran C. Spesifikasi Pompa KSB Dnd 150	41
Lampiran A. Dokumentasi Lapangan	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu faktor alam yang sangat memengaruhi kegiatan penambangan, terutama pada metode tambang terbuka yang seluruh aktivitasnya berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan dan cuaca. Dalam kegiatan tambang terbuka, perubahan kondisi cuaca dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap kelancaran operasional penambangan. Salah satu faktor cuaca yang paling berpengaruh adalah curah hujan, karena air hujan yang masuk ke area tambang dapat memengaruhi kondisi kerja di lapangan. Intensitas hujan yang tinggi sering kali menyebabkan genangan pada area kerja, kondisi jalan tambang menjadi licin dan rusak, terganggunya mobilitas alat berat, hingga menurunnya produktivitas kegiatan penambangan. Selain itu, keberadaan air yang tidak terkendali di dalam pit juga dapat memengaruhi kestabilan lereng tambang dan meningkatkan risiko keselamatan kerja bagi pekerja maupun peralatan tambang. Oleh sebab itu, pengelolaan air tambang menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan operasional tambang terbuka.

Air yang masuk ke dalam area pit umumnya berasal dari beberapa sumber, seperti limpasan air hujan (*run off*), rembesan air tanah, dan aliran air dari daerah sekitar tambang yang masuk ke dalam pit akibat perbedaan elevasi. Secara alami, air akan mengalir menuju daerah yang memiliki elevasi lebih rendah dan kemudian terkumpul pada dasar pit tambang. Apabila air tersebut tidak segera dikendalikan dan dikeluarkan dari area penambangan, maka volume air di dalam pit akan terus bertambah dan berpotensi menghambat aktivitas produksi. Kondisi tersebut menyebabkan sistem penyaliran tambang (*mine dewatering*) menjadi salah satu bagian penting dalam mendukung keberlangsungan kegiatan penambangan agar tetap berjalan secara aman, efektif, dan sesuai target produksi.

Sistem penyaliran tambang merupakan sistem yang dirancang untuk mengalirkan, menampung, dan mengeluarkan air dari area penambangan menuju lokasi tertentu agar tidak mengganggu aktivitas operasional. Pada tambang terbuka, sistem penyaliran umumnya terdiri dari saluran drainase, *sump*, jaringan perpipaan,

dan pompa dewatering. Saluran drainase berfungsi untuk mengarahkan aliran air menuju *sump*, sedangkan *sump* digunakan sebagai tempat penampungan sementara air tambang sebelum dipompa keluar menuju *settling pond* atau kolam pengendapan lumpur. Dalam sistem tersebut, pompa memiliki peranan yang sangat penting karena menjadi alat utama yang digunakan untuk memindahkan air keluar dari area pit. Kinerja sistem penyaliran sangat dipengaruhi oleh kemampuan pompa dalam mengimbangi jumlah debit air yang masuk ke area tambang.

Kapasitas pemompaan menjadi salah satu faktor utama dalam keberhasilan sistem penyaliran tambang. Pompa harus mampu mengeluarkan air dengan kapasitas yang sesuai agar volume air di dalam *sump* tidak terus meningkat. Apabila kapasitas pompa lebih kecil dibandingkan debit air yang masuk ke pit, maka genangan air akan terjadi dan dapat menghambat kegiatan penambangan. Sebaliknya, penggunaan pompa dengan kapasitas yang terlalu besar tanpa perencanaan yang tepat juga dapat menyebabkan pemborosan energi dan biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan evaluasi terhadap sistem pemompaan agar sistem penyaliran dapat bekerja secara efektif dan efisien sesuai kondisi aktual di lapangan.

Selain kapasitas pompa, terdapat beberapa faktor lain yang memengaruhi kinerja sistem penyaliran tambang, di antaranya curah hujan, intensitas hujan, luas daerah tangkapan air (*catchment area*), kondisi topografi, dimensi saluran drainase, panjang jaringan perpipaan, serta kehilangan energi aliran (*head loss*). Curah hujan dan luas *catchment area* akan menentukan besarnya debit limpasan yang masuk ke dalam pit, sedangkan kondisi topografi memengaruhi arah aliran air menuju *sump*. Selain itu, panjang perpipaan dan kehilangan energi aliran juga memengaruhi kemampuan pompa dalam mengalirkan air keluar dari area tambang. Dengan banyaknya faktor yang memengaruhi sistem penyaliran, maka evaluasi terhadap kapasitas dan kinerja pompa perlu dilakukan secara berkala agar sistem tetap mampu mengendalikan air tambang secara optimal.

PT Berkah Daya Sukses merupakan perusahaan kontraktor pertambangan yang bertugas dalam pelaksanaan pengupasan tanah penutup (*overburden removal*) pada area kerja PT Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Dalam mendukung kegiatan operasional penambangan,

perusahaan menerapkan sistem penyaliran tambang sebagai upaya pengendalian air pada area pit agar aktivitas produksi dapat berjalan dengan aman dan lancar. Salah satu area operasional yang memerlukan sistem penyaliran yang baik adalah pit SM Timur karena aktivitas penambangan dilakukan pada area terbuka yang dipengaruhi langsung oleh kondisi curah hujan. Sistem penyaliran pada pit tersebut memanfaatkan saluran drainase, *sump*, dan pompa dewatering untuk mengeluarkan air yang terkumpul di dalam area tambang.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan evaluasi terhadap kapasitas pemompaan pada sistem penyaliran di pit SM Timur untuk mengetahui kemampuan pompa dalam mengendalikan debit air yang masuk ke area pit. Evaluasi ini penting dilakukan agar kapasitas pompa yang digunakan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan dan mampu mendukung kelancaran operasional penambangan. Selain itu, hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar dalam meningkatkan efektivitas sistem penyaliran tambang sehingga risiko genangan air dan gangguan operasional akibat air tambang dapat diminimalkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Seberapa besar debit air yang masuk ke *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses?
2. Bagaimana kapasitas pemompaan pada *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah debit air yang masuk ke *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses.
2. Mengetahui kapasitas pemompaan pada *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmu terkait sistem penyaliran tambang (*mine dewatering*) pada tambang terbuka, khususnya dalam aspek evaluasi kapasitas pemompaan. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi tambahan mengenai hubungan antara debit air masuk (*inflow*), kapasitas pompa, serta faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem penyaliran seperti curah hujan, *catchment area*, kondisi topografi, dan kehilangan energi aliran (*head loss*). Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan atau dasar pengembangan studi selanjutnya dalam bidang pengelolaan air tambang.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi aktual sistem pemompaan di *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses, terutama dalam menilai apakah kapasitas pompa yang digunakan sudah sesuai untuk mengatasi debit air yang masuk. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan oleh perusahaan sebagai bahan evaluasi teknis dalam pengelolaan sistem penyaliran tambang, seperti penentuan kapasitas pompa yang optimal, jumlah unit pompa yang dibutuhkan, serta strategi pengendalian air tambang di lapangan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efektivitas sistem dewatering sehingga risiko genangan air, gangguan operasional, dan penurunan produktivitas dapat diminimalkan.

1.5 Batasan Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini hanya sebatas pada penelitian terkait dengan evaluasi kapasitas pemompaan dalam sistem penyaliran pada *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.1.1 Sejarah PT Berkah Daya Sukses

PT Berkah Daya Sukses (PT BDS) merupakan perusahaan pemegang Izin Usaha Jasa Pertambangan (IUJP) yang memiliki lokasi kerja di wilayah Lokasi penelitian berada di KM 113 Jalan Khusus Angkutan Batubara PT Servo Lintas Raya (*Titan Road*), Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Secara administratif area penelitian termasuk dalam wilayah operasional PT Banjarsari Pribumi yang merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara di Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Pada lokasi penelitian, PT BDS bertindak sebagai kontraktor pertambangan yang melaksanakan kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden removal*) di area kerja Pit LDP dan Pit SM Timur PT Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. PT Berkah Daya Sukses dibentuk pada tanggal 7 Mei 2021 sebagai perusahaan kontraktor pertambangan yang bergerak di bidang pengupasan tanah penutup. Dalam menjalankan kegiatan operasionalnya, perusahaan berupaya mendukung aktivitas penambangan secara efektif, aman, dan sesuai dengan standar keselamatan kerja serta pengelolaan lingkungan pertambangan.

2.1.2 Visi Dan Misi Perusahaan

PT Berkah Daya Sukses memiliki visi dan misi sebagai berikut:

Visi:

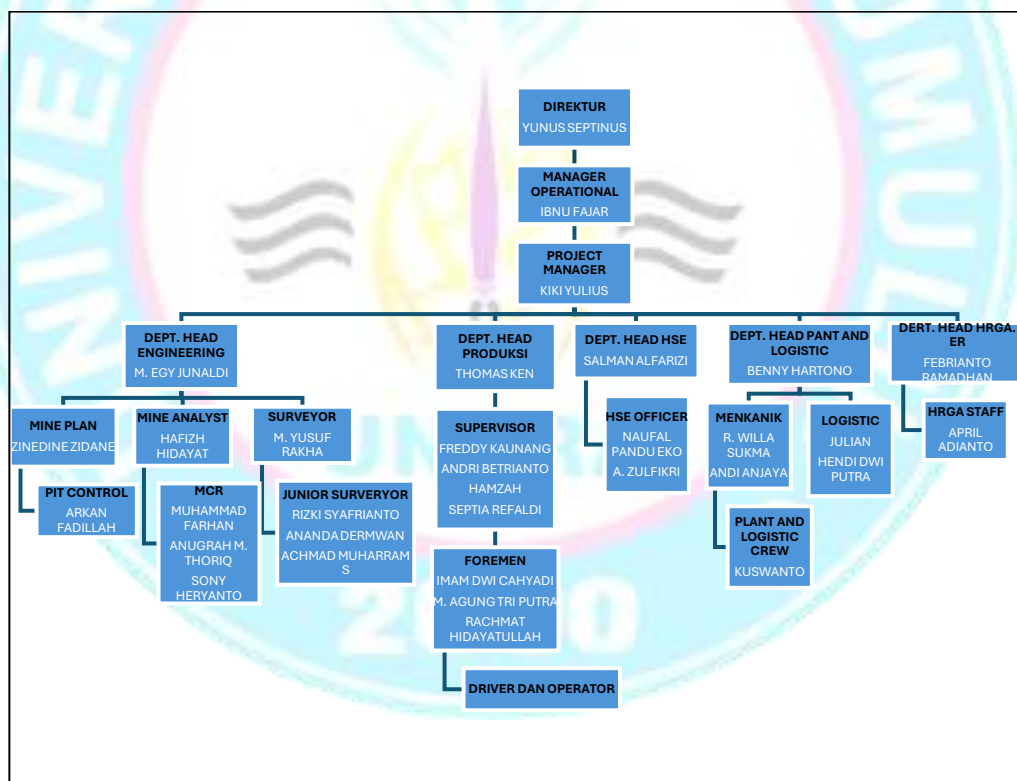
Menjadi perusahaan pemegang IUJP terkemuka di Indonesia yang profesional, memberikan layanan terbaik bagi mitra kerja dengan mengutamakan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup dalam menjalankan proses bisnisnya.

Misi:

Membangun usaha yang berorientasi pada pemanfaatan sumber daya secara efektif, efisien dan akuntabel untuk menghasilkan kinerja yang saling menguntungkan terhadap mitra kerja.

2.1.3 Struktur Organisasi

PT Berkah Daya Sukses memiliki struktur organisasi yang mendukung kelancaran kegiatan operasional pertambangan. Perusahaan dipimpin oleh Direktur Yunus Septinus yang dibantu oleh Manager Operational Ibnu Fajar dan Project Manager Kiki Yulius dalam mengawasi kegiatan di lapangan. Departemen engineering dipimpin oleh M. Egy Junaldi yang bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan teknis tambang, sedangkan kegiatan produksi dipimpin oleh Thomas Ken. Departemen HSE dipimpin oleh Salman Alfarizi untuk mengawasi aspek keselamatan kerja dan lingkungan. Selain itu, terdapat departemen plant dan logistic yang dipimpin Benny Hartono serta departemen HRGA yang dipimpin Febrianto Ramadhan untuk mendukung kebutuhan operasional dan administrasi perusahaan.

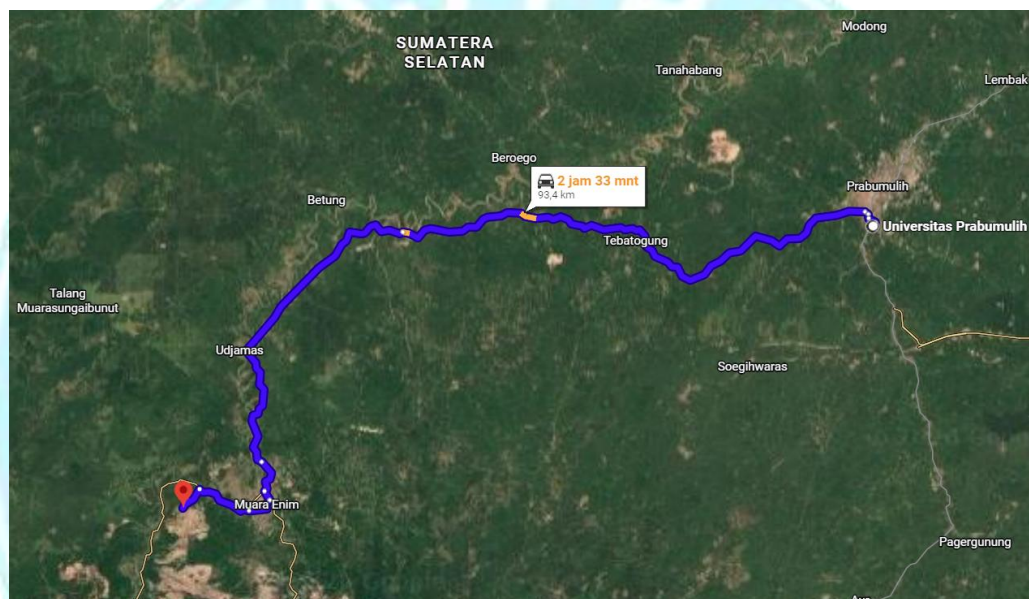


Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Gambar 2.1 Struktur organisasi PT Berkah Daya Sukses

2.1.4 Lokasi Kesampaian Daerah

PT Berkah Daya Sukses merupakan perusahaan jasa pertambangan yang melaksanakan kegiatan operasional di *Job Site* PT Banjarsari Pribumi. Secara administratif lokasi penelitian berada di Desa Gedung Agung, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Secara astronomis lokasi tersebut berada pada koordinat sekitar $103^{\circ}42'43,1496''$ BT dan $3^{\circ}40'24,3444''$ LS, sehingga termasuk ke dalam wilayah pertambangan batubara di Cekungan Sumatera Selatan.



Sumber: maps.google.com

Gambar 2.2 Peta Lokasi Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian dapat ditempuh menggunakan transportasi darat dari Kota Prabumulih dengan waktu perjalanan sekitar 2 jam 30 menit dan jarak tempuh kurang lebih 94 km. Rute perjalanan melewati jalan nasional dan jalan provinsi menuju Kecamatan Merapi Timur, kemudian dilanjutkan melalui jalan khusus angkutan batubara (*hauling road*) PT Servo Lintas Raya hingga mencapai area tambang PT Banjarsari Pribumi. Kondisi akses menuju lokasi relatif baik karena telah didukung oleh infrastruktur jalan yang digunakan untuk menunjang kegiatan operasional pertambangan.

Area penelitian memiliki akses yang cukup strategis terhadap fasilitas penunjang kegiatan penambangan, seperti *workshop*, *fuel station*, *disposal*,

stockpile, dan area *front* penambangan. Keberadaan jalan khusus angkutan batubara juga membantu kelancaran mobilisasi alat berat, kendaraan operasional, serta distribusi logistik perusahaan. Kondisi aksesibilitas tersebut mendukung efektivitas kegiatan produksi dan mempermudah pelaksanaan pengawasan maupun penelitian di lapangan.

2.1.5 Keadaan Stratigrafi

Secara regional, daerah penelitian termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan yang merupakan salah satu cekungan penghasil batu bara terbesar di Indonesia. Stratigrafi daerah ini tersusun oleh beberapa formasi batuan sedimen yang terbentuk sejak zaman Tersier akibat proses pengendapan pada lingkungan darat hingga laut dangkal. Urutan stratigrafi tersebut menjadi dasar dalam penyebaran lapisan batuan dan batubara di wilayah Kabupaten Lahat.

Satuan batuan penyusun daerah penelitian dari tua ke muda terdiri atas Formasi Gumai, Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, Formasi Kasai, satuan gunung api muda, serta endapan aluvium. Formasi Gumai didominasi oleh batu lempung, serpih, dan sisipan batu gamping, sedangkan Formasi Air Benakat tersusun atas perselingan batu lempung, batu lanau, dan serpih karbonatan. Formasi Kasai umumnya terdiri atas tufa, batu pasir tufaan, dan material gunung api yang menutupi sebagian wilayah penelitian.

Lapisan pembawa batubara utama pada daerah penelitian berada di dalam Formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun atas perselingan batu lempung, batu lanau, batu pasir tufaan, serta sisipan beberapa lapisan batubara dengan ketebalan yang bervariasi. Keberadaan Formasi Muara Enim menjadi target utama kegiatan penambangan karena memiliki cadangan batubara yang bernilai ekonomis dan tersebar cukup luas di wilayah PT Banjarsari Pribumi.

2.1.6 Keadaan Geologi

Secara geologi regional, wilayah penelitian berada pada Cekungan Sumatera Selatan yang terbentuk akibat interaksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Aktivitas tektonik tersebut menghasilkan proses sedimentasi yang berlangsung dalam waktu yang panjang serta membentuk berbagai struktur geologi seperti lipatan dan sesar. Kondisi geologi tersebut

berpengaruh terhadap penyebaran lapisan batubara, ketebalan lapisan batuan penutup, serta arah kemiringan lapisan di daerah penelitian.

Perkembangan geologi daerah penelitian juga dipengaruhi oleh beberapa fase tektonik yang menghasilkan Sesar Semangko sebagai struktur geologi regional utama di Pulau Sumatera. Selain itu, dijumpai struktur lipatan dengan arah dominan barat laut–tenggara serta beberapa sesar yang berkembang sebagai akibat aktivitas tektonik lanjutan. Struktur-struktur tersebut memberikan pengaruh terhadap kondisi morfologi, pola aliran sungai, serta variasi penyebaran lapisan batubara di wilayah pertambangan.

Litologi yang dijumpai di lokasi penelitian umumnya berupa batu lempung, batu lanau, batu pasir tufaan, dan lapisan batubara yang termasuk ke dalam Formasi Muara Enim. Material batuan penutup (*overburden*) didominasi oleh batu lempung dan batu pasir yang memiliki sifat fisik berbeda sehingga mempengaruhi kestabilan lereng, kondisi jalan angkut, dan metode pengupasan material.

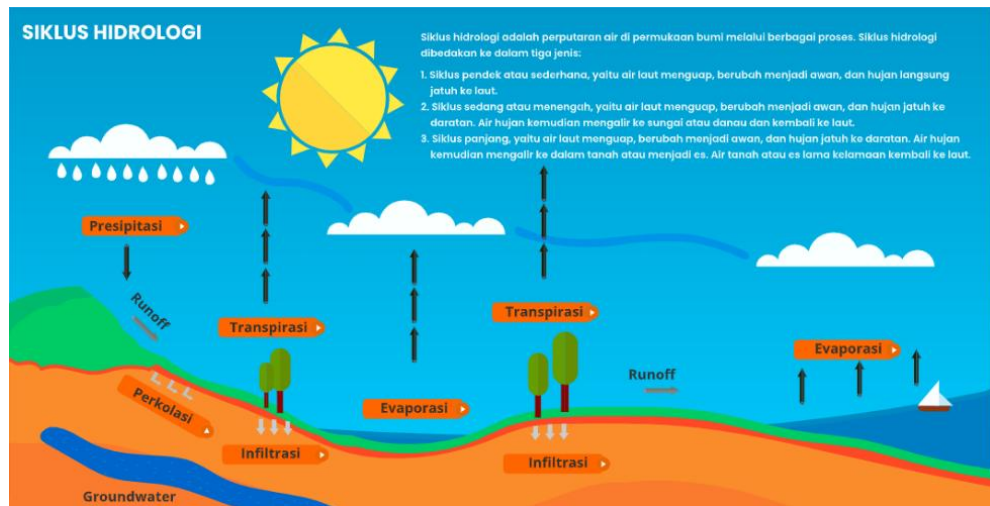
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses pergerakan air dari atmosfer ke permukaan bumi dan kembali lagi ke atmosfer yang berlangsung secara terus-menerus. Dalam siklus hidrologi terdapat beberapa tahapan utama, yaitu sebagai berikut:

1. Evaporasi, yaitu proses penguapan air dari permukaan laut, sungai, danau, maupun permukaan tanah akibat energi panas matahari. Uap air yang terbentuk kemudian naik menuju atmosfer dan menjadi salah satu sumber pembentukan awan. Evaporasi merupakan awal dari terbentuknya hujan yang nantinya berpengaruh terhadap kondisi sistem penyaliran tambang.
2. Kondensasi, yaitu proses perubahan uap air menjadi butiran-butiran air akibat penurunan suhu di atmosfer. Butiran air tersebut berkumpul membentuk awan yang terus berkembang hingga memiliki massa yang cukup besar. Kondensasi merupakan penentu terbentuknya awan yang akan menghasilkan hujan pada wilayah tertentu.

3. Presipitasi, yaitu proses jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk hujan. Pada kegiatan pertambangan terbuka, presipitasi merupakan faktor utama yang memengaruhi masuknya air ke dalam pit tambang. Air hujan yang turun akan langsung mengenai permukaan area tambang, seperti lereng, jalan hauling, disposal, dan front penambangan. Besarnya curah hujan yang terjadi akan menentukan jumlah air yang harus ditangani oleh sistem penyaliran agar kegiatan operasional tidak terganggu.
4. Infiltrasi, yaitu proses meresapnya air ke dalam pori-pori tanah hingga menjadi bagian dari air tanah. Besarnya infiltrasi dipengaruhi oleh jenis tanah, kondisi batuan, kemiringan lereng, serta tutupan vegetasi. Pada area tambang terbuka, kemampuan infiltrasi umumnya lebih kecil dibandingkan kondisi alami karena permukaan tanah telah mengalami pengupasan lapisan penutup, pemadatan akibat aktivitas alat berat, dan minimnya vegetasi. Kondisi tersebut menyebabkan hanya sebagian kecil air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah.
5. *Run off* (Aliran Permukaan), merupakan proses mengalirnya air di atas permukaan tanah menuju daerah yang memiliki elevasi lebih rendah, seperti saluran drainase maupun sump. Pada area tambang terbuka, sebagian besar air hujan yang jatuh akan mengalir mengikuti kemiringan lereng menuju *sump* sebagai titik terendah pada area penambangan. Kondisi lahan yang didominasi oleh material tanah terbuka dan jalan tambang menyebabkan limpasan permukaan menjadi cukup besar sehingga memberikan beban utama terhadap sistem penyaliran.



Sumber: bmkg.go.id

Gambar 2.3 Siklus Hidrologi

Dalam kegiatan tambang terbuka, siklus hidrologi berpengaruh langsung terhadap jumlah air yang masuk ke area pit. Air hujan yang jatuh ke permukaan tambang sebagian akan menjadi limpasan permukaan dan sebagian lainnya meresap ke dalam tanah, tergantung kondisi topografi, jenis tanah, dan tutupan lahan. Aktivitas penambangan umumnya menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan dan menurunnya kemampuan infiltrasi tanah. Perubahan bentuk lahan akibat kegiatan penambangan, seperti pengupasan tanah penutup dan pemadatan permukaan, menyebabkan air lebih banyak mengalir di permukaan menuju sump. Kondisi ini dapat meningkatkan debit air tambang dan berpotensi menimbulkan genangan apabila sistem penyaliran tidak dirancang dengan baik.

2.2.2 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang merupakan rangkaian proses teknis yang dirancang untuk mengatur dan mengeluarkan dan mengendalikan air dari area penambangan agar kegiatan operasional tidak terganggu. Pada tambang terbuka, air dapat berasal dari curah hujan, limpasan permukaan (*runoff*), dan rembesan air tanah yang masuk ke dalam pit. Sistem ini umumnya terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. Saluran drainase (*drainage channel*), merupakan salah satu komponen utama dalam sistem penyaliran tambang yang berfungsi mengalirkan air

hujan, limpasan permukaan, dan rembesan air menuju *sump*. Pembuatan saluran drainase bertujuan mencegah genangan air pada area kerja agar kegiatan penambangan dapat berlangsung secara aman dan efisien. Pada tambang terbuka, saluran drainase umumnya dirancang mengikuti kontur topografi sehingga aliran air dapat bergerak secara gravitasi.

2. *Sump*, merupakan kolam atau cekungan buatan yang ditempatkan pada elevasi terendah di dalam pit sebagai tempat penampungan sementara air sebelum dipompa menuju *settling pond* atau lokasi pembuangan lainnya. Air yang masuk ke *sump* berasal dari limpasan permukaan, air hujan, dan rembesan air tanah yang dialirkan melalui saluran drainase. Keberadaan *sump* membantu proses pengumpulan air agar kegiatan pemompaan dapat dilakukan secara terpusat dan lebih terkendali.
3. Pompa, merupakan peralatan mekanis yang digunakan untuk mengalirkan air dari *sump* menuju *settling pond* atau lokasi pembuangan. Dalam sistem penyaliran tambang, pompa berfungsi memberikan energi pada fluida agar air dapat dialirkan menuju tempat yang memiliki elevasi lebih tinggi. Kinerja pompa dipengaruhi oleh kapasitas debit, *head total*, sistem perpipaan, dan efisiensi operasional. Kapasitas pompa harus disesuaikan dengan debit air yang masuk ke *sump* agar tidak terjadi penumpukan air selama kegiatan penambangan.
4. *Settling pond*, merupakan kolam pengendapan yang berfungsi mengurangi kandungan sedimen dalam air tambang sebelum dialirkan ke luar area pit seperti sungai atau lainnya. Air hasil pemompaan dari *sump* umumnya masih mengandung partikel sedimentasi yang perlu dipisahkan agar kualitas air buangan memenuhi ketentuan lingkungan. Proses pengendapan berlangsung secara alami dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga partikel padat mengendap di dasar kolam.

Dalam pelaksanaannya, air yang terkumpul di dalam pit dialirkan melalui saluran drainase menuju *sump*, kemudian dikeluarkan menggunakan pompa dengan kapasitas tertentu. Perancangan sistem penyaliran harus mempertimbangkan keseimbangan antara debit air yang masuk dengan kapasitas pengeluaran air agar tidak terjadi genangan yang dapat menghambat

aktivitas penambangan. Faktor seperti curah hujan, luas *catchment area*, dan efisiensi pompa menjadi aspek penting dalam menentukan kinerja sistem penyaliran tambang (Cahyadi *et al.*, 2021).

2.2.3 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan menunjukkan banyaknya air yang diterima permukaan bumi akibat proses presipitasi dari atmosfer. Dalam kajian hidrologi, curah hujan menjadi salah satu faktor penting karena sangat memengaruhi kondisi tata air suatu daerah. Besarnya curah hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi iklim, suhu udara, kelembaban, arah angin, topografi wilayah, dan musim.

Dalam kegiatan pertambangan terbuka, curah hujan memiliki pengaruh yang besar terhadap kondisi operasional tambang, terutama pada sistem penyaliran tambang. Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan volume air limpasan permukaan (*run off*) yang mengalir menuju pit sehingga berpotensi menyebabkan genangan, terganggunya aktivitas alat berat, kerusakan jalan tambang, dan penurunan produktivitas penambangan. Selain itu, masuknya air hujan ke area tambang juga dapat mempercepat proses erosi lereng dan meningkatkan beban kerja sistem *dewatering* (Rianto, 2021).

2.2.4 Periode Ulang Hujan

Periode ulang hujan merupakan selang waktu rata-rata terjadinya hujan maksimum dengan besaran tertentu pada suatu wilayah. Periode ulang digunakan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya suatu kejadian hujan dengan intensitas atau curah hujan yang sama maupun lebih besar dalam jangka waktu tertentu. Dalam analisis hidrologi, periode ulang menjadi salah satu dasar penting dalam menentukan curah hujan rencana yang digunakan untuk perencanaan bangunan air dan sistem drainase, termasuk pada sistem penyaliran tambang. Pemilihan periode ulang biasanya disesuaikan dengan tingkat risiko dan kebutuhan perencanaan, seperti periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, hingga 25 tahun (Saputra & Rahman, 2021).

Analisis periode ulang hujan dilakukan menggunakan metode statistik hidrologi berdasarkan data curah hujan maksimum tahunan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah distribusi Gumbel karena metode ini dapat digunakan untuk memperkirakan peluang terjadinya hujan ekstrem atau curah hujan maksimum. Dalam metode Gumbel, perhitungan dilakukan menggunakan beberapa parameter statistik, seperti nilai rata-rata, standar deviasi, *reduced mean*, dan *reduced standard deviation* untuk memperoleh curah hujan rencana pada periode ulang tertentu. Hasil analisis periode ulang hujan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan intensitas hujan dan debit limpasan, sehingga dapat membantu dalam perencanaan kapasitas saluran drainase, *sump*, dan kebutuhan pompa pada sistem penyaliran tambang agar mampu mengendalikan debit air yang masuk ke area penambangan (Pratama *et al.*, 2022).

Menurut Sarminingsih, dkk. (2025), untuk menentukan periode ulang hujan dari curah hujan dapat menggunakan Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2 berikut.

$$X_t = \bar{X} + k \cdot S \dots\dots\dots (2.1)$$

$$k = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = Rata2 curah hujan maksimum tahunan

S = Standar deviasi

S_n = *Reduced standart deviation*

Y_n = *Reduced mean*

Y_t = *Reduced variate*

K = *Reduced variate factor*

X_t = Prediksi curah hujan harian (mm/hari)

Berikut adalah penjelasan dari keterangan Persamaan 2.1 dan 2.2 diatas.

1. Rata-rata Curah Hujan Maksimum Tahunan ($\bar{X}$), merupakan nilai rata-rata dari seluruh data curah hujan maksimum tahunan yang digunakan dalam

analisis. Nilai ini menunjukkan kecenderungan umum besarnya curah hujan maksimum yang terjadi pada lokasi penelitian selama periode pengamatan. Dalam metode Distribusi Gumbel, nilai rata-rata digunakan sebagai parameter utama untuk memperkirakan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang tertentu. Semakin besar nilai rata-rata curah hujan maksimum tahunan, maka semakin besar pula peluang diperolehnya nilai curah hujan rencana.

2. Standar Deviasi (S), merupakan ukuran statistik yang menunjukkan tingkat penyebaran data curah hujan terhadap nilai rata-ratanya. Nilai standar deviasi menggambarkan seberapa besar variasi curah hujan maksimum yang terjadi setiap tahun. Semakin besar nilai standar deviasi, maka variasi data hujan semakin tinggi sehingga kemungkinan terjadinya hujan ekstrem juga semakin besar. Sebaliknya, nilai standar deviasi yang kecil menunjukkan bahwa data hujan relatif seragam dari tahun ke tahun.
3. *Reduced Standard Deviation* (S_n) merupakan konstanta statistik pada Distribusi Gumbel yang nilainya bergantung pada jumlah data (n). Nilai ini digunakan sebagai faktor koreksi dalam menghitung faktor frekuensi (K) sehingga hasil analisis lebih sesuai dengan karakteristik data yang ada. Nilai S_n diperoleh dari tabel Distribusi Gumbel atau dihitung menggunakan persamaan statistik berdasarkan jumlah data pengamatan.
4. *Reduced Mean* (Y_n), merupakan nilai rata-rata variabel reduksi (*reduced variate*) yang hanya dipengaruhi oleh jumlah data pengamatan. Parameter ini digunakan sebagai faktor koreksi terhadap rata-rata distribusi teoritis sehingga hasil analisis Distribusi Gumbel lebih representatif terhadap data aktual. Nilai Y_n umumnya diperoleh dari tabel Distribusi Gumbel sesuai banyaknya data hujan maksimum tahunan.
5. *Reduced Variate* (Y_t), merupakan variabel statistik yang menunjukkan posisi suatu periode ulang pada Distribusi Gumbel. Nilai Y_t diperoleh berdasarkan periode ulang (T) yang dipilih, misalnya 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, atau 25 tahun. Semakin besar periode ulang yang digunakan, maka nilai reduced variate akan semakin besar sehingga menghasilkan nilai curah hujan rencana yang lebih tinggi. Parameter ini berfungsi untuk

menggambarkan peluang terjadinya hujan ekstrem pada periode ulang tertentu.

6. *Reduced Variate Factor* (K), merupakan koefisien statistik yang digunakan untuk menghubungkan nilai rata-rata data hujan dengan nilai curah hujan rencana pada periode ulang tertentu. Nilai K diperoleh dari hubungan antara *reduced variate* (Y_t), *reduced mean* (Y_n), dan *reduced standard deviation* (S_n). Semakin besar periode ulang, maka nilai K juga akan meningkat sehingga nilai curah hujan rencana menjadi lebih besar. Faktor frekuensi merupakan parameter utama dalam analisis frekuensi menggunakan Distribusi Gumbel.

Nilai Y_t , Y_n , dan S_n diperoleh berdasarkan tabel distribusi Gumbel (Table 2.1 dan 2.2) sesuai dengan jumlah data dan periode ulang yang digunakan. Semakin besar periode ulang yang dipilih, maka nilai curah hujan rencana yang dihasilkan juga akan semakin besar karena peluang terjadinya hujan ekstrem lebih tinggi. Dalam perencanaan tambang terbuka, analisis periode ulang hujan diperlukan agar sistem penyaliran mampu menampung debit air hujan maksimum yang masuk ke area pit, sehingga risiko genangan dan gangguan terhadap kegiatan operasional tambang dapat diminimalkan (Saputra & Rahman, 2021).

Perhitungan nilai *reduced mean* (Y_n) pada distribusi Gumbel dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3 berikut:

$$Y_n = \frac{1}{n} \sum y_i \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan y_i dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4 berikut:

$$y_i = -1n \left[-1n \left(\frac{i}{n+1} \right) \right] \dots\dots\dots (2.4)$$

Perhitungan nilai *reduced standard deviation* (S_n) pada distribusi Gumbel dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.5 berikut:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (y_i - Y_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

y_i = *Reduced variate* ke- i

i = Nomor urut data

n = Jumlah data hujan tahunan

Dalam penggunaannya, data curah hujan maksimum tahunan terlebih dahulu diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil sebelum dilakukan perhitungan *reduced variate*. Nilai yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan parameter statistik distribusi Gumbel sehingga curah hujan rencana pada periode ulang tertentu dapat dihitung dengan lebih representatif. Berikut adalah table S_n , Y_n , dan Y_t distribusi gumbel.

Tabel 2.1 Tabel S_n dan Y_n Distribusi Gumbel

Tahun	S_n	Y_n
10	0,9496	0,4952
11	0,9676	0,4996
12	0,9833	0,5035
13	0,9971	0,5070
14	1,0095	0,5100
15	1,0206	0,5128
16	1,0316	0,5157
17	1,0411	0,5181
18	1,0493	0,5202
19	1,0565	0,5220
20	1,0565	0,5236

Sumber: Sarminingsih *et al.*, (2025)

Tabel 2.2 Tabel Y_t Distribusi Gumbel

Periode Ulang	Reduksi variasi
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Sarminingsih *et al.*, (2025)

2.2.5 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah besarnya curah hujan yang terjadi dalam selang waktu tertentu dan umumnya dinyatakan dalam satuan mm/jam. Intensitas hujan menunjukkan tingkat kekerasan hujan yang turun pada suatu wilayah dalam periode tertentu. Semakin tinggi nilai intensitas hujan, maka semakin besar volume air hujan yang jatuh dalam waktu singkat sehingga limpasan permukaan (*run off*) yang terbentuk juga semakin besar. Intensitas hujan dipengaruhi oleh durasi hujan, kondisi atmosfer, serta karakteristik iklim suatu daerah.

Penentuan intensitas hujan rencana umumnya dilakukan melalui analisis statistik hidrologi menggunakan data curah hujan maksimum tahunan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah distribusi Gumbel, yaitu metode yang digunakan untuk memperkirakan curah hujan maksimum pada periode ulang tertentu, seperti 2 tahun, 5 tahun, atau 10 tahun. Curah hujan rencana yang diperoleh kemudian dikonversikan menjadi intensitas hujan menggunakan metode tertentu, salah satunya metode Mononobe. Menurut Sarminingsih, dkk (2025), perhitungan intensitas hujan dengan metode mononobe dapat dihitung dengan Persamaan 2.6 berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm/hari)

T = Lama hujan (jam)

Dalam kegiatan pertambangan, intensitas hujan digunakan untuk menentukan kapasitas saluran drainase, ukuran *sump*, kebutuhan pompa, serta kemampuan sistem penyaliran dalam mengendalikan air tambang. Intensitas hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan debit air secara signifikan dalam waktu singkat sehingga sistem penyaliran harus dirancang sesuai kondisi hujan rencana agar mampu mencegah terjadinya banjir dan genangan pada area kerja tambang. Perencanaan sistem penyaliran yang baik dapat membantu

menjaga kestabilan lereng, kelancaran operasional penambangan, dan keselamatan kerja di area tambang (Rianto, 2021).

2.2.6 Air Limpasan

Air limpasan merupakan aliran air di permukaan tanah yang terjadi akibat air hujan tidak meresap ke dalam tanah dan mengalir menuju daerah yang lebih rendah, seperti *sump* pada tambang terbuka. Menurut Prawira, dkk (2024). untuk memperhitungkan debit limpasan dapat menggunakan metode rasional yang dapat dilihat pada Persamaan 2.7 berikut:

$$Q_{Limpasan} = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

$Q_{Limpasan}$ = Debit air limpasan (m³/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = *Catchment Area* (km²)

Metode rasional umum digunakan dikarena sederhana dan cukup representatif pada area tambang dengan luasan kecil hingga menengah. Perhitungan ini didasarkan pada asumsi bahwa intensitas hujan tersebar merata dan kondisi permukaan lahan relatif seragam (Prawira *et al.*, 2024).

Koefisien limpasan (C) merupakan faktor penting dalam perhitungan debit limpasan karena menunjukkan besarnya air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan. Nilai koefisien ini dipengaruhi oleh kemiringan lereng, jenis tanah, dan kondisi tutupan lahan. Pada area tambang terbuka. Nilai koefisien limpasan dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Koefisien Limpasan pada berbagai kondisi menurut Rudy (1999)

No	Kemiringan	Tataguna Lahan	Nilai C
1	Datar, <3%	Sawah dan rawa	0,2
		Hutan dan kebun	0,3
		Pemukiman dan taman	0,4
2	Menengah, 3%-5%	Hutan dan kebun	0,4
		Pemukiman	0,5
		Tumbuhan yang jarang	0,6
		Tanpa tumbuhan dan daerah pemukiman	0,7
3	Curam, >5%	Hutan	0,6
		Pemukiman dan kebun	0,7
		Tumbuhan yang jarang	0,8
		Tanpa tumbuhan dan daerah tambang	0,9-1

Sumber: Rudy, (1999)

Nilai koefisien limpasan umumnya tinggi akibat minimnya vegetasi dan kondisi permukaan yang padat sehingga kemampuan infiltrasi tanah menjadi rendah. Akibatnya, sebagian besar air hujan tidak dapat terserap tanah dan akan langsung mengalir menuju *sump* sebagai limpasan permukaan. (Prawira *et al.*, 2024).

2.2.7 Air Tanah

Air tanah berasal dari proses infiltrasi air hujan ke dalam lapisan tanah dan batuan. Air tersebut bergerak melalui pori-pori dan rekahan batuan menuju area dengan elevasi lebih rendah, termasuk ke dalam pit tambang. Dalam kegiatan penambangan, air tanah umumnya muncul sebagai rembesan pada dinding lereng maupun dasar pit, terutama ketika lapisan akuifer terbuka akibat proses penggalian. Keberadaan air tanah ini menambah volume air yang harus ditangani dalam sistem dewatering, sehingga pengelolaannya menjadi aspek penting dalam operasional tambang (Pasa *et al.*, 2025).

Besarnya debit air tanah yang masuk ke pit dipengaruhi oleh kondisi geologi, seperti jenis batuan, permeabilitas, dan kedalaman muka air tanah. Batuan dengan permeabilitas tinggi akan lebih mudah meloloskan aliran air dibandingkan batuan kedap air. Jika tidak dikendalikan dengan baik, air tanah dapat menyebabkan genangan pada pit, menurunkan kestabilan lereng, dan mengganggu aktivitas penambangan. Menurut Baharuddin, dkk. (2025), debit air tanah dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.8 berikut:

$$Q_{Tanah} = \frac{h \frac{L1+L2}{2}}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

Q_{Tanah} = Debit air tanah (m³/jam)

h = Kenaikan permukaan air *sump* (m)

$L1$ = Luas permukaan air *sump* pada saat pompa dimatikan (m²)

$L2$ = Luas permukaan air *sump* pada saat pompa dihidupkan kembali (m²)

Δt = Selisih waktu pompa dimatikan dan dihidupkan kembali (jam)

2.2.8 Sump

Sump merupakan kolam atau cekungan buatan yang ditempatkan pada bagian terendah pit tambang dan berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air tambang. Air yang masuk ke *sump* dapat berasal dari limpasan air hujan (*run off*), rembesan air tanah, maupun aliran air dari area sekitar pit. Dalam sistem penyaliran tambang, *sump* berperan sebagai titik pengumpulan air sebelum dipompa keluar dari area penambangan. Kapasitas *sump* harus dirancang sesuai dengan debit air yang masuk agar mampu mencegah terjadinya genangan dan mendukung kelancaran operasional tambang (Putra, 2021).

Selain sebagai tempat penampungan air, *sump* juga berfungsi untuk mengendapkan lumpur dan material tersuspensi sebelum air dipompa keluar. Proses pengendapan ini dapat mengurangi risiko kerusakan dan keausan pada pompa sehingga sistem pemompaan bekerja lebih efisien. Jika kapasitas *sump* tidak memadai, maka berpotensi terjadi luapan air saat hujan dengan intensitas tinggi yang dapat mengganggu kegiatan penambangan (Putra, 2021).

2.2.9 Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan dalam penyaliran tambang merupakan bagian utama yang berfungsi untuk mengeluarkan air yang telah terkumpul di dalam *sump* menuju saluran pembuangan atau *settling pond*. Air yang masuk ke dalam pit umumnya berasal dari limpasan air hujan (*run off*) dan rembesan air tanah yang kemudian dialirkan menuju *sump* sebagai tempat penampungan sementara. Setelah itu, air dipindahkan keluar area tambang menggunakan pompa agar

kegiatan operasional penambangan tetap berjalan dengan aman dan tidak terganggu genangan. Kinerja sistem pemompaan dipengaruhi oleh beberapa parameter teknis, di antaranya sebagai berikut:

1. Kapasitas Debit Pompa, merupakan kemampuan pompa dalam mengalirkan fluida dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam m^3/s atau m^3/jam . Kapasitas pompa harus disesuaikan dengan jumlah debit air yang masuk ke dalam pit agar air dapat dikeluarkan secara optimal dan tidak menyebabkan genangan pada area tambang. Menurut Suryaman (2022), debit pompa dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.9 berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

Q = Debit pompa aktual (m^3/s)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/s)

Luas penampang pipa diperoleh dengan Persamaan 2.10 berikut:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

D = Diameter pipa (m)

Sedangkan kecepatan aliran dihitung dengan Persamaan 2.11 berikut:

$$V = \frac{l}{t} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

l = Panjang pipa

t = waktu (s)

2. *Head* Pompa, merupakan besarnya energi per satuan berat fluida yang diberikan pompa untuk memindahkan fluida dari satu titik ke titik lainnya dalam sistem perpipaan. *Head* biasanya dinyatakan dalam bentuk tinggi kolom fluida yang mampu dicapai pompa. Secara umum, *head* pompa terdiri dari *head* statis, *head* tekanan (*head loss*), dan *head* kecepatan (*Head velocity*). Dalam sistem pemompaan tambang, *head* sangat penting karena menentukan kemampuan pompa dalam mengatasi perbedaan elevasi dan hambatan aliran di sepanjang pipa. Menurut Saputro & Suparto, (2021), perhitungan *head* pompa dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

- a. Untuk mendapatkan *head total* pompa digunakan Persamaan 2.12 berikut:

$$H_P = H_S + H_L + H_V + H_b \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

H_P = *Head* Pompa

H_S = Perbandingan ketinggian *oulet* dengan *inlet* (m)

H_L = *Head loss* (m)

H_V = *Head velocity* (m)

- b. Perbedaan elevasi diperoleh dengan Persamaan 2.13 berikut:

$$H_S = \text{Elevasi } oulet - \text{Elevasi } Inlet \dots\dots\dots (2.14)$$

- c. *Head loss* dihitung menggunakan Persamaan 2.14 berikut:

$$H_L = \frac{0,0129.L.v^2}{D.(2.g)} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

H_L = *Head loss* pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter pipa (m)

g = Gravitasi

d. *Head Velocity* dihitung dengan Persamaan 2.15 berikut:

$$H_v = \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan:

H_v = *Head Velocity* (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gravitasi

e. *Head* belokan dihitung dengan persamaan 2.16 berikut:

$$H_b = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

H_b = *Head loss* pada belokan (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gravitasi

f = Koefisien kerugian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area penambangan PT Berkah Daya Sukses, tepatnya pada area *sump* SM Timur yang berada di Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi penelitian dipilih karena *sump* SM Timur merupakan salah satu titik utama akumulasi air tambang yang sangat memengaruhi kegiatan operasional penambangan. Kondisi topografi area yang relatif lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya menyebabkan air hujan dari daerah tangkapan hujan (*catchment area*) mengalir menuju *sump*. Waktu penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 3 bulan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke, Minggu ke											
		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observasi Awal												
2	Studi Literatur												
3	Pengumpulan Referensi dan Data Terkait												
4	Pengolahan Data												
5	Analisis Data												
6	Konsultasi dan Bimbingan												
7	Penyusunan dan Pengumpulan Tugas Akhir												

Sumber: Penulis, 2026

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Tahapan penelitian dimulai dari observasi lapangan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, hingga penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh.

3.2.1 Obsevasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan secara langsung pada area *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses untuk mengetahui kondisi aktual sistem penyaliran dan sistem pemompaan yang digunakan. Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap kondisi *sump*, jalur perpipaan, posisi *inlet* dan *outlet* pompa, serta kondisi daerah tangkapan hujan (*catchment area*) di sekitar area penelitian. Selain itu, observasi lapangan juga dilakukan untuk mengetahui kondisi operasional pompa, panjang jalur perpipaan, dan topografi area penelitian. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam pengambilan data dan pengolahan data penelitian sehingga analisis yang dilakukan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian, baik dari buku, jurnal ilmiah, skripsi terdahulu, maupun *manual book* pompa KSB DnD 150. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh teori, konsep, dan metode yang digunakan dalam penelitian. Beberapa teori yang dipelajari meliputi Hidrologi tambang, Curah hujan dan, intensitas hujan, *Catchment area*, Debit limpasan, Debit air tanah, Sistem pemompaan tambang, Head pompa, dan Kurva karakteristik pompa. Hasil studi literatur digunakan sebagai dasar dalam pengolahan data, analisis, dan pembahasan hasil penelitian.

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan sistem penyaliran dan pemompaan pada *sump* SM Timur.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan. Data primer yang diambil meliputi:

- a. Kondisi *sump* SM Timur
- b. Panjang jalur perpipaan
- c. Diameter pipa

- d. Pengamatan debit aktual pompa
 - e. Dokumentasi lapangan
2. Data Sekunder
- Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan maupun referensi pendukung lainnya. Data sekunder yang digunakan meliputi:
- a. Data curah hujan
 - b. Peta kontur area *sump* SM Timur
 - c. Spesifikasi pompa KSB DnD 150
 - d. Spesifikasi pipa HDPE
 - e. Elevasi *inlet* dan *outlet* pompa

3.2.4 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian diolah untuk mendapatkan hasil yang digunakan dalam evaluasi kapasitas pemompaan pada *sump* SM Timur. Tahapan pengolahan data meliputi:

1. Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana dan periode ulang hujan. Data curah hujan dianalisis untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum yang digunakan dalam perhitungan intensitas hujan.
2. Penentuan Rata-rata Jam Hujan

Data jam hujan diolah untuk memperoleh rata-rata lama hujan yang terjadi pada area penelitian. Nilai rata-rata jam hujan digunakan dalam perhitungan intensitas hujan.
3. Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan dilakukan menggunakan metode Mononobe berdasarkan data curah hujan maksimum dan rata-rata lama hujan.
4. Perhitungan Debit Air Limpasan

Debit air limpasan dihitung menggunakan metode rasional berdasarkan luas *catchment area*, intensitas hujan, dan koefisien limpasan

5. Perhitungan Debit Air Tanah

Debit air tanah dihitung berdasarkan pengamatan kenaikan muka air pada *sump* saat pompa tidak dioperasikan. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui jumlah air tanah yang masuk ke *sump* dalam periode tertentu.

6. Perhitungan Debit Aktual Pompa

Perhitungan debit aktual pompa dilakukan untuk mengetahui kapasitas aktual pompa dalam mengalirkan air dari *sump* menuju *outlet*. Perhitungan dilakukan berdasarkan data operasi pompa di lapangan.

7. Perhitungan *Head* Pompa

Perhitungan *head* pompa dilakukan untuk mengetahui total energi yang harus diatasi oleh pompa dalam proses pemompaan air. Perhitungan *head* pompa terdiri dari *head* statis, *head loss* akibat gesekan pipa, *head velocity*, dan *head* pada belokan pipa.

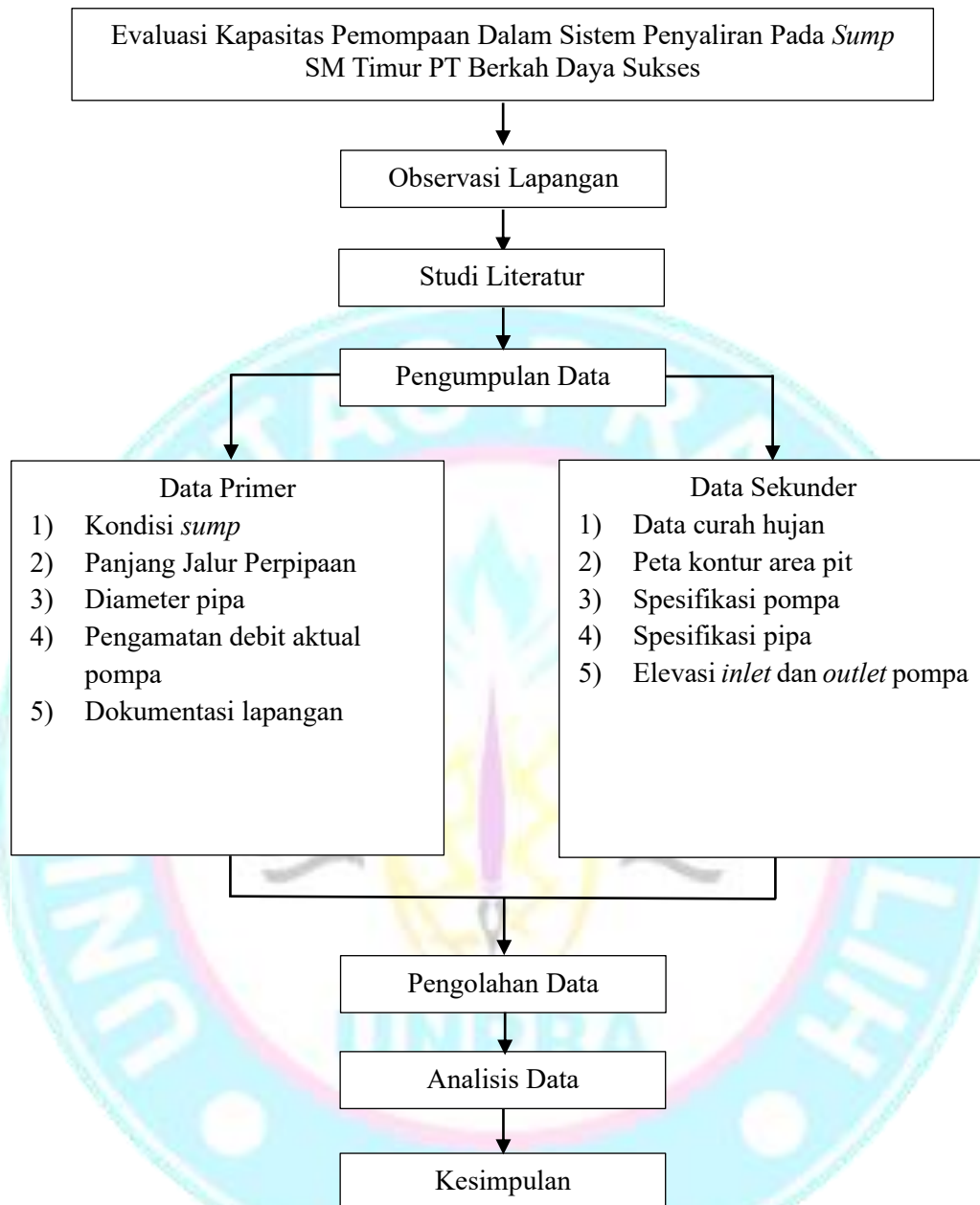
3.2.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah diperoleh. Analisis bertujuan untuk mengetahui jumlah debit air yang masuk ke *sump*, jumlah debit air yang keluar melalui sistem pemompaan, dan kinerja aktual pompa KSB DnD 150. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan kapasitas pompa berdasarkan kurva karakteristik pompa untuk mengetahui apakah sistem pemompaan yang digunakan sudah mampu mengatasi debit air tambang yang masuk ke *sump* dengan baik

3.2.6 Kesimpulan

Tahap akhir penelitian dilakukan dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan. Kesimpulan dibuat untuk menjawab tujuan penelitian mengenai evaluasi kapasitas pemompaan pada *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Sumber: Penulis,2026

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Debit Air yang Masuk ke *Sump* SM Timur

Jumlah debit air yang masuk ke dalam *sump* SM Timur diperoleh dari pengolahan data curah hujan beserta perhitungan sumber-sumber air yang masuk ke dalam *sump* SM Timur. Berikut ini adalah kondisi *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses (Gambar 4.1).



Sumber: Peneliti, 2026

Gambar 4.1 *Sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses

4.1.1. Periode Ulang Hujan

Berdasarkan data curah hujan dari Tim Engineering PT Berkah Daya Sukses selama periode 2024–2025 (Tabel A.1 dan A.2), diperoleh gambaran dari karakteristik hujan pada area penelitian. Data menunjukkan bahwa adanya variasi intensitas dan durasi hujan pada setiap bulan. Hasil analisis memperlihatkan bahwa curah hujan maksimum tertinggi pada tahun 2024 terjadi pada bulan November dengan nilai sebesar 135 mm, sedangkan pada

tahun 2025 nilai tertinggi tercatat pada bulan Maret sebesar 125 mm. Berdasarkan hasil pengolahan data, jumlah periode ulang hujan pada area tersebut adalah 129 mm/hari dengan rata-rata jam hujan selama 4 jam (Tabel A.3). Berikut adalah hasil perhitungan periode ulang hujan areas pit SM Timur yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Periode Ulang Hujan

No	Periode Ulang	$\bar{X}$	S	S_n	Y_n	Y_t	k	X_t
1	2	130	7.071	0.704	0.404	0.307	-0.138	129.02
2	5	130	7.071	0.704	0.404	1.499	1.555	141.00
3	10	130	7.071	0.704	0.404	2.250	2.623	148.55
4	15	130	7.071	0.704	0.404	2.674	3.224	152.80
5	20	130	7.071	0.704	0.404	2.970	3.645	155.78
6	25	130	7.071	0.704	0.404	3.199	3.970	158.07
7	50	130	7.071	0.704	0.404	3.902	4.969	165.13
8	100	130	7.071	0.704	0.404	4.600	5.960	172.15

Sumber: Penulis, 2026

4.1.2 Intensitas Hujan (I)

Penentuan nilai intensitas hujan pada Pit SM Timur didapatkan dari pengolahan data periode ulang hujan dan rata-rata jam hujan yang dihitung menggunakan metode mononobe pada periode 2 tahun dengan jam hujan rata-rata 4 jam. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, intensitas hujan pada area Pit SM Timur adalah sebesar 17,75 mm/jam. Penentuan hasil intensitas hujan dapat dilihat pada perhitungan dan Tabel 4.2 dibawah ini.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum (mm/hari)

T = Lama hujan (jam)

$$I = \frac{129,02}{24} \times \frac{24}{4} = 17,75 \text{ mm/jam}$$

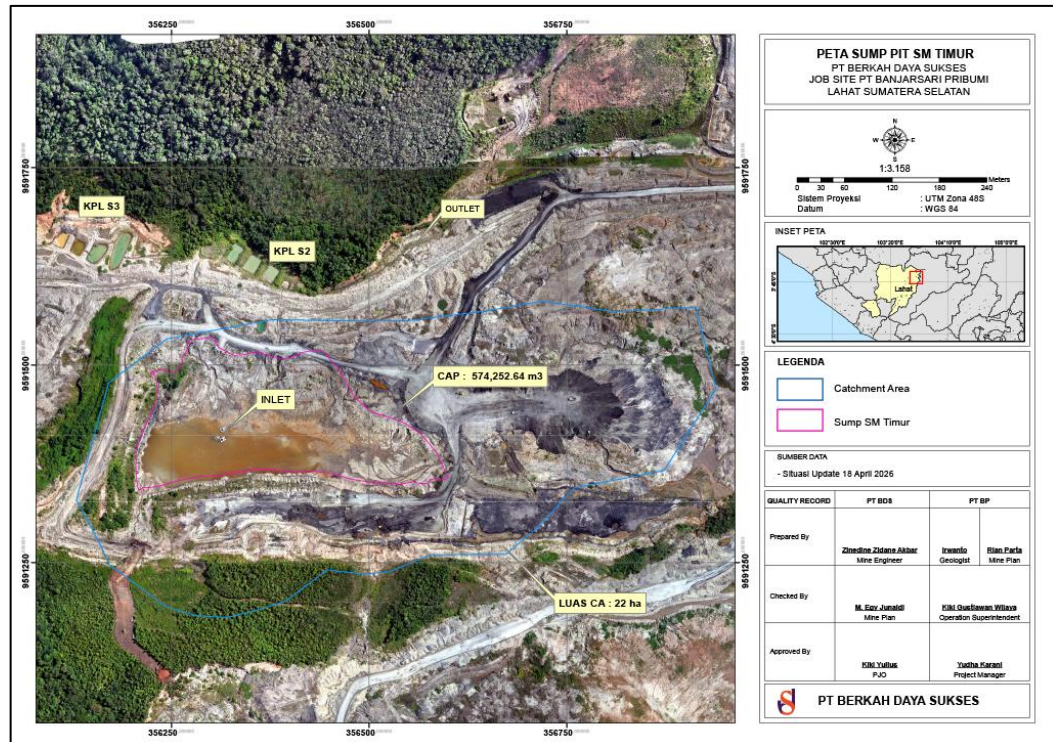
Tabel 4.2 Intensitas hujan

T (Menit)	T (Jam)	Periode Ulang							
		2	5	10	15	20	25	50	100
5	0.08	234.45	256.21	269.92	277.65	283.06	287.23	300.07	312.81
10	0.17	147.69	161.40	170.04	174.91	178.32	180.94	189.03	197.06
20	0.33	93.04	101.68	107.12	110.19	112.33	113.99	119.08	124.14
60	1	44.73	48.88	51.50	52.97	54.00	54.80	57.25	59.68
90	1.5	34.13	37.30	39.30	40.43	41.21	41.82	43.69	45.54
120	2	28.18	30.79	32.44	33.37	34.02	34.52	36.06	37.60
150	2.5	24.28	26.54	27.96	28.76	29.32	29.75	31.08	32.40
180	3	21.50	23.50	24.76	25.47	25.96	26.34	27.52	28.69
210	3.5	19.40	21.20	22.34	22.98	23.43	23.77	24.83	25.89
240	4	17.75	19.40	20.44	21.02	21.43	21.75	22.72	23.68
270	4.5	16.41	17.93	18.89	19.43	19.81	20.10	21.00	21.90
300	5	15.30	16.72	17.61	18.12	18.47	18.74	19.58	20.41

Sumber: Penulis, 2026

4.1.3 Catchment Area (A)

Berdasarkan interpretasi peta topografi dan analisis menggunakan ArcGIS, diketahui bahwa *catchment area* (CA) Pit SM Timur PT Berkah Daya Sukses memiliki luas 22 hektar. *Catchment area* ini merupakan daerah tangkapan air yang seluruh alirannya terkonsentrasi menuju *sump* SM Timur sebagai titik elevasi terendah pada area tambang. Penentuan batas CA dilakukan melalui analisis kontur sehingga diperoleh area limpasan yang berasal dari bukaan tambang, disposal, jalan hauling, dan lereng sekitar pit. Kondisi morfologi area yang didominasi lahan terbuka dengan vegetasi minim menyebabkan infiltrasi rendah dan limpasan permukaan menjadi tinggi. Sistem drainase pit telah diarahkan menuju *sump* utama melalui saluran terbuka dari jenjang tambang dan jalan hauling. Peta *catchment area* pit SM Timur dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Gambar 4.2 Peta *Catchment Area* Pit SM Timur

4.1.4 Koefisien Limpasan (C)

Penentuan koefisien limpasan dilakukan dengan melakukan pengamatan pada area pit dan menyesuaikannya dengan kriteria kondisi pada Tabel 4.3 dibawah. Terdapat dua kriteria yang perlu di amati yaitu kemiringan dan tataguna area tersebut untuk menentukan besar koefisien limpasannya. Berdasarkan hasil analisis, daerah tangkapan atau *catchment area* didominasi oleh area minim tumbuhan dengan tingkat kekerasan tinggi karena dilalui oleh alat berat sehingga didapatkan koefisien limpasan pada area ini adalah 0,9, yang berarti hanya sekitar 10% air limpasan yang dapat terserap oleh tanah.

Tabel 4.3 Koefisien Limpasan pada berbagai kondisi menurut Rudy (1999)

No	Kemiringan	Tataguna Lahan	Nilai C
1	Datar, <3%	Sawah dan rawa	0,2
		Hutan dan kebun	0,3
		Pemukiman dan taman	0,4
2	Menengah, 3%-5%	Hutan dan kebun	0,4
		Pemukiman	0,5
		Tumbuhan yang jarang	0,6
		Tanpa tumbuhan dan daerah pemukiman	0,7
3	Curam, >5%	Hutan	0,6
		Pemukiman dan kebun	0,7
		Tumbuhan yang jarang	0,8
		Tanpa tumbuhan dan daerah tambang	0,9-1

Sumber: Rudy, (1999)

4.1.5 Debit Air Limpasan yang Masuk ke *Sump*

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan nilai koefisien limpasan sebesar 0,9 yang menggambarkan bahwa sebagian besar air hujan pada area tambang terbuka berubah menjadi aliran permukaan. Intensitas hujan pada area Pit SM Timur sebesar 17,75 mm/jam dengan luas *catchment area* sebesar 220.000 m². berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, jumlah debit limpasan yang masuk ke dalam *sump* sebesar 3.514,5 m³/jam dengan jumlah harian sebesar 14.128,29 m³/hari. Perhitungan debit limpasan diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{Limpasan} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

$Q_{Limpasan}$ = Debit air limpasan (m³/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = *Catchment Area* (km²)

$$\begin{aligned}
 Q_{Limpasan} &= 0,278 \times 0,9 \times 17,75 \times 0,22 = 0,977 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,977 \times 3600 = 3517,3 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 3517,3 \times 4 = 14069,24 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4.1.6 Debit Air Tanah yang Masuk ke *Sump*

Debit air tanah yang masuk ke dalam *sump* dapat dihitung berdasarkan kenaikan muka air pada saat pompa dimatikan hingga pompa dihidupkan kembali. Perhitungan debit air tanah dilakukan menggunakan metode volumetrik dengan waktu kenaikan air tanah. Berdasarkan data tim *engineering* PT Berkah Daya Sukses, debit air tanah yang masuk ke dalam *sump* SM Timur sebesar 7 m³/jam atau sebesar 168 m³/hari. Nilai tersebut menunjukkan bahwa debit air tanah hanya sebanyak 1% dari total keseluruhan air yang masuk ke dalam *sump*.

4.1.7 Total Debit yang Masuk ke *Sump*

Total debit air yang masuk ke *Sump* SM Timur merupakan akumulasi antara debit limpasan air hujan dan debit air tanah. Berdasarkan perhitungan dengan jumlah debit limpasan sebesar 14.069,24 m³/hari dan debit air tanah sebesar 168 m³/hari, diperoleh total debit air yang masuk ke dalam *sump* SM Timur yaitu sebesar 14.237,24 m³/hari.

Tabel 4.4 Total Air Masuk ke dalam *Sump*

Debit Air Limpasan	Debit Air Tanah	Total
14.237,24	168	14.237,24

Sumber: Peneliti (2026)

4.2 Kapasitas Pemompaan *Sump* SM Timur

4.2.1 Pompa dan Pipa yang Digunakan

Pada sistem *dewatering* di area *Sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses, digunakan pompa tipe KSB DnD 150 sebanyak sebagai unit utama untuk mengalirkan air dari *sump* menuju titik kolam pengendapan lumpur (Gambar 4.3). Berdasarkan data spesifikasi, pompa memiliki kapasitas maksimum 650 m³/jam, serta kecepatan operasi maksimum hingga 1700 rpm. Penggerak yang digunakan berupa mesin diesel dengan daya sekitar 332 kW (Tabel F.1).

Pipa yang digunakan pada sistem ini menggunakan pipa HDPE berdiameter 6 inch (150 mm). Panjang 1 pipa adalah 6 meter, bila digabungkan

dengan sambungan pipa, panjang 1 pipa menjadi 6,33 meter. Panjang pipa sisi *inlet* menuju pompa sekitar 3 meter, sedangkan pipa *discharge* menuju *outlet* memiliki panjang sekitar 439 meter. Elevasi *inlet* berada pada 48 meter, sementara *outlet* terletak pada elevasi 75 meter.



Sumber: Peneliti, 2026

Gambar 4.3 Pompa KSB DnD 150

4.2.2 Perhitungan Debit Pemompaan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh debit aktual pompa KSB DnD 150 sebesar $283 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau setara dengan $0,0786 \text{ m}^3/\text{detik}$ (lampiran C). Nilai tersebut menunjukkan kapasitas aktual pompa dalam mengalirkan air dari *sump* menuju titik pembuangan melalui sistem perpipaan yang digunakan pada area Pit SM Timur. Debit sebesar $283 \text{ m}^3/\text{jam}$ yang dialirkan melalui pipa HDPE berdiameter 6 inci menghasilkan kecepatan aliran sebesar $4,3 \text{ m/s}$. Dengan waktu operasi selama 22 jam per hari, satu unit pompa mampu memindahkan air sebanyak $6.226 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Tabel 4.5 Debit Pemompaan

Debit Pompa	$283 \text{ m}^3/\text{jam}$
Ukuran pipa	6 inch (150 mm)
Kecepatan Aliran	4.3 m/s
Jam Kerja	22 jam/hari

Sumber: Penulis (2026)

4.2.3 Perhitungan *Head* Pompa

Perhitungan *head* pompa dilakukan dengan melakukan penjumlahan dari *head static*, *head loss*, *head velocity*, dan *head* pada belokan. Berdasarkan hasil perhitungan sistem pemompaan pada *Sump* SM Timur, diperoleh nilai *head total* pompa sebesar 40 m (Lampiran D). *Head total* merupakan besarnya energi yang harus diberikan oleh pompa untuk mengalirkan air dari *sump* menuju titik pembuangan. Nilai *head total* tersebut dipengaruhi oleh beberapa komponen, yaitu *head static*, *head loss*, *head* pada belokan pipa, dan *head* kecepatan (*velocity head*).

4.2.4 Evaluasi Kapasitas Pemompaan pada *Sump* SM Timur

Evaluasi kapasitas pemompaan dilakukan dengan membandingkan total debit air yang masuk ke *Sump* SM Timur terhadap kapasitas sistem pemompaan yang tersedia. Berdasarkan hasil analisis hidrologi, total debit air yang masuk ke *sump* mencapai 14.237,24 m³/hari yang berasal dari debit limpasan permukaan dan debit air tanah. Besarnya debit masuk tersebut menunjukkan bahwa sistem dewatering harus memiliki kapasitas yang memadai agar genangan air tidak mengganggu kegiatan operasional penambangan.

Pada kondisi aktual, sistem dewatering menggunakan satu unit pompa KSB DnD 150 dengan debit aktual sebesar 283 m³/jam dan waktu operasi 22 jam per hari. Kondisi tersebut menghasilkan kapasitas pemompaan sebesar 6.226 m³/hari. Kapasitas ini masih lebih rendah dibandingkan debit air yang masuk ke *sump* sehingga air berpotensi terus terakumulasi dan menyebabkan berkurangnya efektivitas area kerja tambang dimana masih terdapat 8011,24 m³ air masuk per harinya yang tidak dapat ditangani satu unit pompa.

Untuk meningkatkan kemampuan pengendalian air tambang, dilakukan evaluasi dengan menambah jumlah pompa menjadi tiga unit tanpa mengubah putaran operasi pompa yang tetap berada pada 1.150 rpm. Dengan meningkatnya jumlah pompa menjadi tiga unit, kemampuan system pemompaan dalam mengatasi debit air yang masuk ke dalam *sump* dapat diatasi. Selain itu, waktu operasi direncanakan selama 20 jam per hari untuk mengurangi tekanan pada setiap pompa. Dengan konfigurasi tersebut,

kapasitas pemompaan total meningkat menjadi 16.980 m³/hari. Berikut adalah tabel sebelum dan sesudah evaluasi dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan 4.7 berikut.

Tabel 4.6 Sebelum Evaluasi Kapasitas Pemompaan

Jumlah Pompa	1 unit
Debit Pemompaan	6226 m ³ /hari
Debit Air Yang Masuk	14.237,24 m ³ /hari
Kecepatan Mesin	1150 RPM
Jam Kerja	22 jam/hari

Sumber: Penulis (2026)

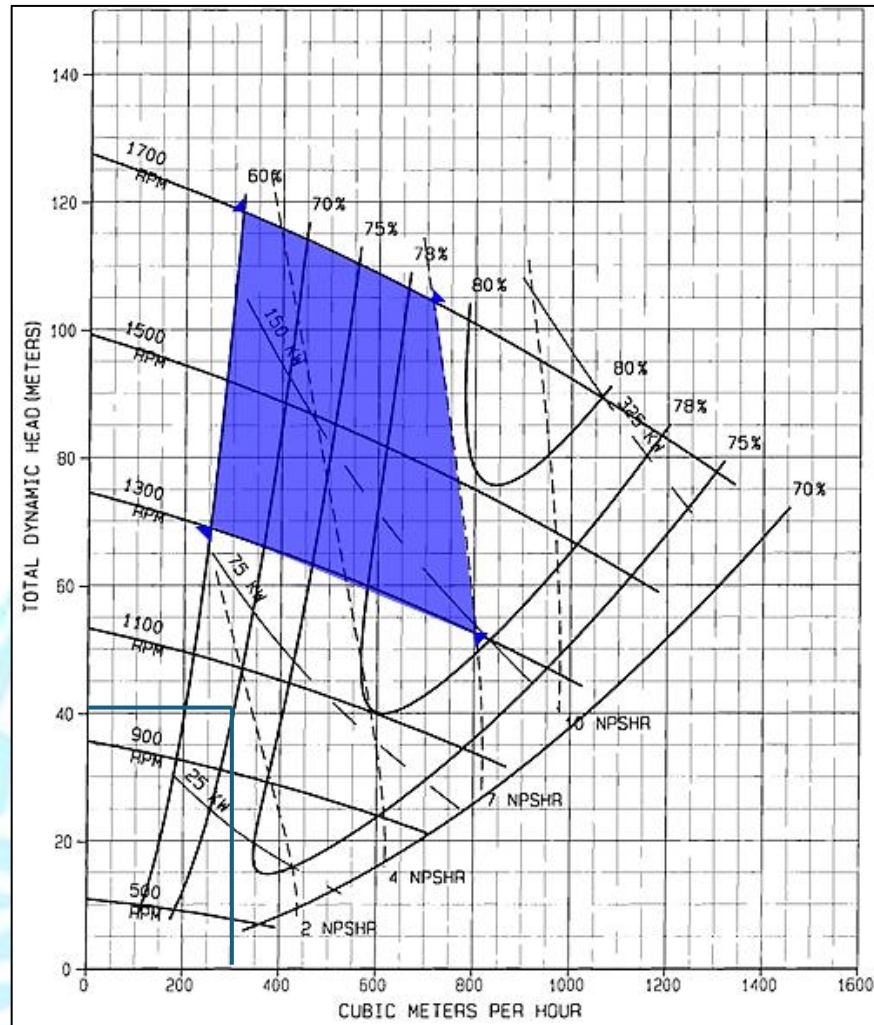
Tabel 4.7 Sebelum Evaluasi kapasitas Pemompaan

Jumlah Pompa	3 unit
Debit Pemompaan	16.980 m ³ /hari
Debit Air Yang Masuk	14.237,24 m ³ /hari
Kecepatan Mesin	1150 RPM
Jam Kerja	20 jam/hari

Sumber: Penulis (2026)

Berdasarkan data lapangan, volume air yang tersimpan pada *sump* SM Timur diperkirakan sebesar 250.000 m³. Bila dilakukan penambahan tiga unit pompa KSB DnD 150 yang beroperasi selama 20 jam per hari, kapasitas pemompaan total menjadi 16.980 m³/hari. Dengan total debit air yang masuk ke *sump* sebesar 14.237,24 m³/hari, maka debit bersih yang dapat digunakan untuk menurunkan volume air di dalam *sump* adalah:

$$\text{Lama Pengeringan} = \frac{250000}{16980 - 14,273,24} = 91,14 \text{ hari} = 92 \text{ hari}$$



Sumber: KSB SE & Co

Gambar 4.4 Kurva KSB DnD 150

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada area Pit SM Timur, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, pada *sump* SM Timur PT Berkah Daya Sukses, diperoleh curah hujan rencana sebesar 129 mm/hari dengan intensitas hujan 17,75 mm/jam. *Catchment area* pada pit menuju *sump* memiliki luas 22 hektar dengan koefisien limpasan sebesar 0,9. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total debit air yang masuk ke dalam *sump* SM Timur dalam sebanyak 14.237,24 m³/hari.
2. Hasil perhitungan terhadap sistem pemompaan menunjukkan bahwa pompa KSB DnD 150 memiliki kapasitas pemompaan sebesar 6.226 m³/hari dengan nilai head total sistem sebesar 40 m. Kapasitas tersebut masih berada di bawah total debit air yang masuk ke *sump* sehingga sistem dewatering yang digunakan belum mampu mengendalikan akumulasi air secara optimal. Kondisi ini berpotensi menghambat kegiatan penambangan apabila tidak dilakukan peningkatan kapasitas pemompaan. Hasil evaluasi sistem dewatering menunjukkan bahwa penggunaan tiga unit pompa KSB DnD 150 pada putaran 1.150 rpm dengan waktu operasi 20 jam per hari mampu meningkatkan kapasitas pemompaan menjadi 16.980 m³/hari. Kapasitas tersebut telah melebihi debit air yang masuk ke *sump* sehingga pengendalian air tambang dapat dilakukan secara efektif. Dengan volume *sump* sebesar 250.000 m³ dan debit bersih pengeringan sebesar 2.742,75 m³/hari, waktu yang diperlukan untuk mengeringkan *sump* diperkirakan sekitar 92 hari. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, penambahan jumlah pompa menjadi tiga unit dinilai sebagai alternatif yang layak untuk meningkatkan kinerja sistem dewatering di *sump* SM Timur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memiliki saran sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perusahaan disarankan untuk menerapkan konfigurasi tiga unit pompa KSB DnD 150 pada *Sump* SM Timur agar kapasitas pemompaan dapat mengimbangi debit air yang masuk ke area *sump*. Penerapan waktu operasi selama 20 jam per hari juga perlu dipertahankan karena mampu memenuhi kebutuhan dewatering sekaligus menyediakan waktu yang cukup untuk kegiatan inspeksi dan pemeliharaan peralatan. Dengan penerapan sistem tersebut, risiko terjadinya genangan air yang dapat mengganggu aktivitas penambangan dapat diminimalkan.
2. Pemeliharaan pompa dan jaringan perpipaan perlu dilakukan secara berkala untuk menjaga efisiensi dan keandalan sistem selama operasi berlangsung. Selain itu, pemantauan terhadap debit air masuk, kondisi *sump*, dan saluran drainase perlu dilaksanakan secara rutin, terutama pada periode curah hujan tinggi. Langkah ini penting untuk memastikan sistem dewatering tetap mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi hidrologi di area tambang.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, N., dkk. (2022). Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang di Pit 4 PT Caritas Energi Indonesia Sarolangun Jambi. *Jurnal Mineral*, Universitas Bangka Belitung. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/mineral/article/view/3330>
- Baharuddin, I. I., dkk. (2025). Design analysis of drainage system design on coal mining land. *Jurnal Natural*, 25(1). <https://doi.org/>
- Cahyadi, T. A., dkk. (2021). Study and Design of Mine Drainage Systems at Open Mine. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0061087>
- Pasa, T. I., dkk. (2025). Evaluasi Mine Dewatering System pada Penambangan Batubara Pit A2 PT Multi Harapan Utama, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. <https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jtp/article/view/14553>
- Permana, G. (2022). Analisa Perhitungan dan Performa Pompa Sentrifugal Item A 124 J pada Unit Amonia PT XY. Al Jazari: *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/article/view/6051>
- Pratama, R., dkk. (2022). Analisis Curah Hujan Rencana Menggunakan Distribusi Gumbel pada Sistem Drainase Tambang. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 6(2), 45–53.
- Prawira, H., dkk. (2024). Analisis Hidrologi Menggunakan Metode Rasional dan Nakayasu untuk Sistem Penyaliran Tambang. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. <https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jtp/article/view/13238>
- Rianto, D. J. (2021). Penentuan Intensitas Curah Hujan dalam Menentukan Debit Limpasan untuk Rekomendasi Pembuatan Saluran Air. *Jurnal Inovasi Penelitian*. <https://www.neliti.com/publications/468000/penentuan-intensitas-curah-hujan-dalam-menentukan-debit-limpasan-untuk-rekomendasi-pembuatan-saluran>
- Rudy, S. (1999). *Hidrologi Teknik*. Bandung: Penerbit Nova.
- Saputra, D., & Rahman, M. (2021). Analisis Hidrologi untuk Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 4(1), 21–30.
- Saputro, A., & Suparto, K. (2021). Analisis Performa Main Cooling Water Pump Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) PT. X. *Jurnal Tera*. <http://jurnal.undira.ac.id/jurnaltera/article/download/8>

- Sarminingsih, dkk. (2025). Hydrological and Hydraulic Analysis of Drainage System of Salamanmloyo Sub-district, Semarang, Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, 22(2).
- Suryaman, D. (2022). Analisis debit air pada pompa sentrifugal dengan variasi bukaan ball valve dan variasi kecepatan putaran motor listrik dengan pemasangan seri. *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (JIPTEK)*, 2(2), 1–6. <https://doi.org/10.32493/jiptek.v2i2.19384>



LAMPIRAN A

TABEL DATA CURAH HUJAN DAN JAM HUJAN

Tabel A.1 Curah hujan 2024 Pit SM Timur

Tanggal	Data Curah Hujan 2024 (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	3.5	18.5	6.0	14.5	-	-	8.0	-	-	-	3.0	-
2	2.0	22.5	2.0	12.5	5.0	-	-	-	-	-	60.0	0.3
3	4.5	1.0	51.5	3.5	14.5	62.0	28.0	-	-	-	1.0	0.1
4	53.0	40.0	52.5	3.0	20.0	8.0	0.1	-	-	2.0	-	-
5	35.0	2.5	37.0	36.5	3.0	7.5	-	-	-	-	12.0	-
6	44.0	-	13.0	2.0	102	16.0	11.5	-	-	-	135	-
7	34.0	34.0	10.0	18.5	95.0	-	-	-	0.1	-	20.0	0.5
8	7.5	13.5	1.0	3.5	1.0	-	38.0	0.2	0.1	-	-	1.0
9	50.0	0.5	-	32.0	-	2.5	-	1.0	76.0	-	18.0	-
10	2.0	26.0	1.0	3.0	-	0.5	-	0.1	14.5	-	18.5	5.0
11	26.0	-	20.0	-	7.0	0.1	3.5	-	36.0	7.0	11.0	-
12	74.0	25.5	5.0	3.0	0.5	7.5	-	-	1.0	10.0	-	-
13	10.0	5.0	-	-	2.5	-	-	-	3.5	5.0	17.0	-
14	50.0	20.0	12.5	17.0	28.0	7.7	-	-	53.0	18.0	6.0	-
15	22.0	3.5	0.5	9.0	-	1.0	-	-	0.5	19.0	-	-
16	43.0	24.5	0.2	23.0	-	-	-	-	0.5	-	-	1.0
17	19.0	66.5	8.0	-	-	15.0	-	-	-	-	9.0	19.0
18	7.0	95.0	9.0	6.0	-	2.5	-	0.1	-	-	-	10.0
19	1.0	8.0	-	-	-	-	0.1	-	-	0.2	57.0	4.0
20	28.0	12.0	90.0	33.0	-	-	-	-	-	-	38.0	5.0
21	-	66.0	4.0	-	-	17.0	-	-	-	-	6.0	12.0
22	-	1.0	2.0	8.0	56.0	-	-	5.0	-	17.5	17.0	4.5
23	20.0	7.5	8.5	23.5	-	-	-	-	10.0	20.0	8.0	22.0
24	44.0	59.5	55.0	-	40.0	3.0	-	-	2.0	-	-	0.4
25	14.5	1.5	1.0	112	0.5	-	-	-	0.5	-	108	14.0
26	1.0	54.0	2.0	58.0	-	33.0	-	-	3.5	-	98.0	3.0
27	5.0	-	-	4.5	68.0	-	-	-	-	-	4.0	-
28	35.0	30.0	1.0	-	-	61.0	-	-	35.0	-	9.0	11.0
29	14.0	0.5	0.5	6.0	-	2.0	-	-	4.0	0.5	1.0	1.0
30	9.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	28.0	-	0.2
31	21.0	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0
Curah Hujan Maks	74	95	90	112	102	62	38	5	76	28	135	22
Curah Hujan Min	0.1	0.5	0.2	2.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0	0.1

Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Tabel A.2 Curah hujan 2025 Pit SM Timur

Tanggal	Data Curah Hujan 2025 (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	3.0	1.0	15.0	-	-	-	14.0	-	-	6.0	-	1.0
2	35.5	-	73.0	11.5	-	20.0	6.0	-	30.0	10.5	6.5	0.5
3	13.5	10.0	2.0	1.0	12.0	-	-	2.0	2.0	0.5	1.0	122
4	1.0	5.0	25.0	10.0	-	10.5	41.0	10.0	0.5	-	2.5	28.0
5	11.0	50.0	125	0.5	4.0	42.0	4.0	-	-	-	18.5	0.7
6	35.0	3.0	8.0	18.5	-	7.0	2.0	-	-	5.0	-	30.0
7	40.0	13.5	-	3.6	-	12.0	-	-	17.0	1.0	-	8.5
8	105	4.0	35.0	1.0	25.0	-	-	9.0	110	-	0.5	5.5
9	11.5	3.0	10.0	-	10.0	-	5.0	-	1.5	-	-	20.5
10	-	-	56.0	-	0.2	-	2.5	7.0	0.5	4.0	-	11.0
11	0.1	-	40.0	48.0	9.3	-	0.5	2.0	70.0	-	0.5	8.0
12	5.0	-	47.0	-	-	16.5	-	13.5	11.0	-	-	4.0
13	0.6	26.0	4.0	1.2	1.0	2.0	0.5	-	0.5	1.5	-	11.0
14	27.0	58.0	25.0	4.0	12.0	-	17.0	-	-	5.5	-	2.6
15	3.0	3.0	-	26.0	-	-	-	-	-	0.5	-	-
16	19.0	-	-	12.0	4.5	8.0	-	-	-	-	1.5	-
17	18.0	1.0	8.5	-	-	7.5	-	-	9.0	0.1	4.5	-
18	1.0	23.0	3.5	35.0	-	-	-	15.0	-	-	1.0	-
19	2.0	14.0	6.0	14.0	-	-	-	0.5	-	1.0	-	1.5
20	2.5	24.5	-	1.0	-	15.0	-	6.5	4.0	0.5	-	12.0
21	1.0	47.0	-	27.0	3.0	-	2.5	3.0	-	81.0	-	0.1
22	-	36.0	0.2	-	6.5	-	-	-	8.0	0.5	1.0	3.0
23	80.0	5.0	-	-	-	21.0	-	5.0	-	-	2.0	3.5
24	33.0	35.0	1.0	-	1.0	-	-	4.0	-	0.3	-	2.0
25	8.5	9.0	15.0	12.0	-	-	-	0.4	-	-	-	17.0
26	-	1.0	1.5	3.0	1.0	-	30.5	-	-	-	-	1.0
27	9.0	62.0	-	71.0	-	-	2.0	-	1.0	8.0	0.1	5.0
28	17.0	1.0	-	6.0	-	20.0	-	-	27.0	11.0	-	8.8
29	13.0	-	-	1.0	-	-	-	-	2.0	-	-	23.4
30	-	-	-	-	-	-	50.0	49.0	38.0	-	13.0	2.0
31	-	-	-	-	1.0	-	2.0	18.5	-	5.5	-	2.0
Curah Hujan Maks	105	62.0	125	71.0	25.0	42.0	50.0	49.0	110	81.0	18.5	122
Curah Hujan Min	1.0	1.0	0.2	1.0	0.2	2.0	0.5	0.4	0.5	0.3	0.5	0.1

Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Tabel A.3 Rata-rata jam hujan Pit SM Timur

Rata-rata Jam Hujan			
Bulan	Tahun		
	2024	2025	2026
1	8.54	7.12	10.78
2	6.81	5.29	5.68
3	3.88	5.2	3.72
4	4.25	4.25	
5	2.74	2.37	
6	2.78	2.32	
7	1.32	2.51	
8	0.17	2.3	
9	3.12	3.39	
10	2.21	2.27	
11	5.51	1.65	
12	2.99	5.78	
Rata-Rata		4.04	
menit		242.11	
jam		4	

Sumber: PT Berkah Daya Sukses

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN PERIODE ULANG HUJAN

Data curah hujan yang digunakan adalah data yang diperoleh dari PT Berkah Daya Sukses. Data curah hujan tersebut merupakan data tahun 2024-2025 Pit SM Timur. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode Distribusi Gumbell untuk mendapatkan nilai periode ulang hujan.

$$X_t = \bar{X} + k \cdot S$$

$$k = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = rata2 curah hujan maksimum tahunan

S = Standar deviasi

S_n = *Reduced standart deviation*

Y_n = *Reduced mean*

Y_t = *Reduced variate*

K = *Reduced variate factor*

X_t = Prediksi curah hujan harian (mm/hari)

$$k = \frac{(0,366 - 0,404)}{0,704}$$

$$k = -0,138$$

$$X_t = 130 + (-0,138) \times 7,07$$

$$X_t = 129,02 \text{ mm/hari}$$

Tabel B.1 Rata-rata Curah Hujan Maksimum

No	Tahun Pengamatan	Rmaks (mm) (Xi)	$\bar{X}$	(Xi - $\bar{X}$)	(Xi - $\bar{X}$) ²
1	2024	135	130	5	25
2	2025	125	130	-5	25
		130			50

Sumber: Penulis, 2026

Tabel B.2 Periode Ulang Hujan

No	Periode Ulang	$\bar{X}$	S	Sn	Yn	Yt	k	Xt
1	2	130	7.071	0.704	0.404	0.307	-0.138	129.02
2	5	130	7.071	0.704	0.404	1.499	1.555	141.00
3	10	130	7.071	0.704	0.404	2.250	2.623	148.55
4	15	130	7.071	0.704	0.404	2.674	3.224	152.80
5	20	130	7.071	0.704	0.404	2.970	3.645	155.78
6	25	130	7.071	0.704	0.404	3.199	3.970	158.07
7	50	130	7.071	0.704	0.404	3.902	4.969	165.13
8	100	130	7.071	0.704	0.404	4.600	5.960	172.15

Sumber: Penulis, 2026

1. Menghitung *Reduced Variate* (y_i)*Reduced variate* dihitung menggunakan persamaan:

$$y_i = -\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{n+1} \right) \right]$$

Keterangan:

 y_i = *reduced variate* ke-i

I = nomor urut data

n = jumlah data

ln = logaritma natural

- Menghitung y_1

$$y_1 = -\ln \left[-\ln \left(\frac{1}{3} \right) \right]$$

$$y_1 = -\ln [-\ln(0,333)]$$

$$y_1 = -\ln[1,099]$$

$$y_1 = -0,094$$

- Menghitung y_2

$$y_2 = -\ln \left[-\ln \left(\frac{2}{3} \right) \right]$$

$$y_2 = -\ln[-\ln(0,667)]$$

$$y_2 = -\ln[0,405]$$

$$y_2 = 0,902$$

2. Menghitung *Reduced Mean* (Y_n)

Reduced mean dihitung menggunakan persamaan:

$$Y_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Keterangan:

Y_n = *reduced mean*

$\sum y_i$ = jumlah seluruh *reduced variate*

N = jumlah data

$$Y_n = \frac{(-0,094 + 0,902)}{2}$$

$$Y_n = \frac{0,808}{2}$$

$$Y_n = 0,404$$

3. Menghitung *Reduced Standard Deviation* (S_n)

Reduced standard deviation dihitung dengan:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_n)^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

S_n = *reduced standard deviation*

Y_i = *reduced variate*

Y_n = *reduced mean*

n = jumlah data

Menghitung Selisih Kuadrat

Untuk data pertama:

$$\begin{aligned}(y_1 - Y_n)^2 &= (-0,094 - 0,404)^2 \\ &= (0,498)^2 = 0,249\end{aligned}$$

Untuk data kedua:

$$\begin{aligned}(y_2 - Y_n)^2 &= (0,902 - 0,404)^2 \\ &= (0,498)^2 = 0,248\end{aligned}$$

Sehingga Jumlahnya adalah:

$$\sum (y_i - Y_n)^2 = 0,248 + 0,248 = 0,496$$

Pehitungan S_n :

$$S_n = \sqrt{\frac{0,496}{1}}$$

$$S_n = \sqrt{0,496} = 0,704$$

jumlah data:

$$n = 2$$

hasil:

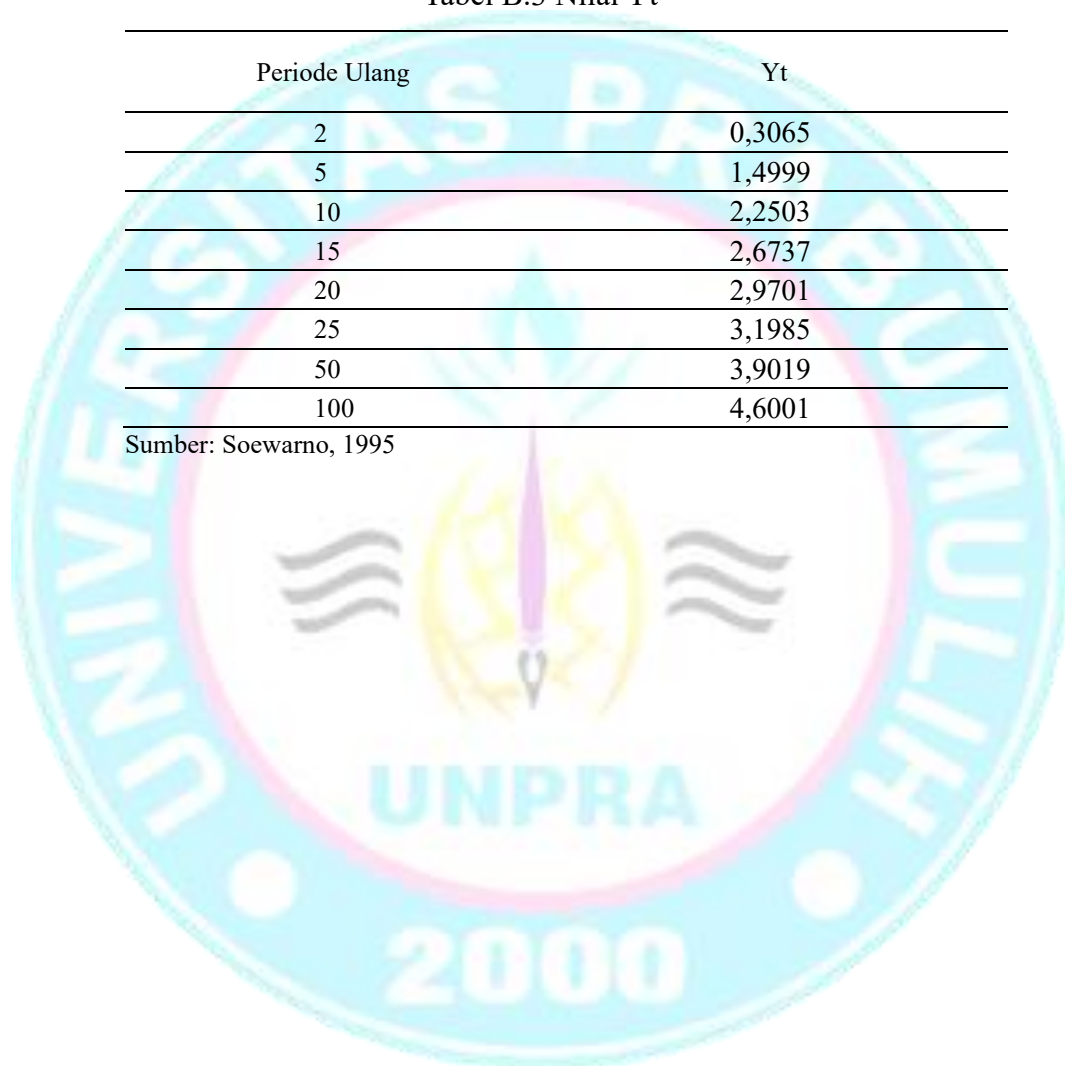
$$Y_n = 0,404$$

$$S_n = 0,704$$

Tabel B.3 Nilai Y_t

Periode Ulang	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2503
15	2,6737
20	2,9701
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Soewarno, 1995



LAMPIRAN C

PERHITUNGAN DEBIT PEMOMPAAN

Debit pompa dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = A \times V$$

Luas penampang pipa dan kecepatan aliran diperoleh dari:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{l}{t}$$

$$A = \frac{3,14 \times 0,152^2}{4}$$

$$A = 0,018 \text{ m}^2$$

Kecepatan aliran dihitung sebagai berikut:

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

$$V = \frac{0,0786}{0,018}$$

$$V = 4,3 \text{ m/s}$$

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN *HEAD* POMPA

Untuk mendapatkan *head* total pompa, dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$H_s = H_v + H_L + H_V + H_b$$

$$\text{Elevasi Inlet} = 40 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi Outlet} = 75 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Pipa} = 6 \text{ inch} = 0,152 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pipa Inlet} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang pipa Outlet} = 439 \text{ m}$$

$$\text{Debit Pompa} = 283 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0786 \text{ m}^3/\text{s}$$

1. Untuk mendapatkan perbedaan elevasi dapat menggunakan persamaan:

$$H_s = \text{Elevasi outlet} - \text{elevasi inlet}$$

$$H_s = 75 - 48 = 27 \text{ m}$$

2. *Head loss* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$H_L = \frac{0,0129 \cdot L \cdot v^2}{D \cdot (2 \cdot g)}$$

Head loss outlet:

$$H_L = \frac{0,0129 \times 439 \times 4,3^2}{0,152 \times (2 \times 9,8)} = 8,17 \text{ m}$$

Head loss Inlet:

$$H_L = \frac{0,0129 \times 3 \times 4,3^2}{0,152 \times (2 \times 9,8)} = 0,24$$

Sehingga total *head loss* adalah:

$$H_L = 8,17 + 0,24 = 8,41 \text{ m}$$

3. *Head velocity* dihitung dengan persamaan:

$$H_V = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_V = \frac{4,3^2}{2 \times 9,81} = 0,94 \text{ m}$$

4. *Head belokan* dihitung dengan persamaan:

$$H_b = f \frac{V^2}{2g}$$

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

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

Head belokan 90°:

$$R_{90} = \frac{0,152}{\tan \frac{90}{2}} = 0,152$$

$$f_{90} = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,152}{2 \times 0,152} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{90}{90} \right)^{0,5} = 1,68$$

Maka:

$$H_{b90} = 1,68 \frac{4,3^2}{2 \times 9,8} = 1,58 \text{ m}$$

Head belokan 120°:

$$R_{45} = \frac{0,152}{\tan \frac{120}{2}} = 0,366$$

$$f_{45} = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,152}{2 \times 0,366} \right) 3,5 \right] \times \left(\frac{120}{90} \right) 0,5 = 0,368$$

Maka:

$$H_{b45} = 0,368 \frac{4,3^2}{2 \times 9,8} = 0,347 \text{ m}$$

Terdapat 2 belokan 90° dan 1 belokan 120° sehingga:

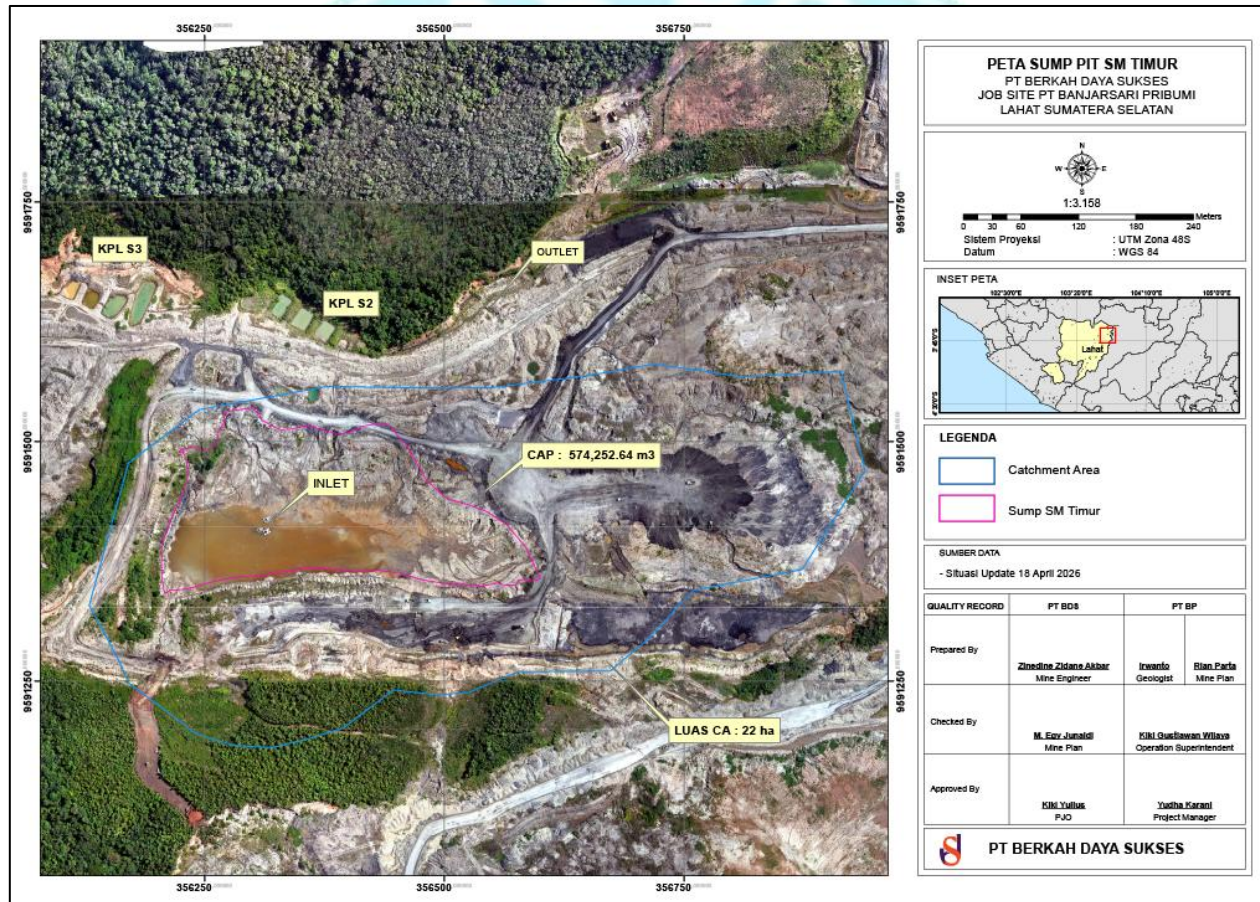
$$H_b = (1,58 \times 2) + 0,347 = 3,507 \text{ m}$$

Maka total head pompa diperoleh sebesar:

$$H_P = 27 + 8,41 + 0,94 + 3,507 = 40 \text{ m}$$

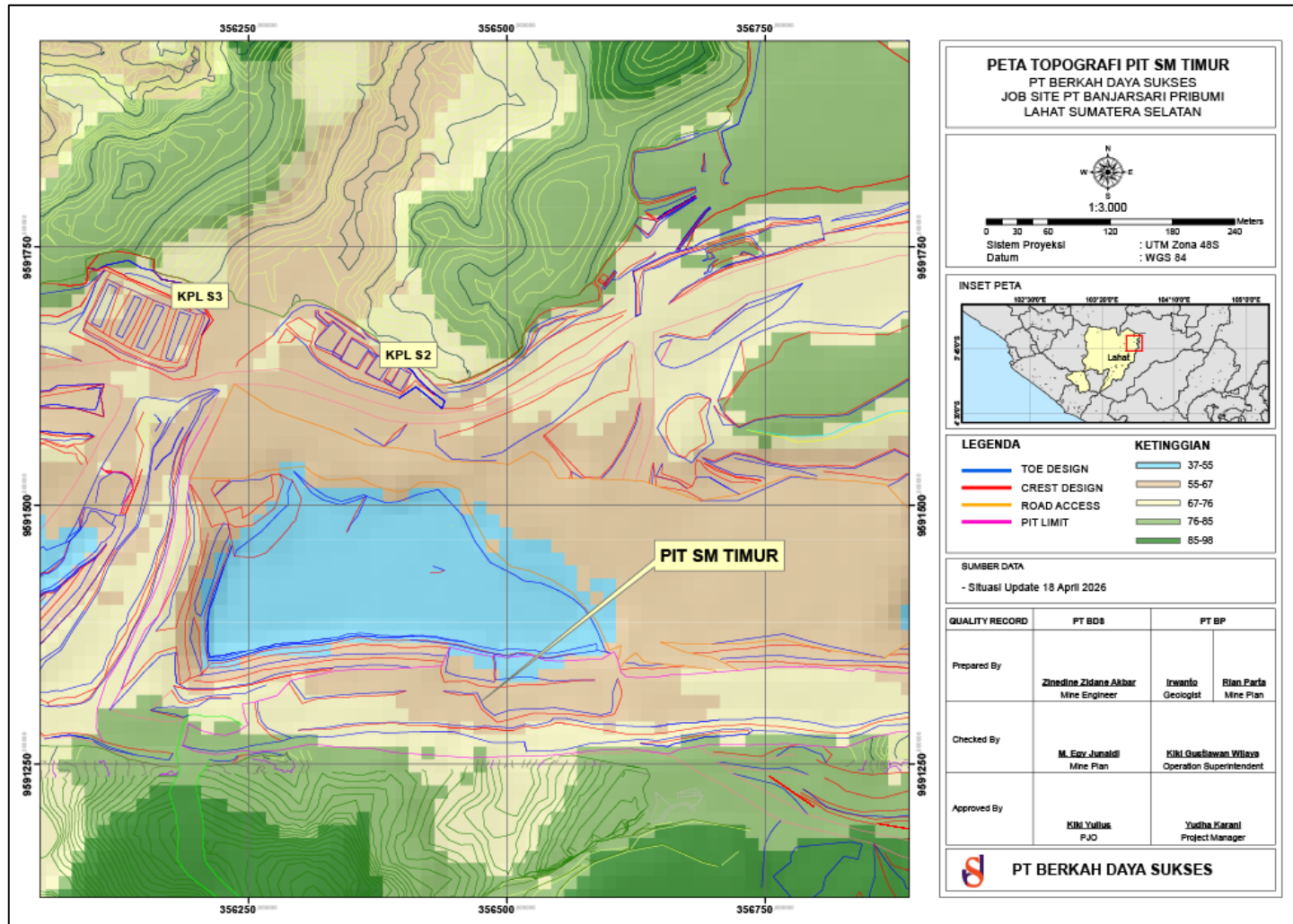
LAMPIRAN E

PETA *CATCHMENT AREA* PIT SM TIMUR



Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Gambar A.1 Peta *Catchment Area* Pit SM Timur



Sumber: PT Berkah Daya Sukses

Gambar A.2 Peta Topografi Pit SM Timur

LAMPIRAN F

SPESIFIKASI POMPA KSB DND 150

Tabel F.1 Spesifikasi pompa KSB DnD 150

Model Pompa	LCC-H-150-500.4XH
Diameter <i>Inlet</i>	200 mm
Diameter <i>Outlet</i>	150 mm
Ukuran Poros Pompa	100 mm
Ukuran <i>Discharge</i>	DN. 150 mm
Ukuran <i>Suction</i>	DN. 200 mm
Head Maksimum	120m
Debit Maksimum	180 l/s (650 m ³ /h)
Daya Mesin	332 kW
Kapasitas Tangki	2000 liter
Model Mesin	Volvo Penta TAD1343VE Powerpac
Material Impeler	Gasite WD28G
Diameter Impeler	500 mm
Putaran Maksimum	1700 RPM
Panjang	4800 mm
Lebar	2100 mm
Tinggi	2450 mm
Berat Kering	6250 kg
Berat Operasional	7850 kg

Sumber: KSB Indonesia

LAMPIRAN G

DOKUMENTASI LAPANGAN



Sumber: Penulis, 2026

Gambar G.1 Pompa KSB DnD 150



Sumber: Penulis, 2026

Gambar G.2 Pengukuran Panjang Pipa



Sumber: Penulis, 2026

Gambar G.3 *Sump* SM Timur



Sumber: Penulis, 2026

Gambar G.4 Saluran terbuka



Sumber: Penulis 2026

Gambar G.5 Kondisi area Pit SM Timur



Sumber: Penulis, 2026

Gambar G.6 Pipa *discharge* menuju *outlet*