

**ANALISIS *EFESIENSI* PERFORMA POMPA
TERHADAP KEBUTUHAN SISTEM PEMOMPAAN DI
DESA SEBAMBAN BARU KECAMATAN SEI LOBAN
KABUPATEN TANAH BUMBU PROVINSI
KALIMANTAN SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan**



OLEH

**LAMBAS TINAMBUNAN
DBD 113 004**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : LAMBAS TINAMBUNAN
NIM : DBD 113 004
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN


Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Palangka Raya, 3 Desember 2020

Penulis,




LAMBAS TINAMBUNAN
DBD 113 004

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS *EFESIENSI* PERFORMA POMPA TERHADAP KEBUTUHAN
SISTEM PEMOMPAAN DI PT. PROLINDO CIPTA NUSATARA DESA
SEIBAMBAN BARU KECAMATAN SEI LOBAN KABUPATEN TANAH
BUMBU PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Oleh:

LAMBAS TINAMBUNAN
DBD 113 004

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Pada tanggal kamis, 3 desember 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji :

- | | | | |
|---|---|------------|---|
| 1 | <u>FAHRUL INDRAJAYA, S.T.,M.T.</u>
NIP. 197912152008121001 | KETUA |  |
| 2 | <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, S.T., M.T.</u>
NIP. 19841022 201504 1 001 | SEKRETARIS |  |
| 3 | <u>LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T.</u>
NIP. 19770904 200801 2 011 | ANGGOTA |  |
| 4 | <u>NOVERIADY, S.T., M.T.</u>
NIP. 19861125 201903 1 007 | ANGGOTA |  |
| 5 | <u>NENY FIDAYANTI, S.T., M.Si.</u>
NIP. 19830129 201212 2 005 | ANGGOTA |  |

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Menyetujui
Ketua Jurusan/Program Studi
Teknik Pertambangan


FAHRUL INDRAJAYA, S.T.,M.T.
NIP. 197912152008121001

SARI

Pengeringan *Sump* di *pit* majapahit harus dilakukan agar debit air yang masuk mampu untuk dikendalikan sehingga air tidak menggenangi front penambangan. Kinerja pompa akan sangat berperan dalam proses pengeringan ini seperti mengetahui jumlah debit air yang masuk, system pemompaannya dan lama waktu pemompaannya. Metode yang digunakan yaitu *kuantitatif-deskriptif* dengan menggunakan rumus untuk mengetahui debit air limpasan dan menggunakan metode gumbel dalam menganalisis data curah hujan. Lalu metode *statistic-deskriptif* dimana penulis menyajikan informasi dalam bentuk tabel seperti tabel curah hujan dan dalam grafik waktu pengeringan *sump*. Hasil penelitian yang didapatkan adalah rata-rata curah hujan sebesar 512,176 mm/hari, curah hujan rencana dengan menggunakan metode gumbel didapatkan sebesar 668,5 mm/hari, rata-rata curah hujan 8,23 jam, intensitas curah hujan 57,652 mm/jam, luas catchment 36,4656 Ha, total debit air yang masuk ke *pit* sebesar 15.490,563 m³/hari, dan *Sump* mampu menampung air sebanyak 29.352,92 m³. System pemompaan pada *pit* majapahit adalah *single stage*. Head total pompa sebesar 215,708 m, *efisiensi* kerja pompa adalah 64% dan jumlah pompa yang dibutuhkan adalah 2. Sehingga kesimpulannya pengeringan menggunakan 1 unit pompa masih memiliki debit air sisa perhari, yang dimana target dari perusahaan air yang harus dikeluarkan perhari sebanyak 19.363,20 m³/hari. Dengan 2 unit pompa waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan air di *Sump* selama 17 jam/hari.

Kata kunci: Pengeringan, Sump, Pompa, Curah Hujan, Debit Air.

ABSTRACT

Sump drying in the Majapahit *pit* must be done so that the incoming water discharge can be controlled so that water does not inundate the mining front. Pump performance will play a very important role in this drying process, such as knowing the amount of water flow, pumping system and pumping time. The method used is quantitative-descriptive by using a formula to determine the discharge of runoff water and using the gumbel method in analyzing rainfall data. Then the statistical-descriptive method where the author presents information in tabular form such as rainfall tables and in graphs of *Sump* drying time. The results obtained were the average rainfall of 512,176 mm / day, the planned rainfall using the gumbel method was obtained for 668.5 mm / day, the average rainfall was 8.23 hours, the intensity of rainfall was 57.652 mm / hour, catchment area is 36.4656 Ha, the total discharge of water entering the *pit* is 15.490.563 m³ / day, and the *Sump* can accommodate 29,352.92 m³ of water. The pumping system at the Majapahit *pit* is single stage. The total head of the pump is 215,708 m, the pump work efficiency is 64% and the number of pumps needed is 2. So that the conclusion is that drying using 1 pump unit still has residual water discharge per day, which is the target of the water company that must be issued per day is 19,363.20 m³ /day. With 2 pump units, the drying time needed to dry the water in the *Sump* is 17 hours / day.

Keywords: Drying, *Sump*, Pump, Rainfall, Water Discharge.

HALAMAN PERSEMBAHAN

*The Only Mistake In Life Is Something
That Is Not Tught In The Lesson*

Kupersembahkan untuk :

- Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertaiku dan satu-satunya sandaran hidup.
- Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan mental dan juga menjadi penyemangat dalam hidup saya
- Pembimbing Skripsi Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T dan bapak Yossa Yonathan H, ST., MT. serta Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan yang sudah banyak membantu.
- Teman-teman yang ada di kampus UPR khususnya teman-teman seperjuangan TP 13 yang menjadi teman bertukar pikiran dan bercerita selama study.

Jangan Mengulangi Kesalahan Yang Sama

Karena Masih Banyak Kesalahan-Kesalahan

Yang Lain Patut Dicoba

KATA PENGANTAR

Segala Puji Dan Syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan kasihNya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. penulisan laporan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian di lapangan yang dilakukan di PT.Prolindo Cipta Nusantara pada tanggal 10 maret 2019 hingga 10 mei 2019 dengan judul **“Analisis Efisiensi Performa Pompa Terhadap Kebutuhan Sistem Pemompaan Di Pt. Prolindo Cipta Nusantara Desa Seibamban Baru Kecamatan Sei Loban Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan”**.

Kegiatan ini merupakan kebutuhan dan kewajiban mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya untuk menyelesaikan studi perkuliahan dan meraih gelar sarjana. Selain itu, skripsi ini diharapkan mampu memperkenalkan lingkungan kerja dan mempersiapkan mahasiswa agar berkualitas siap terjun ke dunia kerja.

Dalam penyelesaian laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya S.T., M.T Selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya Serta Dosen Pembimbing I.

3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing II.
4. Ibu Lisa Virgiyanti, S.T., M.T. selaku dosen penguji I
5. Bapak Noveriady, S.T., M.T. selaku dosen penguji II
6. Ibu Neny Fidayanti, S.T., M.Si selaku dosen penguji III
7. Bapak Yudha Karani selaku Kepala Teknik Tambang Di PT.Prolindo Cipta Nusantara.
8. Bapak Misba Hussurur selaku Pembimbing Lapangan Di PT.Prolindo Cipta Nusantara.

Dalam penulisan skripsi ini penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan usulan penelitian ini masih banyak kekurangan pada teknis penulisan skripsi, mengingat akan keterbatasan yang dimiliki oleh penyusun. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penulisan berikutnya.

Palangka Raya, 3 Desember 2020
Penulis

Lambas Tinambunan
DBD 113 004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARIME.....	iii
SARI.....	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud Dan Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Peneliti Terdahulu.....	4
2.2 Sistem Penyaliran Tambang	5
2.3 Pompa Dan Sistem Pemompaan.....	12
2.4 Pompa <i>Sentrifugal</i>	13
2.5 Kerja Pompa <i>Sentrifugal</i>	16
2.6 Perhitungan Pemompaan	18
2.7 Performansi Dan Kavitasasi.....	20

	Halaman
2.8 Debit Pemompaan.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	25
3.2 Kondisi Geologi.....	26
3.3 Alat Dan Bahan.....	31
3.4 Tata Laksana	31
3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Skripsi.....	34
3.6 Waktu Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	43
4.2 Pembahasan	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. <i>Koefisien</i> Limpasan Pada Berbagai Kondisi.....	14
2.2 <i>Koefisien</i> Kekerasan Pipa	27
2.3 <i>Koefisien</i> Kerugian Dari Berbagai Katub	28
3.1. Batas Koordinat Wilayah IUP PT. Prolindo Cipta Nusantara	31
3.2. Waktu Penelitian.....	42
4.1 Tabel Pemilihan Sebaran	46
4.2 Ukuran Dimensi <i>Sump</i> Pt.Prolindo Cipta Nusantara.....	50
4.3 Simulasi Debit Air Yang Dikeluarkan.....	51
4.4 Tabel Pengukuran Debit Total Pompa Multiflow 420 Ex	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Siklus <i>Hidrologi</i>	7
2.2 Metode <i>Siemens</i>	8
2.3 Metode <i>Deep Well Pump</i>	9
2.4 Metode <i>Electro Osmosis</i>	10
2.5 Metode <i>Small Pipe With Vacuum Pump</i>	10
2.6 Kolam Terbuka	11
2.7 Klasifikasi Jenis Pompa	17
2.8. Bagan Aliran <i>Fluida</i> Pompa <i>Sentrifugal</i>	18
2.9 Pengukuran Debit Pompa Dengan <i>Metode Discharge</i>	24
2.10 Ilustrasi Pipa Isap Dan Pipa Tekan	26
3.1 Diagram Alir Penelitian	41
4.1 Situasi <i>Sump</i> Majaphit	43
4.2 Situasi <i>Void</i>	44
4.3 <i>Efesiensi Performa</i> Pompa	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A Peta Kesampaian Daerah
- B Peta IUP PT. Prolindo Cipta Nusantara
- C Peta Geologi *Regional* PT.Prolindo Cipta Nusantara
- D Data Curah Hujan PT.Prolindo Cipta Nusantara
- E Perhitungan Data Curah Hujan
- F *Sump* Majapahit
- G Spesifikasi Pompa
- H Peta *Cetchmant Area*
- I Peta Situasi *Sump* Majapahit

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Prolindo Cipta Nusantara melakukan PT. Prolindo cipta nusantara menggunakan metode penambangan *open pit*. Penambangan dengan menggunakan metode *open pit* menghasilkan daerah bukaan tambang pada permukaan kerja (*front*). Kegiatan ini menimbulkan masalah genangan air sehingga mengganggu aktivitas penambangan dan keselamatan kerja, yang akhirnya akan mengakibatkan target batubara tidak tercapai.

Penanganan yang diterapkan ditambang batubara PT. Prolindo Cipta Nusantara adalah sistem penyaliran secara *mine dewatering* dengan metode sumuran yang membiarkan air masuk kedalam *pit* melalui paritan untuk ditampung kedalam sumuran (*sump*). Air yang terakumulasi kemudian dikeluarkan menggunakan pompa. Sistem pemompaan yang diterapkan PT Prolindo Cipta Nusantara ialah *single stage* dengan menggunakan pompa multiflow 420 ex. Pipa yang digunakan pompa multiflow 420ex ialah pipa *HDPE* berukuran 8 inchi dengan panjang 912 m. Pada saat pemompaan, jarak pemompaan akan berpengaruh terhadap sistem pemompaan yang di terapkan sehingga terjadi perubahan nilai head pompa. Posisi pada *inlet* pompa lebih rendah terhadap *outlet* pompa yang lebih tinggi mengakibatkan *head* statis menjadi semakin besar, juga mempengaruhi nilai *head* total pompa.

Peningkatan nilai head pada sisi tekan lebih besar dibandingkan dengan nilai head pada sisi masuk yang mengakibatkan menurunnya performa pompa. Apabila performa pompa menurun maka efisiensi juga menurun sehingga waktu pengeringan akan bertambah lama. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, sehingga perlu adanya analisis untuk memenuhi efisiensi performa pompa dalam segi waktu menjadi lebih tepat dan cepat.

Atas dasar tersebut maka penulis memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Efisiensi Performa Pompa Terhadap Kebutuhan Sistem Pemompaan Di Pt Prolindo Cipta Nusantara Desa Sebamban Baru Kecamatan Sei Loban Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan**”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kerja pompa multi flow 420 EX di *pit* Majapahit?
2. Bagaimana efisiensi performa pompa terhadap kebutuhan sistem pemompaan di *pit* Majapahit?

1.3. Maksud Dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah melakukan analisis performa pompa menjadi lebih efisien dalam sistem pemompaan sehingga waktu pengeringan menjadi lebih cepat.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan di PT Prolindo Cipta Nusantara ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi kerja pompa multi flow 420 EX di *sump pit* Majapahit
2. Melakukan analisis efisiensi performa pompa terhadap kebutuhan sistem pemompaan di *pit* Majapahit.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai wadah pembelajaran dan menambah wawasan yang lebih luas mengenai ilmu pengetahuan yang telah di pelajari di perkuliahan dengan kondisi praktek, mengenai sistem pemompaan di PT. Prolindo Cipta Nusantara, serta membantu perusahaan dalam menangani permasalahan mengenai sistem pemompaan.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan pada:

1. Menggunakan data curah hujan selama 10 tahun.
2. Lokasi penelitian dilakukan di *pit* Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara.
3. Penulis hanya mengambil data nilai debit air masuk dengan data curah hujan dan debit air limpasan di *pit* Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara.
4. Perhitungan hanya dilakukan pada pompa untuk mengetahui kinerja pompa dalam proses pengeringan air pada *sump* di *pit* Majapahit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Penelitian M. Distyan Afriwijaya., (2017) yang dilaksanakan pada PT. Bukit Asam Tbk yang berlokasi di Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Sistem pemompaan yang dianalisis adalah pada pemompaan *Sump* Pit 3 Timur Banko Barat. Data-data yang digunakan adalah data-data curah hujan selama 10 tahun, debit aktual pompa, dan dimensi aktual *Sump*, dan luas tangkapan air hujan (*catchment area*).

Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa Sulzer WPP53-200 (engine 72), pompa tersebut memiliki debit aktual sebesar 7,24 m³/menit (1280 Rpm), dengan total *head* 76,71 m dan *efisiensi* sebesar 73 %. Pompa Sulzer WPP53- 200 (engine 66) memiliki debit aktual sebesar 6,46 m³/menit (1230 Rpm), dengan total *head* 74,46 m dan *efisiensi* sebesar 73 %. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa RPM dan *efisiensi* pompa tidak sesuai *plan* dan secara teoritis lebih besar daripada aktual. Selain itu, bentuk *Sump* Pit 3 Timur yang tidak beraturan menyulitkan untuk mengetahui volume aktual *Sump* timur dua pada saat monitoring pengukuran *elevasi* air harian.

Penelitian terdahulu yang relevan selanjutnya dilakukan oleh Riswan (Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin) dengan judul Analisis Kebutuhan

Pompa pada Sistem Penyaliran Tambang Terbuka dengan Persamaan *Material Balance*. Berdasarkan jurnal dikatakan bahwa kebutuhan unit rangkaian pompa berdasarkan persamaan *water balance*, debit air limpasan maksimum (Q_{in}) adalah 762,914.88 m³/bln dan debit pemompaan 173,404.00 m³/bulan, sehingga jumlah pompa maksimum yang dibutuhkan adalah 4 unit pompa (parallel) dengan debit air yang terakumulasi adalah 69,298.88 m³/bln dengan ketahanan *Sump* 57.6 hari. Jika menggunakan 1, 2 atau 3 unit pompa tidak dapat direkomendasikan karena ketahanan *Sump* dibawah 26 hari, sedangkan hari hujan perbulan maksimum 26 hari/bln. jika hal tersebut terjadi, maka ada waktu 10 hari/bulan debit yang terakumulasi tidak tertampung oleh *Sump*.

2.2 Siklus hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km³ air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi penguapan, *presipitasi* dan pengaliran keluar. Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-

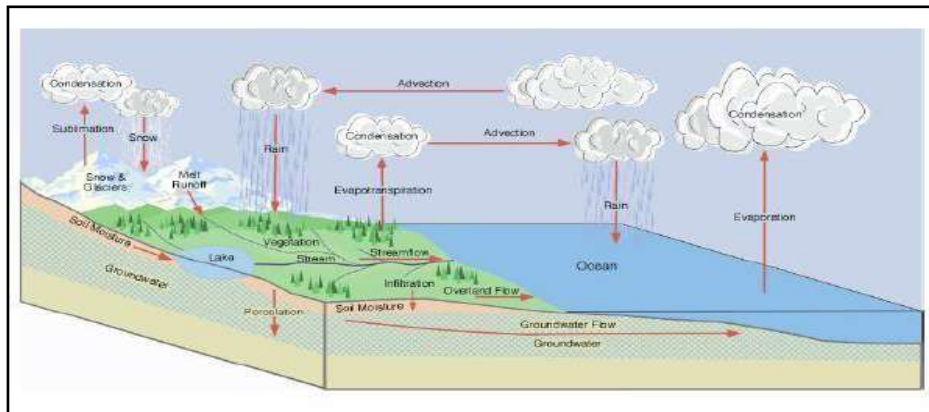
lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut.

Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai. Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah.

Jadi sungai itu mengumpulkan 3 jenis limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akhirnya akan mengalir ke laut.

Singkatnya ialah: uap dari laut dihembus ke atas daratan (kecuali bagian yang telah jatuh sebagai *presipitasi* ke laut), jatuh ke daratan sebagai *presipitasi*. Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh di daratan menguap dan meningkatkan kadar uap di atas daratan.

Bagian yang lain mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut. Seperti telah dikemukakan di atas, sirkulasi yang *continue* antara air laut dan air daratan berlangsung terus. Sirkulasi air ini disebut siklus hidrologi, pada gambar 2.1 (hydrological cycle).



(Sumber : Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.3 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* penambangan. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada saat musim penghujan. Selain itu, sistem penyaliran tambang ini juga dimaksudkan untuk memperlambat kerusakan alat serta mempertahankan kondisi kerja yang aman, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lama. (Suyono, 1993)

Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan dapat berasal dari permukaan tanah maupun dari air dibawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat di daerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air di bawah tanah merupakan air yang terdapat dibawah permukaan tanah. Secara *hidrologis* air dibawah tanah tanah dapat dibedakan menjadi air pada daerah jenuh dan air pada

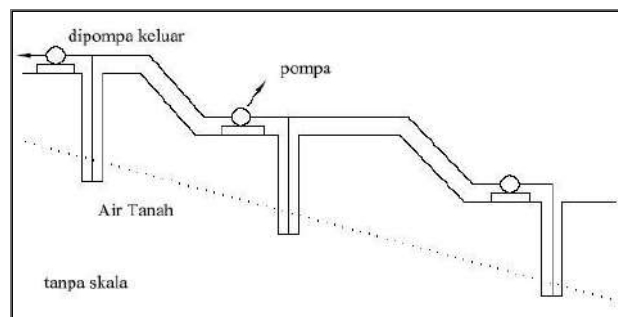
daerah tak jenuh. Daerah tak jenuh pada umumnya terdapat pada bagian teratas dari lapisan tanah dicirikan oleh gabungan antara material padatan, air dalam bentuk air adsorpsi, air *kapiler*, dan air infiltrasi serta gas / udara. Daerah ini dipisahkan dari daerah jenuh oleh jaringan *kapiler*.

Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Mine Drainage* merupakan upaya untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Beberapa metode penyaliran *Mine Drainage* :

- a. Metode *Siemens*

Merupakan sistem penyaliran dengan membuat beberapa lubang bor di bagian luar daerah-daerah penambangan atau di jenjang. Pada tiap jenjang dari kegiatan penambangan dibuat lubang bor kemudian ke dalam lubang bor dimasukkan pipa dan disetiap bawah pipa tersebut diberi lubang-lubang. (Dapat dilihat pada Gambar 2.2).

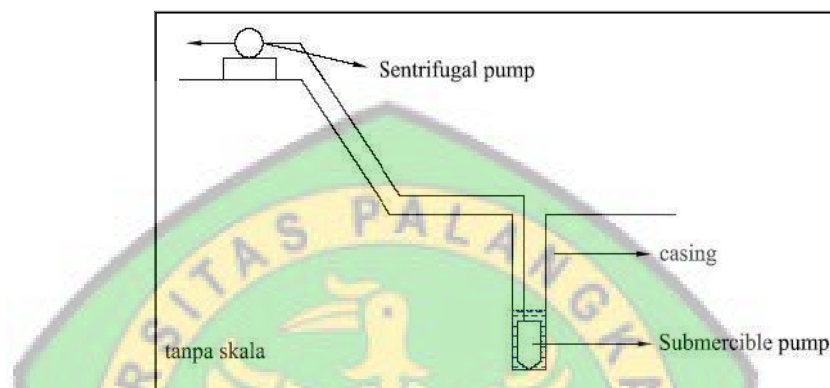


(Sumber : Arafah HK, 2006 : 23)

Gambar 2.2 Metode *Siemens*

- b. Metode Pemompaan Dalam (*Deep Well Pump*)

Metode ini digunakan untuk material yang mempunyai permeabilitas rendah dan jenjang tinggi. Dalam metode ini dibuat lubang bor kemudian dimasukkan pompa ke dalam lubang bor dan pompa akan bekerja secara otomatis jika tercelup air. Kedalaman lubang bor 50 meter sampai 60 meter (Dapat dilihat pada Gambar 2.3).



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

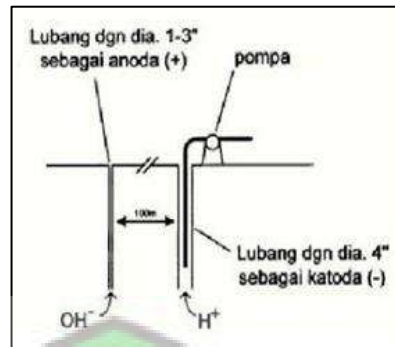
Gambar 2.3 Metode *Deep well pump*

c. Metode *Elektro Osmosis*

Bilamana lapisan tanah terdiri dari tanah lempungan, maka keadaan ini menyulitkan proses pemompaan karena adanya sifat *kapiler* yang terdapat pada jenis lempungan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dipergunakan cara *Elektro osmosis*. *Elektro osmosis* adalah proses penarikan ion-ion air, yaitu H^+ dan O^{2-} menggunakan lempengan katode dan anode. Batang anode dimasukkan ke dalam sumur yang dilengkapi dengan filter yang berfungsi sebagai katode.

Bilamana elemen-elemen ini dialiri listrik, maka air pori yang terkandung pada batuan akan mengalir menuju katode (lubang bor) yang

kemudian terkumpul dan dipompakan keluar. (Dapat dilihat pada Gambar 2.4)

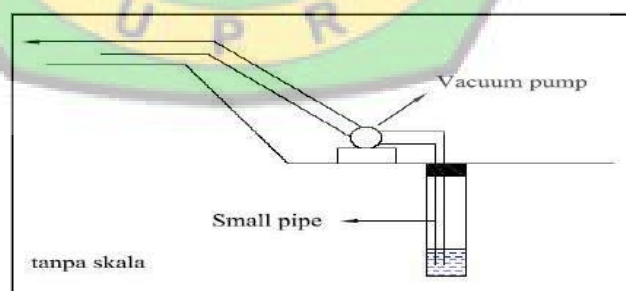


(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.4 Metode *electro osmosis*

d. *Small Pipe With Vacuum Pump*

Cara ini diterapkan pada lapisan batuan yang *impermeabel* dengan membuat lubang bor. Kemudian dimasukkan pipa yang ujung bawahnya diberi lubang-lubang. Antara pipa isap dengan dinding lubang bor diberi kerikil-kerikil kasar dengan diameter kerikil lebih besar dari diameter lubang. (Dapat dilihat pada Gambar 2.5)



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 25)

Gambar 2.5 Metode *Small Pipe With Vacuum Pump*

2. *Mine Dewatering*

Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari hujan.

Beberapa metode penyaliran *Mine Dewatering* adalah sebagai berikut untuk

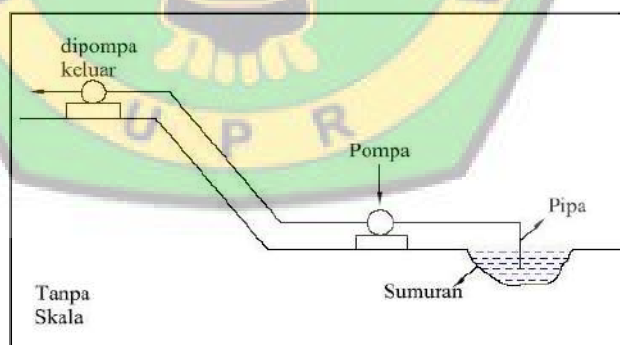
mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan:

1. Cara Paritan

Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah, yaitu dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan parit ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang kemudian di alirkan ke suatu kolam penampung.

2. Sistem Kolam Terbuka.

Sistem ini diterapkan untuk membuang air yang telah masuk ke daerah penambangan. Air dikumpulkan pada sumur (*Sump*), kemudian dipompa keluar dan pemasangan jumlah pompa tergantung kedalaman penggalian. (Dapat dilihat pada Gambar 2.6)



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 26)

Gambar 2.6 Kolam Terbuka

3. Sistem Adit

Cara ini biasanya digunakan untuk pembuangan air pada tambang terbuka yang mempunyai banyak jenjang. Saluran *horizontal* yang dibuat

dari tempat kerja menembus ke *shaft* yang dibuat di sisi bukit untuk pembuangan air yang masuk ke dalam tempat kerja. Pembuangan dengan sistem ini biasanya mahal, disebabkan oleh biaya pembuatan saluran *horizontal* tersebut dan *shaft*.

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran

Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam mengkaji suatu sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

a. Curah Hujan

Hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh dalam bentuk tetesan air. Sistem penyaliran tambang dewasa ini lebih ditujukan pada penanganan air permukaan, ini karena air yang masuk ke dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan.

Curah Hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan millimeter (*Budiarto, 1997 : 19*). 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 Liter. Sumber utama air permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan

Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus diatasi. Besar curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada suatu areal tertentu, oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas,

secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm). Pengamatan curah hujan dilakukan oleh alat penakar curah hujan.

Berdasarkan Standard World Meteorological Organization, jarak meletakkan alat penakar hujan adalah sebagai persamaan berikut :

$$D > 4H$$

(Sumber ; Budiarto, 1997 : 21)

Keterangan :

H = Tinggi pohon/ bangunan (m)

D = Jarak dengan alat penakar hujan (m)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

b. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment Area adalah suatu daerah tangkapan hujan yang dibatasi oleh wilayah tangkapan hujan yang ditentukan dari titik-titik *elevasi* tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup dengan pola yang sesuai dengan topografi dan mengikuti kecenderungan arah gerak air. Dengan pembuatan *Catchment Area* maka diperkirakan setiap debit hujan yang tertangkap akan terkonsentrasi pada *elevasi* terendah. Pembatasan *Catchment Area* dilakukan pada peta topografi, dan untuk merencanakan sistem penyalirannya dianjurkan menggunakan peta rencana penambangan dan peta situasi tutupan tambang.

c. Air Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat *terinfiltrasi*, baik yang disebabkan karena *intensitas* curah hujan atau faktor lain misalnya keterenggan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi.

Penentuan besar debit air limpasan maksimum ditentukan dengan metode "*Rasional*". Metode ini hanya berlaku untuk menghitung debit limpasan curah hujan yang dinyatakan dengan rumus :

$$Q = 0,00278 \cdot V \cdot I \cdot A$$

(Sumber : Suyono, 2012 : V-10)

Dimana :

Q = debit air limpasan maksimum (m³/detik)

C = koefisien limpasan(Tabel 2.1)

I = *Intensitas* curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (ha)

Tabel 2.1. Koefisien Limpasan Pada Berbagai Kondisi

Kegunaan Lahan	Kemiringan	Nilai C
Sawah, rawa-rawa	< 3%	0,2
Hutan, perkebunan	3% - 15%	0,4
Tumbuhan yang jarang		0,6
Hutan	> 15%	0,6
Perumahan, kebun		0,7
Tumbuhan yang jarang		0,8
Tanpa tumbuhan, daerah tambang		0,9

(Sumber: Hartono, 2008)

Pengaruh rumus ini, mengasumsikan bahwa hujan merata diseluruh

daerah tangkapan hujan, dengan lama waktu (durasi) sama dengan waktu konsentrasi (t_c).

d. Jenis dan Sifat Fisik Air Tanah

Semua jenis tanah terdiri dari butiran – butiran dan ruang antar butir yang disebut pori-pori. Sebagian besar pori-pori ini satu dengan yang lainnya saling berhubungan sehingga dapat dilalui oleh air. Peristiwa lengketnya air diantara ruang antar butir atau pori-pori ini disebut rembesan. Sedangkan daya atau kemampuan tanah atau butiran untuk dilalui air disebut permeabilitas. Permeabilitas untuk setiap jenis tanah berbeda satu dengan yang lainnya. Disuatu tambang terbuka permeabilitas tersebut penting sekali diketahui untuk memperkirakan jumlah air yang akan masuk kedalam tambang tersebut.

e. Air Tanah

Untuk menghitung debit dari air tanah dapat menggunakan cara perhitungan fluida ($Q = V : t$), perhitungan menggunakan wadah dengan volume terukur dan stopwatch. Wadah ditempatkan di aliran air tanah lalu hitung waktu tempuh air tanah dalam memenuhi volume wadah, misalkan wadah berukuran 300 ml maka butuh berapa detik air tanah dapat memenuhi wadah tersebut. Setelah itu debit air tanah dapat di hitung dengan rumus :

$$Q = V : t$$

Keterangan :

Q = Debit air tanah (m³ / detik)

V = Volume wadah air (m³)

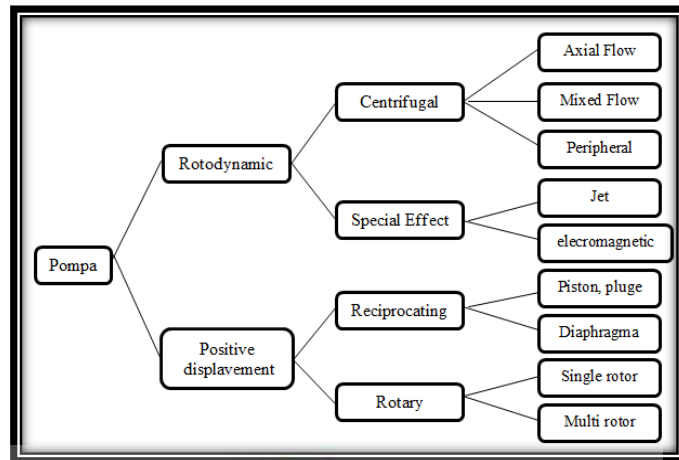
$t = \text{Waktu tempuh / alir (detik)}$

2.5 Pompa Dan Sistem Pemompaan

Pompa merupakan alat yang berfungsi memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain. Pemindahan zat cair dilakukan dengan gaya tekan, yang gunannya untuk mengatasi tahanan-tahanan yang di alami oleh zat cair sewaktu pemindahan. Dalam sistem penyaliran tambang, pompa berfungsi untuk mengeluarkan air dari tambang.

Jenis pompa yang banyak digunakan dalam kegiatan penyaliran tambang adalah pompa *sentrifugal*. Pompa *sentrifugal* bekerja berdasarkan putaran *impeller* di dalam pompa. Air yang masuk akan diputar oleh *impeller* dan selanjutnya dilemparkan ke arah lubang keluar pompa. Pompa jenis ini banyak dipakai di tambang karena mampu mengalirkan lumpur, kapasitasnya besar, dan perawatannya mudah. Sebagai suatu alat untuk memindahkan *fluida* dari suatu tempat ke tempat lain melalui gaya mekanik pompa adalah salah satu sarana penting dalam penyaliran tambang, baik tambang terbuka maupun tambang di tambang bawah tanah.

Dengan menggunakan sistem pemompaan, air tambang yang umumnya telah dikumpulkan pada sumuran atua (*Sump*). Berdasarkan prinsip kerjanya, pompa dapat digolongkan ke dalam dua kelompok yaitu pompa *rotodynamic* dan *positive displacement*. (Dapat dilihat pada gambar 2.7)



(Sumber Rudy Sayoga Guatama, 2019)

Gambar 2.7 Klasifikasi Jenis Pompa

2.6 Pompa Sentrifugal

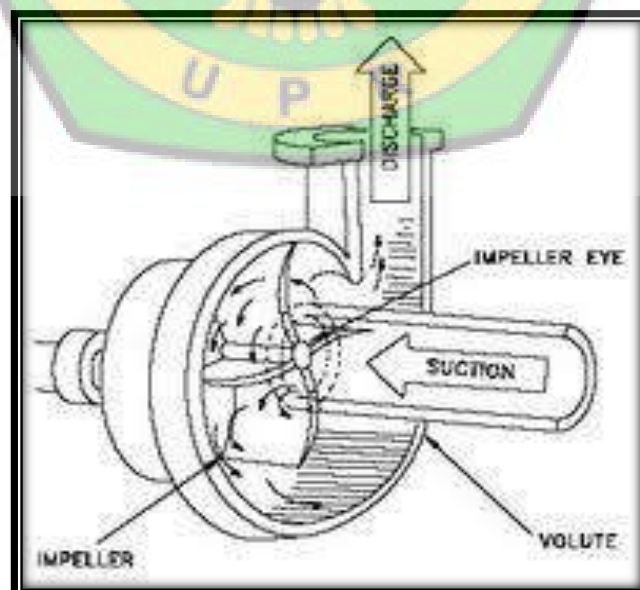
Unit pompa *sentrifugal* terdiri atas rumah pompa dan *impeller* yang terpasang pada sumbu berputar. Rumah pompa akan membatasi tekanan dan memiliki alur untuk mengarahkan aliran isap dan keluar. Air yang masuk kedalam rumah pompa melalui bagian tengah *impeller* (yang disebut sebagai *eye*) akan bergerak secara *radial* oleh gerakan sudu yang berputar dan terlempar karena gaya sentrifugal ke arah tepi rumah pompa yang disebut volute.

Air yang terkumpul didalam volute akan mengalir ke arah saluran keluar. Karena luas penampang di dalam volute membesar kecepatan aliran air akibat dari gerakan *impeller* akan berkurang sehingga terjadi perubahan dari julang kecepatan menjadi tekanan statik.

Beberapa pompa *sentrifugal* memiliki *diffuser* yaitu set sudu tetap yang mengelilingi *impeller*. Tujuan dipasangnya *diffuser* adalah untuk meningkatkan efisiensi dari pompa melalui pengembangan penampang secara

gradual dan berkurangnya ara turbulensi pada saat terjadi pengurangan kecepatan alir.

Untuk semi terbuka, sudu ditempelkan pada lempeng sehingga meningkatkan kekuatan mekanisnya. Umumnya digunakan pada pompa ukuran diameter sedang dan air yang mengandung sedikit padatan tersuspensi. Dibandingkan dengan *impeller* terbuka, *impeller* semi-terbuka memiliki *efisiensi* yang lebih tinggi dan *NPSH* yang lebih rendah. Sementara pada *impeller* tertutup, sudu-sudu dijepit diantara dua lempeng sehingga memiliki kekuatan yang maksimum. Biasanya digunakan pada pompa berukuran besar dengan *efisiensi* tinggi dan *NPSH* yang rendah. Jenis ini yang paling banyak digunakan untuk menangani air yang jernih. Walaupun dapat juga menangani air yang mengandung padatan tersuspensi yang tinggi tanpa tersumbat namun akan mudah aus. (Dapat dilihat pada gambar 2.8)



(Sumber Rudy Sayoga Guatama, 2019)
Gambar 2.8 Bagan Aliran Fluida Pompa Sentrifugal

Berdasarkan jenis aliran *fluida* melalui pompa yang ditentukan oleh tancangan rumah pompa dan *impeller*, pompa *sentrifugal* dapat dibedakan menjadi:

1. Pompa aliran *radial*, *Fluida* akan mengalir masuk melalui bagian tengah dari *impeller* dan mengarak ke luar sepanjang sudu *impeller*.
2. Pompa aliran *aksial*, *impeller* akan menekan *fluida* pada arah yang searah dengan sumbu pompa, sering disebut sebagai propeller pump.
3. Pompa aliran campuran, memanfaatkan karakteristik dari pompa aliran *radial* dan *aksial*.

2.7 Kerja Pompa *Sentrifugal*

Aliran suatu zat cair (*fluida inkompresibel*), misalnya air melalui suatu penampang saluran seperti diperlihatkan pada gambar 2.9. Pada penampang tersebut zat cair mempunyai tekanan statis p (dalam kgf/m^2), kecepatan rata-rata v (m/s), ketinggian Z (m) diukur dari bidang referensi. Maka zat cair tersebut pada penampang yang bersangkutan dikatakan mempunyai *head* total (m) yang dapat dinyatakan sebagai.

$$H = \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2g} + Z$$

Adapun masing-masing suku dari persamaan tersebut diatas, disebut *head* tekanan, *head* kecepatan, *head* tekanan, *head* kecepatan dan *head* potensial. Ketiga *head* ini tidak lain adalah energi mekanik yang dikandung oleh satu satuan berat zat cair yang mengalir pada penampang yang bersangkutan. Satuan energi per satuan berat adalah ekuivalen dengan satuan panjang. Maka *head* total H yang

merupakan jumlahan dari *head* tekanan, *head* kecepatan dan *head* potensial adalah energi mekanik rotasi persatuan berat zat cair, dinyatakan dengan satuan tinggi kolom zat cair dalam meter.

Dalam satuan SI (*Le Systeme International d'Unites*), *head H* sering kali dinyatakan sebagai energi spesifik Y yaitu energi mekanik yang dikandung oleh aliran persatuan massa zat cair. Satuan Y yaitu energi mekanik yang dikandung oleh aliran per satuan kecepatan, dan potensial dapat dinyatakan berturut-turut. Maka persamaan energi spesifik dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = gH = \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gZ$$

Dimana

γ (gH) = energi spesifik (J/kg)

ρ = tekanan (dimana massa zat cair persatuan volume (kg/m^3))

v = kecepatan (m/s)

gZ = energi potensial

Pompa *sentrifugal* diperlihatkan pada gambar 2.8 mempunyai sebuah *impeler* (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeler* didalam zat cair. Maka zat cair yang ada didalam *impeler*, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya *sentrifugal* maka zat cair mengalir dari tengah *impeler* ke luar melalui saluran diantara sudu-sudu. Disini *head* tekanan zat cair menjadi lebih tinggi.

Demikian pula *head* kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari *impeler* ditampung oleh saluran berbentuk colut (dikelilingi *impeler* dan disalurkan ke luar pompa melalui *nosel*. Didalam *nosel* ini sebagai gead kecepatan aliran di ubah menjadi *head* tekanan. Jadi *impeler* pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menhadi bertambah besar. Selisih energi per satuan berat atau *head* total zat cair antara *flens* isap dan *flens* keluar pompa disebut *head* total pompa. Pompa *sentrifugal* dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi *fluida*. Energi inilah yang mengakibatkan penambahan *head* tekanan, *head* kecepatan, *head* potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.

2.8 Perhitungan Pemompaan

Dalam memilih kapasitas pompa pada suatu sistem pemompaan dengan tujuan tertentu, parameter karakteristik pompa terlebih dahulu harus diketahui adalah julang (*head*). Julang pompa adalah enerfgi per satuan berat yang harus disediakan untuk memindahkan zat cair hingga lokasi yang dituju menggunakan sistem jaringan tertentu.

Julang pompa umumnya dinyatakan dalam satuan panjang yang menyatakan tekanan yang harus diatasi untuk memindahkan sejumlah zat cair yang spesifik. Besaran julang berfavariasi dipengaruhi oleh karakteristik *fluida* dan sistem pemompaan yang melibatkan berbagai parameter statik dan dinamik dari kondisi pemompaan dan zat cair.

Parameter statik mencakup beda *elevasi* muka air pada pipa isap pompa dan di ujung pipa keluar serta beda tekanan udara luar pada kedua muka air tersebut. Sementara parameter dinamik antara lain adalah kecepatan aliran dalam pipa, viskositas dan massa jenis zat cair dan karakteristik sistem pipa yang digunakan yaitu panjang, diameter, kekerasan, karakteristik sambungan, belokan, katup dll.

Julang pompa total terdiri dari julang statik atau *elevasi*, julang tekanan dan julang kecepatan serta kerugian julang dan dinyatakan sebagai berikut:

$$H = h_s + \Delta h_p + \frac{v_d^2}{2g} + h_l$$

Dimana

H = julang total pompa

h_s = Julang statik atau julang *elevasi*, yaitu beda tinggi antara muka zat cair di sisi keluar dan di sisi isap

Δh_p = Perbedaan julang tekanan yang bekerja pada kedua permukaan zat cair

$\frac{v_d^2}{2g}$ = Julang kecepatan total

Untuk aplikasi sistem penyaliran tambang, pompa digunakan untuk memindahkan air tambang dari sumuran baik ditambang terbuka maupun tambang bawah tanah, ke lokasi yang direncanakan. Dengan demikian telah dapat ditentukan julang statik yaitu beda *elevasi* antara sumuran dan titik keluaran.

Tekanan udara yang bekerja pada muka air pada sisi isap dan sisi $\Delta h_p = 0$. Julang kecepatan dihitung berdasarkan kecepatan perhitungan yang diperlukan dilakukan adalah menentukan h_l atau kerugian julang total yang berupa kerugian gesek didalam pipa, sambungan, belokan, katup dan perangkat lain yang tersambung dengan pipa. Daya hidraulik atau daya air adalah daya yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah zat cair atau energi yang secara efektif akan diterima oleh air dari pompa.

$$P_h = \gamma \cdot H \cdot Q$$

Dimana;

P_h = Daya hidraulik (kW)

γ = Berat jenis (kN/m³)

H = Julang total (m)

Q = Debit (m³/s)

Daya poros adalah daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa agar dapat menghasilkan daya untuk mengalirkan sejumlah zat cair atau daya hidraulik. Daya poros bergantung pada efisiensi dari pompa.

$$P_s = \frac{P_h}{\eta}$$

Dimana;

P_s = Daya poros (kW)

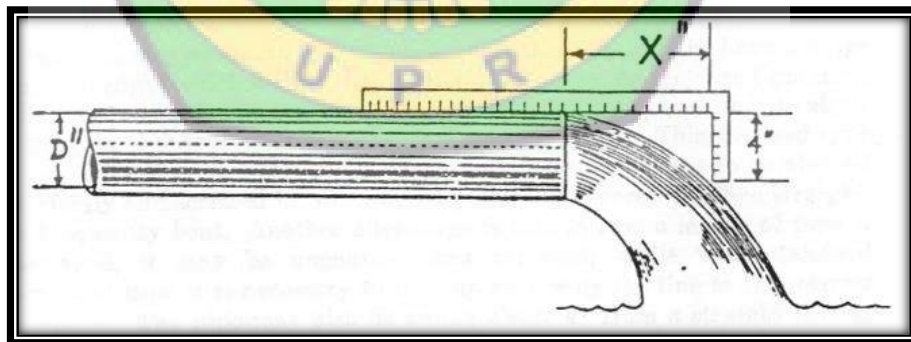
P_h = Daya hidraulik (kW)

η = Efisiensi Pompa

2.9 Debit Pemompaan

Debit pompa dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi maupun dengan pengukuran aktual debit pompa yang ada. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan pompa yang telah ada, berdasarkan kecepatan pompa, *efisiensi* dan *head* pompa yang dikehendaki, lalu kemudian factor-faktor tersebut dihubungkan dalam grafik spesifikasi pompa.

Perkiraan debit pemompaan aktual dapat dilakukan percobaan dengan Metode *Discharge*. Langkah kerja metode ini yaitu dengan membuat alat ukur berbentuk “L” seperti terlihat pada Gambar 2.9 Sisi yang pendek berukuran 4 inchi dan sisi yang lebih panjang merupakan panjang kekuatan air (X) dinyatakan dalam satuan mm.



(Sumber : Cassidy S,2010:3-15)

Gambar 2.9 Pengukuran Debit Pompa dengan Metode Discharge

Data-data yang telah didapatkan berdasarkan pengukuran debit aktual pompa pada *outlet* dengan metode *discharge* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$QPompa = \pi \times r^2 \times v^2. \quad v = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

Keterangan :

Q pompa = Debit aktual *outlet* pompa (m³/detik)

R = Jari-jari pipa yang digunakan perusahaan (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

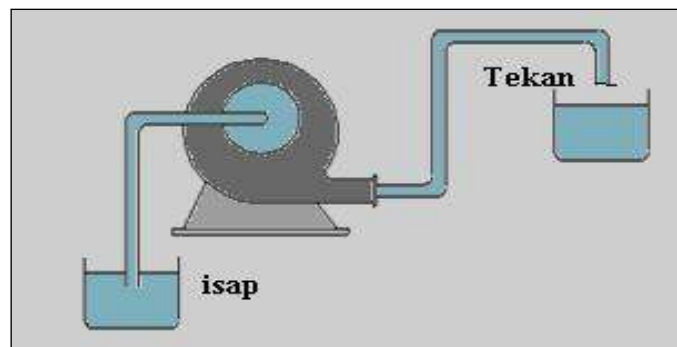
x = Panjang tembakan *outlet* pompa (m)

y = Panjang sisi pendek alat ukur yang digunakan (m)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Head Pompa adalah energi yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang telah direncanakan. Terdiri dari *head* tekanan, *head* kecepatan dan *head* potensial yang merupakan energi mekanik yang dikandung oleh satu satuan berat (1 kgf) zat cair yang mengalir dan dinyatakan dalam satuan panjang (tinggi).

Menurut Sularso (1983), *head* pompa adalah energi per-satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair (air) yang direncanakan sesuai kondisi instalasi pompa atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair (air), yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. *Head*total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa.



(Sumber; Sularso 198)

Gambar 2.10 Ilustrasi pipa isap dan pipa tekan

Menurut Lubis (2010), penentuan *head total* (H_t) sangat dipengaruhi oleh desain pemasangan pompa dan sistem pemipaan. Untuk menghitung *head total* (H_t), maka beberapa langkah yang harus dilakukan adalah:

- a. Menentukan nilai *Head statis* (H_s) dihitung dengan selisih ketinggian antara pipa isap dan pipa tekan, sebagai berikut:

$$H_s = H_2 - H_1$$

Keterangan:

H_s = *Head statis* (m).

H_2 = *Elevasi* pipa tekan (m).

H_1 = *Elevasi* pipa isap (m).

- b. Menentukan nilai H_f atau menentukan beberapa kerugian (H_f) yang terjadi di dalam pipa pada pipa isap dan pipa tekan. Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung *head gesekan* pada pipa, dapat menggunakan persamaan *Hazen-Wiliams* dan nilai koefisien kekasaran pipa dapat dilihat pada (Tabel 2.4), sebagai berikut:

$$h_f = \left[\frac{10,684 * Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}} \right] * L$$

Keterangan:

H_f = Julang kerugian (m). Q = laju aliran (m³/s).

D = diameter pompa (m). L = panjang pipa (m).

C = koefisien kekasaran pipa. (Dapat Dilihat Pada Tabel 2.2)

Tabel 2.2 Koefisien Kekasaran Pipa

Jenis pipa	C
Pipa plastic	140
Pipa baja atau besi tuang baru	130
Pipa kayu atau beton biasa	120
Pipa baja berkeling baru, pipa gerabah	110
Pipa besi tuang lama, pipa bata	100
Pipa baja berkeling lama	95
Pipa besi tua berkarat	80
Pipa besi atau baja sangat berkarat	60

(Sumber : Sulastro (1983))

- c. Menentukan nilai H_fs dan kerugian aksesorisnya

Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung *head* gesekan pada aksesoris pipa, dengan cara menggunakan persamaan *Hazen- Williams* dan nilai koefisien kekasaran katup, serta kecepatan aliran pada aksesoris pipa dapat dilihat pada (tabel 2.4), berikut adalah rumus untuk menghitung *head* gesekan :

- Menghitung kecepatan aliran

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

- Menentukan kekasaran pada aksesoris pipa

$$Hfs = \frac{v^2}{2g} X f$$

Keterangan

Hfs = julang kerugian pada aksesoris (m).

Q = debit pompa (m³/detik).

V = kecepatan (m).

A = penampang pipa.

G = gravitasi.

f = koefisien kekasaran aksesoris (Dapat Dilihat Pada Tabel 2.3)

Tabel 2.3 Koefisien Kerugian dari Berbagai Katup

JENIS KATUP	DIAMETER (mm)											
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Katup sorong	0,14	0,12										
Katup kupu- kupu	0,6 – 0,16 (bervariasi menurut kontruksi dan diameter)											
Katup cegah jenis ayun			1,2	1,15	1,1	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88
Katup cegah tutup cepat jenis tekanan			1,2	1,15	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Katup cegah jenis angkatbebas	1,44	1,39	1,34	1,3	1,2							
Katup cegah tutup-cepat jenis pegas	7,3	6,6	5,9	5,3	4,6							
Katup Isap saringan	1,97	1,91	1,84	1,78	1,72							
Katup pintu				0,4								

(Sumber : Sulastro (1983))

- d. Menghitung *head loss velocity* (Hv)

Penentuan nilai *head loss velocity* atau kecepatan aliran fluida (H_v) dapat dihitung dengan hukum Bernoulli (tekanan dari fluida yang bergerak seperti udara berkurang ketika fluida tersebut bergerak lebih cepat), sebagai berikut:

$$H_v = v^2 / 2.g$$

Keterangan:

H_v = *head loss velocity* (m).

v = kecepatan (m/s).

g = gravitasi 9,8 (m/s).

e. Menghitung *Head* Kerugian Lainnya (H_I)

Perhitungan penjumlahan kerugian pada pipa yang dilakukan secara kualitatif melalui estimasi terhadap kerugian lain pada pompa akibat lengkungan, asfluter, elbow dan lain-lain, sebagai berikut :

$$H_I = \text{Head friction pipa (HF)} + \text{Head friction aksesoris (HF_s)}$$

Mengetahui total *head* (H_t)

Dalam pemompaan dikenal istilah julang (*head*), yaitu energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada *Sump* ke kolam pengendapan (*settling pond*). Semakin besar debit air pada *Sump* dipompa, maka *head* juga akan semakin besar. *Head* total pompa untuk mengalirkan sejumlah air pada *Sump* seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari

kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga penentuan nilai *head total* dapat dihitung, sebagai berikut:

$$H_t = H_s + H_v + H_l$$

Keterangan:

H_s = *Head statis* (m).

H_v = *Head loss velocity* (m).

H_l = *kerugian gesek lainnya* (m).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Prolindo Cipta Nusantara secara administratif berada pada Desa Sebamban Kecamatan Sei Loban Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan dengan lokasi Izin Usaha Tambang seluas 350 hektar dengan batas - batas wilayah pertambangan sebagai berikut:

1. Sebelah utara : wilayah perkebunan kelapa sawit PT. Minamas.
2. Sebelah selatan : wilayah pertambangan PT. Sungai Danau Jaya.
3. Sebelah timur : wilayah pertambangan PT. Deky Kreasi.
4. Sebelah barat : wilayah pertambangan PT. Hati'if.

Tabel 3.1.
Batas Koordinat Wilayah IUP PT. Prolindo Cipta Nusantara

No.	Garis Bujur (BT)			Garis Lintang (LS)		
	0	'	"	0	'	"
1	115	36	54.0	3	36	32.4
2	115	38	7.4	3	36	32.5
3	115	38	7.4	3	37	20.1
4	115	36	44.4	3	37	20.1
5	115	36	44.4	3	36	54.0
6	115	36	54.0	3	36	54.0

(Sumber: PT. PCN Tahun 2016)

Lokasi penelitian terletak ± 220 Km ke arah Timur dari kota Banjarmasin dan ± 410 Km dari kota Palangka Raya. Daerah penelitian dapat dicapai dari Kota Palangka Raya melalui rute sebagai berikut:

1. Perjalanan di mulai dari Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah menuju Banjarbaru, Kalimantan Selatan menggunakan kendaraan darat dengan waktu tempuh ± 4 jam dan kondisi jalan beraspal.
2. Perjalanan dilanjutkan dari Banjarbaru, Kalimantan Selatan menuju Desa Sebamban Kecamatan Sei Loban Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan menggunakan kendaraan darat dengan waktu tempuh ± 8 jam dan kondisi jalan beraspal.

3.1.2. Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Wilayah PT. Prolindo Cipta Nusantara termasuk daerah beriklim tropis, terdiri dari 2 musim yaitu pada tahun 2017 curah hujan harian tertinggi adalah 103 mm dan curah hujan harian terendah yaitu 0,5 mm sebanyak 205 hari. Sedangkan pada bulan januari terhitung jumlah hujan sebanyak 22 hari.

3.2. Kondisi Geologi

3.2.1. Kondisi Geologi Regional

3.2.1.1. Fisiografi

Wilayah endapan batubara, secara *fisiografi* termasuk dalam cekungan asam dan terletak dibagian selatan Kalimantan Selatan. Cekungan asam ditempati oleh batuan *sedimen Tersier* setebal ± 6000 meter. Cekungan mengalami *transgresi* dari *kalaosen* sampai dengan juga mengalami regresi pada kalapliosen.

Pada waktu terjadi *transgresi*, cekungan asam di endapkan dari batuan tua ke muda dari Formasi *Pudak*, Formasi Manunggul, Formasi Tanjung, Formasi Berai dan Formasi *Warukin*. Kemudian pada waktu terjadi regresi di endapkan dari Formasi *Dahor*.

Aktifitas *kalaplistosen* yang bekerja pada cekungan asam mempengaruhi proses pengendapan batuan di cekungan. Sebagai akibat dari aktifitas *kalaplistosen* tersebut terjadi pengangkatan pegunungan maratus, yaitu pada kalamiosen tengah dan *kalaplistosen*. Sebagai produk pengangkatan tersebut terjadi pensesaran dan perlipatan serta mengaktifkan struktur sesar yang lebih tua. Orientasi sumbu – sumbu perlipatan yang terjadi pada umumnya mempunyai arah timur laut – barat daya, sedangkan sesar – sesar berarah barat laut – tenggara dan timur laut- barat daya.

3.2.1.2. Stratigrafi

Wilayah kecamatan Sei Loban di tempati oleh batuan sedimen kapur, tersier dan kwarter. Urutan batuan sedimen tersebut dari tua pada daerah penyelidikan adalah sebagai berikut:

1. Formasi Pitap

Terdiri atas perselingan konglomerat, batupasir wacke dan batulanau, bersisipan batugamping, breksi, batulempung, basal dan konglomerat. Konglomerat umumnya berlapis baik, komponennya basal, batulempung, ultramafic, rijang, batugamping, gabbro dan diabas. Formasi diduga berumur kapur akhir dan terendapkan di lingkungan laut dangkal. Tebal satuan ini antara 1000 – 1500 meter. Formasi ini menjemari dengan Formasi Haruyan

2. Formasi Tanjung

Berumur eosin dan terdiri dari batupasir kuarsa berbutir halus sampai kasar. Tebal perlapisan 50–150 cm, struktur perlapisan *cross bedding* (silangsiur), sisipan batulempung berwarna abu-abu. Pada formasi ini dijumpai adanya batubara berwarna hitam mengkilap dan batugamping berbentuk melensa berwarna abu-abu cerah.

3. Formasi Berai

Diendapkan dalam lingkungan neritik dan ketebalan formasi ± 1000 meter. Diperkirakan berumur *oligosen-miosen awal*. Biasanya ditemukan batugamping berwarna abu-abu cerah yang kaya akan cangkang-cangkang kerang dan bersisipan.

4. Formasi *Warukin*

Berumur miosen dan berhubungan tidak selaras dengan formasi *Dahor*. Formasi diendapkan di atas formasi berai dengan batuan penyusun seperti konglomerat, persilangan batulempung dan batulanau yang mengandung batubara. Satuan batuan tersebut diendapkan pada kondisi laut kalamiosen tengah dilingkungan paralik.

5. Formasi *Dahor*

Terendapkan dalam lingkungan paralas dengan ketebalan formasi diperkirakan 250 meter,

6. Satuan *Alluvium*

Tersusun dari kerakal, krikil, pasir, lempung dan lumpur, hasil sedimentasi dari batuan induknya yang sudah tertransfortasikan.

3.2.1.3. Struktur Geologi

Struktur geologi pada Kota Baru adalah lipatan dan sesar. Sumbu lipatan umumnya berarah barat daya–timur laut dan utara – selatan dan sejajar dengan arah sesar normal. Sesar mendatar berarah barat laut–tenggara dan barat daya–timur laut.

3.2.2. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.2.1. Morfologi Daerah Penelitian

Topografi wilayah pesisir Kabupaten Tanah Laut mulai dari Pelaihari-Satui terdiri atas morfologi perbukitan bergelombang dan dataran. Morfologi perbukitan bergelombang terbentang di bagian utara jalan utama Pelaihari-Satui. Tinggi elevasi berkisar 20–250 mdpl. Sungai-sungai yang mengalir ke arah pantai umumnya berpola hampir paralel dan bersifat aktif. Morfologi dataran terbentang 5 – 10 km dari garis pantai ke arah daratan. Elevasi 70 m. Morfologi perbukitan bergelombang elevasi 50 – 100 m terdapat di wilayah pesisir Pulau Laut. Morfologi pedataran elevasi 20 – 50 meter terdapat di kawasan daratan pesisir.

3.2.2.2. Litologi Daerah Penelitian

Susunan litologi daerah penyelidikan adalah:

- Satuan Batupasir

Batupasir berwarna putih kelabu, keras, serpihan berupa lempengan bercampur lempung, halus kasar dengan komposisi pasir kuarsa, sedimentasi pelapisan tidak sejajar dengan batupasir berwarna kuning keabu-abuan, bersifat lunak dengan ukuran butir 1/8-1 mm. Ketebalan antara 2-5 meter. Terbentuk di atas batuan non klastik/dibawah tanah pucuk terbentuk karena endapan erosi sungai hingga di atas 10 meter. Pada daerah endapan dasar biasanya tidak akan

terjadi perubahan penyebaran terkecuali di daerah terbentuknya belokan sungai yang terdapat disebelah barat laut telah dijumpai adanya perbedaan struktur dan keadaan morfologi.

- Satuan Batulempung

Batulempung berwarna abu - abu, lunak, abu - abu kehitaman bercampur karbon bersifat karbonatan dan banyak dijumpai dalam bentuk lapisan pengapit batubara. Lanau lunak sedang, abu-abu cerah, bersifat homogen, tebal masing-masing bervariasi.

- Batubara

Berwarna hitam kecoklatan, berserat, kekerasan sedang.

3.2.2.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi pada daerah penelitian ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum berarah barat daya–timur laut dan utara – selatan dan sejajar dengan arah sesar normal. Sesar mendatar berarah barat laut–tenggara dan barat daya–timur laut. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan pra-Tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan jejak/petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional. Mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur tersier, diduga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan berhubungan erat dengan kegiatan *kalaplistosen* yang terjadi pada zaman itu (Tersier).

3.3. Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam Penelitian antara lain:

1. Buku Lapangan (Catatan Harian) dan Alat Tulis.
2. Kamera
3. Alat Pelindung Diri (APD)
4. Laptop

3.4. Tata Laksana

3.4.1. Langkah Kerja

Adapun langkah kerja yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur tentang sistem pemompaan.
2. Melakukan orientasi lapangan sebelum melakukan pengambilan data-data yang diperlukan dalam penyusunan laporan Skripsi.
3. Pengambilan data primer dan data sekunder.

I. Data Primer:

Data primer diambil langsung yaitu :

- a. Pengambilan panjang air limpasan yang keluar dari *outlet* pompa untuk data x pada metode *Discharge* pompa
- b. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran panjang pipa dan jenis pipa yang digunakan.
- c. Pengambilan data jenis dan jumlah pompa yang digunakan perusahaan.
- d. Pengambilan data jumlah jam kerja pompa

II. Data Sekunder:

Data sekunder didapatkan langsung dari perusahaan yaitu :

- a. Data curah hujan 10 tahun
 - b. Data dimensi *sump*
 - c. Peta Geologi *Regional*
 - d. Peta Topografi Daerah Penelitian
 - e. Peta Izin Usaha Penambangan (IUP)
 - f. Peta *catchman area*
 - g. Spesifikasi pompa dan kurva *efisiensi* pompa
4. Tahapan Pengolahan dan Evaluasi Data

Data yang diperoleh baik dari data primer maupun data sekunder selanjutnya diolah dengan bantuan beberapa aplikasi untuk mempermudah pengolahan data. Adapun pengolahan dan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Menghitung debit limpasan

Sebelum melakukan perencanaan *sump* perlu dilakukan perhitungan data curah hujan. Untuk menghitung data curah hujan diperlukan data minimal 10 tahun. Perhitungan data curah hujan bertujuan untuk mendapatkan debit rencana dan *intensitas* curah hujan. Data curah hujan 10 tahun kemudian diolah untuk mencari data harian curah hujan maksimum. Setelah mengetahui curah hujan maksimum kemudian dilakukan pemilihan metode pengolahan data untuk mencari curah hujan rata-rata, *standart deviasi*, nilai *reduksi variat*.

Hasil pengolahan data ini memberikan gambaran *intensitas* curah hujan harian maksimum. Setelah mengetahui *intensitas* curah hujan dilakukan perhitungan volume *sump* berdasarkan *intensitas* curah hujan dan *catchmant area*.

b) Menghitung kapasitas serta daya pompa

Kapasitas *sump* merupakan acuan untuk menentukan total air yang harus dikeluarkan dari lokasi penambangan. Dalam proses pengeluaran air dari lokasi penambangan dilakukan dengan menjumlahkan debit total air yang masuk ditambahkan dengan volume target pengeringan, maka dapat menghitung volume total air yang harus di pompa. Berdasarkan data tersebut, dapat menentukan jumlah pompa yang dibutuhkan pada *sump* berdasarkan kapasitas pompa yang tersedia dan target waktu pemompaan.

Untuk mencapai target pemompaan yang di inginkan perlu dilakukan perhitungan data *head* total pompa. Dari data *head* total pompa kemudian dapat dilihat *efisiensi* performa pemompaan yang dilakukan terhadap kapasitas pemompaan.

c) Pembahasan

Melakukan analisa terhadap data-data hasil penelitian sehingga didapatkan solusi guna penyelesaian masalah.

d) Penarikan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengamatan, perhitungan, dan analisis data di lapangan. Kemudian dihasilkan suatu rekomendasi yang bermanfaat bagi perusahaan. Serta saran-saran agar apa yang direkomendasikan bisa dilaksanakan oleh perusahaan.

e) Presentasi

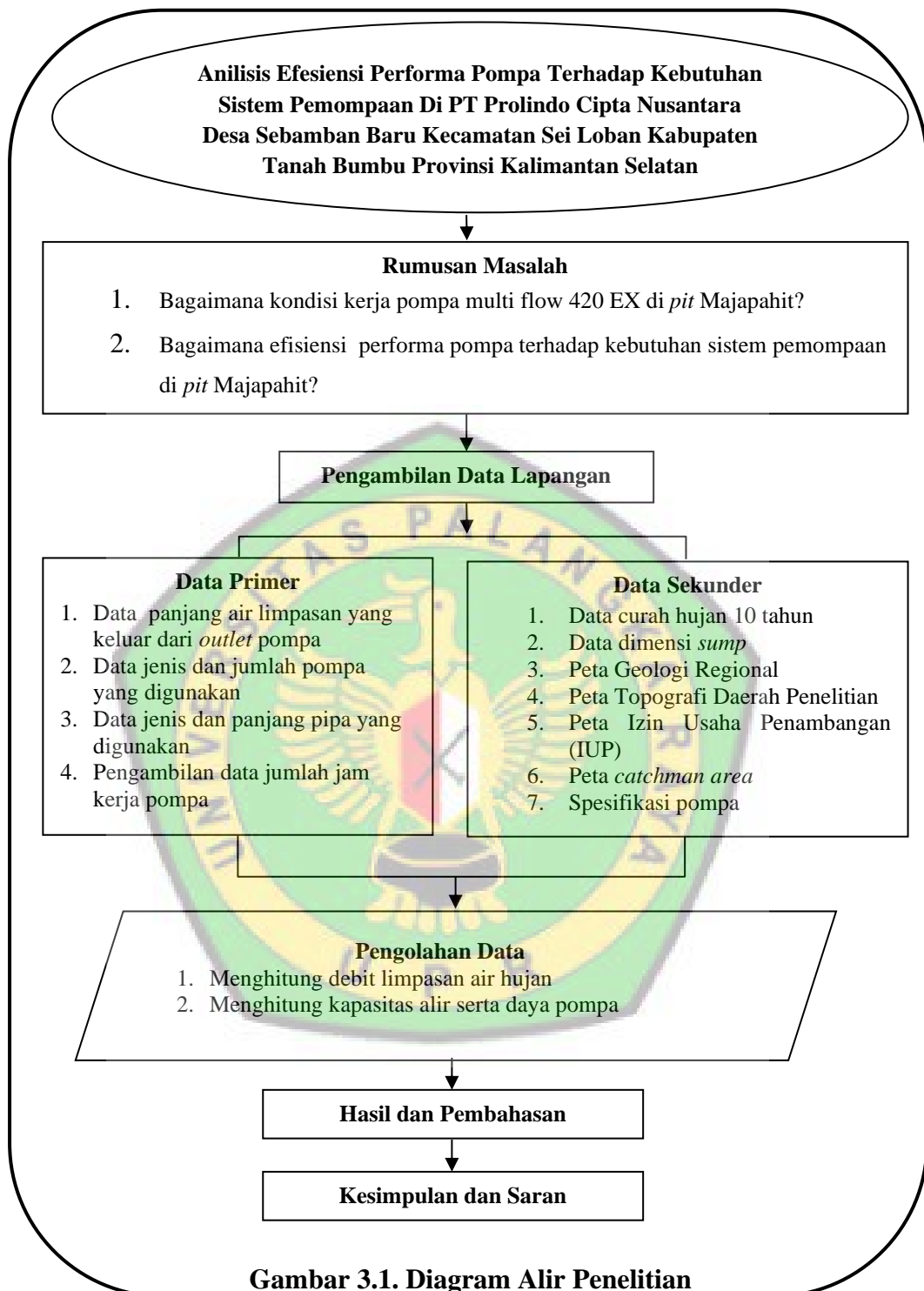
Melakukan presentasi terkait laporan yang telah dibuat, presentasi dilakukan di perusahaan dan di universitas.

3.4.2. Metode Penelitian

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode *Kuantitatif*, *Deskriptif Kualitatif* dan *Trial and Error*. Metode *kuantitatif* yaitu data yang dianalisis berupa angka-angka. Sedangkan metode *Deskriptif Kualitatif* yaitu menganalisis data-data yang ada dengan menggunakan deskripsi kata-kata dan juga gambar.

3.5. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Skripsi

Sistematika penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut. Dimana penelitian ini di dasari oleh latar belakang yang telah disusun dan dilanjutkan dengan perumusan masalah pengelompokan data pengolahan data hingga penarikan kesimpulan. (Dapat dilihat pada gambar 3.1)



3.6. Waktu Penelitian

Penelitian Skripsi ini dilakukan selama \pm 2 bulan, mencakup keseluruhan kegiatan pengambilan dan pengolahan data, yaitu pada 17 februari 2019 sd 06 maret 2019. Adapun rincian kegiatan pelaksanaan Penelitian Skripsi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2. Waktu Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Februari 2019				Maret 2019				April 2019				Mei 2019				Juni 2019				Juli 2019				Agustus 2019				September 2019				Oktober 2019			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Konsultasi Judul Skripsi	■																																			
2.	Penelitian di Lapangan	■	■	■	■																																
3.	Pengambilan Data	■	■	■	■																																
4.	Pengolahan Data																																				
5.	Pembuatan Laporan																																				
6.	Konsultasi Proposal Skripsi																					■	■	■	■												
7.	Seminar Proposal Skripsi																																				
8.	Konsultasi Hasil Skripsi																																				
9.	Seminar Hasil Skripsi																																				
10.	Sidang Skripsi																																				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

4.1.1 Kondisi Kerja Pompa Multiflow 420 Ex Di *Pit* Majapahit

4.1.1.1 Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan yang digunakan pada *pit* majapahit adalah *single stage* menggunakan pompa multiflow 420ex dimana pompa ini digunakan 21 jam/hari. Pompa multiflow 420ex memiliki pipa hisap berdiameter 12 inchi dengan panjang 6 m, kemudian air yang keluar dari pompa menggunakan pipa tekan *HDPE* diameter 8 inchi dengan panjang pipa 921 m.



Gambar 4.1 Situasi *Sump* Majapahit

Air yang tertampung pada *Sump* di majapahit ini kemudian dialirkan ke *Void* dengan bantuan pompa multiflow 420 ex. *Void* merupakan kolam penampungan air sementara sebelum dialirkan ke *sattling pound*.



Gambar 4.2 Situasi Void

4.1.1.2 *Catchment Area*

Berdasarkan situasi topografi PT. Prolindo Cipta Nusantara memiliki luas *Catchment area* seluas 36,4956 Ha atau 0,3649 km² (Lampiran H) *Catchment area* merupakan luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran pada penentuan luasan *Catchment area* ini sangat penting karena akan mempengaruhi jumlah air yang masuk ke dalam *pit* penambangan karena akan menentukan besar kecilnya debit air limpasan. Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi kemajuan tambang bulan februari 2019.

4.1.1.3 *Curah Hujan Rencana Dan Intensitas Curah Hujan*

Curah hujan berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini mulai dari 2008 sampai dengan 2017 dapat dilihat pada lampiran (D). Parameter yang

digunakan dalam perhitungan analisis *frekuensi* meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (Sd), Koefisien variasi (Cv), Koefisien kemiringan (Cs) dan Koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan sebagai berikut :

❖ Nilai rata-rata curah hujan maksimum

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{5121,76}{10} = 512,176 \text{ mm/hari}$$

❖ Standart deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{Xi - \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{101743,8928}{9}} = 106,324395$$

❖ Koefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} = \frac{106,324395}{512,176} = 0,207593474$$

❖ Koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2) \cdot Sd^3}$$

$$Cs = \frac{(10) \cdot (2007619,489)}{(10 - 1) \cdot (10 - 2) \cdot 106,324395} = 0,231979787$$

❖ Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{Sd^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{10} \cdot 1756166161}{127800243,6} = 1,374149306$$

Analisis *frekuensi* atas data hidrologi menuntut syarat tertentu untuk data yang bersangkutan, yaitu harus seragam dan mewakili. Metode analisis *frekuensi* yang

digunakan dalam perhitungan periode ulang hujan dapat dilihat pada lampiran (C).

Berdasarkan perhitungan parameter *statistika*, jenis distribusi yang cocok dengan sebaran data curah hujan harian maksimum di wilayah penelitian adalah distribusi Gumbel Tipe I. Berikut tabel yang akan menunjukkan syarat serta pemilihan jenis sebaran berdasarkan parameter distribusi *statistik*.

Tabel 4.1 Tabel Pemilihan Sebaran

Jenis Sebaran	syarat	HASIL	KETERNGAN
NORMAL	CS = 0	0,23198	TIDAK MEMENUHI
	CK = 3	1,374149	TIDAK MEMENUHI
GUMBEL TIPE I	CS ≤ 1,1396	0,23198	MEMENUHI
	CK ≤ 5,4002	1,374149	MEMENUHI
LOG PERSON TIPE III	CS ≠ 0	-0,00093	TIDAK MEMENUHI
LOG NORMAL	CS = 3CV + CV ² =3	0,101853	TIDAK MEMENUHI
	CK = 5,383	2,740439	TIDAK MEMENUHI

Berdasarkan perhitungan data curah hujan rencana dan dari rata-rata jam hujan yang didapatkan (lampiran C) maka dapat dihitung *Intensitas* curah hujan. Untuk menghitung *Intensitas* curah hujan dengan periode ulang menggunakan rumus *Dr. Mononobe* dengan rumus sebagai berikut;

- Periode Ulang 5 Tahun

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{668,5}{24} \left[\frac{24}{8,059} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 57,6521 \text{ mm/jam}$$

4.1.1.4 Debit limpasan

Ada dua debit air yang berpotensi masuk kedalam *pit* majapahit yaitu yang pertama debit air limpasan dan yang kedua debit air tanah berdasarkan perhitungan distribusi curah hujan metode gumbel maka diketahui curah hujan maximum dalam periode 2,5,10 tahun sehingga dapat dicari *Intensitas* curah hujan yang dimana *Intensitas* curah hujan akan menentukan jumlah debit air limpasan, sedangkan air tanah merupakan air hasil dari *infiltrasi* air permukaan yang kemudian masuk ke dalam *pit* penambangan. Adapun perhitungan debit air limpasan dan air tanah yaitu sebagai berikut :

- Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan yang masuk ke dalam *Sump* utama disesuaikan dengan luasan *Catchment area* yang telah di tentukan dengan total luas 36,12 Ha .

Dimana perhitungan debit air limpasan menggunakan rumus *rasional* :

$$Q_{\text{limpasan}} = 0,0278 \times C \times A \times I$$

$$= 0,0278 \times 0,9 \times 57,65 \times 0,36$$

$$Q_{\text{limpasan}} = 15,272,46 \text{ m}^3/\text{Hari}$$

- Debit air tanah

Berdasarkan data dari PT. Prolindo Cipta Nusantara air tanah yang mengalir pada *Sump* di *pit* majapahit yaitu 3.61 m³/hari

- Debit Air Hujan

Dalam perhitungan debit air hujan di sesuaikan dengan luasan dari rancangan *Sump* utama, yang dimana luas *Sump* adalah 5100 m². Dan dengan *Intensitas* curah hujan maximum dengan periode ulang 5 tahun.

Diketahui :

$$Q_{\text{Debit Air Hujan}} = 0,0278 \times I \times A$$

$$Q_{\text{Debit Air Hujan}} = 0,0278 \times 57,65 \times 0,0051$$

$$Q_{\text{Debit Air Hujan}} = 213,415 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- *Evapotranspirasi*

Besarnya nilai dari *Evapotranspirasi* didapat dihitung dengan rumus *turc*, berikut;

$$P = 512,176$$

$$T = 28$$

$$L(T) = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3$$

$$= 300 + 25(35) + 0.05(35)^3$$

$$= 2400$$

Sehingga

$$ET = \frac{P}{\left[0.9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0.5}}$$

$$ET = \frac{512,176}{\left[0.9 + \left(\frac{512,176}{2400}\right)^2\right]^{0.5}}$$

$$ET = 539,854 \text{ mm/tahun}$$

$$ET = 6,248 * 10^{-5} \text{ mm/jam}$$

$$ET\% = \frac{E}{I} * 100\%$$

$$ET\% = \frac{6,248}{5,39} * 100\% = 0.001\%$$

Dari daerah tangkapan curah hujan sebesar 36,4956 Ha yang memungkinkan terjadinya *Evapotranspirasi* sebesar 1,04 m³/hari. Berdasarkan Perhitungan debit air limpasan , debit air tanah dan debit air hujan diatas maka diketahui total volume yang masuk ke dalam *Sump* utama adalah :

$$Q_{Total} = Q \text{ Air Limpasan} + Q \text{ Debit Air Tanah} + Q \text{ debit Air}$$

$$\text{Hujan} - Q \text{ Evapotranspirasi}$$

$$Q_{Total} = 14.271,18 + 3,61 + 219,011 - 1,04$$

$$Q_{Total} = 15.490,563 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.1.1.5 Dimensi *Sump*

Dimensi *Sump* pada *pit* majapahit berbentuk trapesium dengan sudut kemiringan 60⁰ dengan kedalaman 6 m. Dengan luasan total *Sump* di *pit* majapahit 5.100 m² dengan panjang *Sump* 85 m dan lebar *Sump* 60 m. *Sump* majahit mampu menampung air sebanyak 29.352,92 m³.

Adapun ukuran dimensi *Sump* pada *pit* majapahit ini dapat dilihat pada tabel 4.5 berdasarkan hasil perhitungan ukuran dimensi *Sump* di PT.Prolindo Cipta Nusantara, dapat dilihat pada lampiran (F)

Tabel 4.2 Ukuran dimensi *Sump* PT.Prolindo Cipta Nusantara

Keterangan	Ukuran
Kedalaman (t)	6,00
Panjang Sisi <i>Sump</i> (a)	6,93
Lebar Bench Dasar <i>Sump</i> (e)	3,46
Panjang Permukaan <i>Sump</i> (B)	85,00
Panjang Dasar <i>Sump</i> (b)	78,07
Lebar <i>Sump</i> (L)	60,00
Lebar dasar <i>Sump</i> (l)	53,07
Luas <i>Sump</i>	5100,00
Volume <i>Sump</i>	29.352,92

Berdasarkan dimensi *Sump* pada *pit* majapahit diketahui total volume yang dapat di tampung *Sump* yaitu sebesar 29.352,92 m³. *Sump* di *pit* majapahit menampung volume air yang masuk selama 2 hari berturut-turut tanpa pemompaan.

4.1.2 Efisiensi Performa Pompa Multiflow 420 Ex

4.1.2.1 Analisis Air Yang Masuk Ke *Sump*

Sump majapahit mampu menampung debit air yang masuk 23.482,92 m³/2hari dari 80% volume total *Sump* , sehingga debit yang perhari sebesar 11.741 m³/hari. Berdasarkan debit air yang masuk perhari ke *Sump* majapahit maka volume air sisa yang harus dikeluarkan dari *Sump* perhari dengan perhitungan sebagai berikut;

- Volume air sisa 1 hari

Diketahui;

$$V. \text{ Sump} = 29.352,92$$

$$\text{Water Sump level} = (V. \text{ Sump}) \times 80\%$$

$$= 29.352,92 \times 80\%$$

$$= 23.482,34 \text{ m}^3/2\text{hari}$$

$$= 11.741,17 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$V. \text{ Air sisa H-1} = \text{Debit total curah hujan} - \text{Water Sump level}$$

$$= 15.490,56 - 11.741$$

$$= 3.749,39 \text{ m}^3$$

- Volume air sisa 2 hari

$$\text{V. Air Masuk} = (\text{Debit Total Curah Hujan} + \text{V. Air Sisa H-1})$$

$$= 15.490,56 + 3.749,39$$

$$= 19.239,96 \text{ m}^3$$

Sehingga;

$$\text{Water Sump level} = (\text{V. Air Masuk}) \times 80\%$$

$$= 19.239,96 \times 80\%$$

$$= 15.391,97 \text{ m}^3$$

$$\text{V. Air Sisa H-1} = \text{V. Air Masuk} - \text{Water Sump level}$$

$$= 19.239,96 - 15.391,97$$

$$= 3.847,99 \text{ m}^3$$

Perhitungan debit air yang dikeluarkan dicari sampai mendapatkan nilai *stuck-non* dengan kata lain memiliki *value* yang hasil akhirnya akan sama. Berdasarkan perhitungan yang tertera pada lampiran F debit sisa didapat nilai *stuck-non* Debit air yang harus dikeluarkan dari *Sump* ini adalah 15.490,56 dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Simulasi Debit Air Yang Dikeluarkan

HARI	V SUMP	Debit Total Curah Hujan	Volume Air disump	Water Sump Level (80%)	V. Air Sisa
0,00	29352,92	15490,56	-	11741,17	-
1,00	29352,92	15490,56	-	11741,17	3749,39
2,00	29352,92	15490,56	19239,96	15391,97	3847,99
3,00	29352,92	15490,56	19338,56	15470,84	3867,71
4,00	29352,92	15490,56	19358,27	15486,62	3871,65
5,00	29352,92	15490,56	19362,22	15489,77	3872,44
6,00	29352,92	15490,56	19363,01	15490,41	3872,60
7,00	29352,92	15490,56	19363,17	15490,53	3872,63
8,00	29352,92	15490,56	19363,20	15490,56	3872,64
9,00	29352,92	15490,56	19363,20	15490,56	3872,64
10,00	29352,92	15490,56	19363,20	15490,56	3872,64

4.1.2.2 Analisis Head Pompa

Dalam perhitungan total debit pemompaan menggunakan metode discharge, dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 4.4 Tabel Pengukuran Debit Total Pompa Multiflow 420ex

x	y	D	r	g	Π	v	Q
0,85	0,3	0,2032	0,1016	9,8	3,14	3,435234	0,111346
1	0,3	0,2032	0,1016	9,8	3,14	4,041452	0,130995
1,25	0,3	0,2032	0,1016	9,8	3,14	5,051815	0,163744
1	0,3	0,2032	0,1016	9,8	3,14	4,041452	0,130995
0,95	0,3	0,2032	0,1016	9,8	3,14	3,839379	0,124445
total							0,132087

Berdasarkan nilai x dan y yang telah diperoleh dilapangan maka perhitungan debit *outlet* pada pompa multiflow 420ex adalah sebagai berikut;

$$V = \frac{x}{\sqrt{2y/g}}$$

$$V = \frac{0,85}{\sqrt{2 * 0,3/9,8}}$$

$$V = 3,4352 \text{ m/s}$$

Maka;

$$Q = (\pi) \times (r^2) \times (v)$$

$$= 3,14 \times (0,1016)^2 \times 3,4352$$

$$= 0,111346 \text{ m/s}$$

Untuk perhitungan debit *outlet* dapat dilihat pada lampiran G. Sehingga diperoleh rata-rata debit pemompaan multiflow 420ex adalah 0,13208 m/s atau 99985,743 m/hari.

Head julang adalah energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. *Head* total pompa ditentukan dari kondisi instalasi tayang akan

dilayani oleh pompa tersebut. Untuk mendapatkan *head* total pompa maka harus terlebih dahulu perlu menghitung *head*, *head lose*, dan *head velocity*.

1. *Head statis*

Head statis merupakan perbedaan tekanan antara posisi *inlet* pompa dengan outlet pompa, dimana dinyatakan sebagai berikut;

$$H_s = t_2 - t_1$$

maka;

$$H_s = 33 - (-25)$$

$$H_s = 58 \text{ m}$$

2. *Head kerugian pada katub*

Head kerugian pada katub dapat ditulis sebagai berikut;

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2g}$$

Dimana;

$$\begin{aligned} A \text{ (luas penampang pipa)} &= \frac{\pi}{4} * r^2 \\ &= \frac{3,14}{4} * 0,1524^2 \end{aligned}$$

$$= 0,008103$$

$$Q \text{ (debit pompa)} = 0,132087$$

$$V \text{ (kecepatan rata-rata)} = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,132087}{0,018232}$$

$$= 7,2446 \text{ m/s}$$

Maka;

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2g}$$

$$h_v = 1,97 \frac{7,2446^2}{2 * 9,8}$$

$$h_v = 5,2753 \text{ m}$$

3. Head kerugian

Dalam menghitung kerugian gesekan dalam pipa menggunakan rumus *hazen williams* ditulis sebagai berikut;

$$h_f = \left[\frac{10,684 * Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}} \right] * L$$

Maka;

$$h_f = \left[\frac{10,684 * Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}} \right] * L$$

$$h_f = \left[\frac{10,684 * 0,1320^{1,85}}{140^{1,85} 0,2032^{4,87}} \right] * 921$$

$$h_f = 58,4327 \text{ m}$$

Dalam menghitung kerugian belokan pada pipa menggunakan rumus sebagai berikut;

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

Dimana

$$f = 1,978$$

$$v = 16,3005$$

Maka;

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 1,978 \frac{16,3005^2}{2 * 9,8}$$

$$h_f = 26,8147$$

4. Head kecepatan keluar

Untuk menghitung *head* kecepatan keluar yaitu;

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

Jadi;

$$Hv = \frac{16,3005^2}{2 * 9.8}$$

$$Hv = 13,5564$$

Bedasarkan perhitungan diatas dapat dicari *head* kerugian total dengan menggunakan rumus;

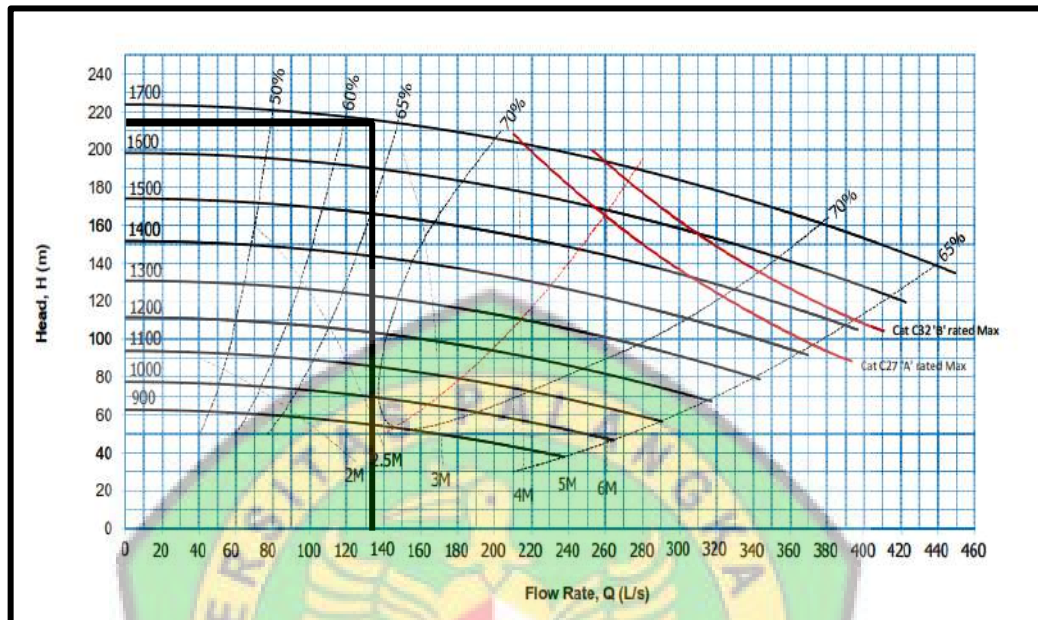
$$H = h_s + h_t + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 58 + 51,4478 + 5,2753 + 58,4327 + 13,556$$

$$H = 215,708 \text{ m}$$

Dimana diketahui bahwa debit yang dihasilkan pompa multiflow 420ex ini sebesar 0,132 m³/s, sedangkan total head atau energi yang dibutuhkan pompa sebesar 215,708 m. Maka dapat disimpulkan bahwa *efisiensi* pompa multiflow

420ex sebesar 64% berdasarkan handbook pompa multiflow 420ex, seperti yang tertera pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 kurva *efisiensi* pompa

Bedasarkan *efisiensi* pompa kemudian dilakukan perhitungan daya pompa dengan rumus;

$$P = \frac{P_w}{\eta_P}$$

maka;

$$P = \frac{P_w}{\eta_P}$$

$$P = \frac{4019,938}{64}$$

$$P = 62,8115 \text{ kW}$$

4.1.2.3 Analisis Waktu Pengeringan *Sump*

Berdasarkan perhitungan debit *outlet* pompa diketahui pompa mampu mengeluarkan air dari *Sump* 475,511 m³/jam dengan jam kerja 21 jam/hari. Sehingga simulasi pengeringan air di *Sump* majapahit dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Simulasi pemompaan Di *Sump* Majapahit Dengan 1 Unit Pompa

Hari	Debit Pemompaan	Waktu Pengeringan	Volume air sisa
1	475,5115844	21	1755,43
2	475,5115844	21	5406,22
3	475,5115844	21	5485,10
4	475,5115844	21	5500,88
5	475,5115844	21	5504,03
6	475,5115844	21	5504,66
7	475,5115844	21	5504,79
8	475,5115844	21	5504,81

(Untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran G)

Tabel 4.5 Menunjukkan bahwa dengan menggunakan 1 unit pompa tidak mampu menangani air yang masuk ke *Sump* majapahit dengan baik, dikarenakan pompa sudah bekerja secara maksimum. Sehingga jumlah pompa yang dibutuhkan untuk menangani air yang masuk ke *Sump* majapahit, dapat dihitung sebagai berikut;

$$\text{Jumlah pompa} = \frac{Q_{total}}{Q_{pompa} * t_{pompa}}$$

$$= \frac{19.363,20}{9985 * 21}$$

$$= 1,9 \sim 2 \text{ pompa}$$

Dengan adanya penambahan unit pompa dengan nilai head dan debit yang sama.

Maka simulasi pengeringan air di *Sump* majapahit dapat dilihat pada tabel 4.6,

dan didapat waktu pengeringan rata-rata 17 jam/hari dengan debit pompa menjadi 951,023 m³/jam

Tabel 4.6 Simulasi pemompaan Di *Sump* Majapahit Dengan 1 Unit Pompa

Hari	Debit Pemompaan	Waktu Pengeringan	Volume air sisa
1	951,0231688	13	-8230,32
2	951,0231688	17	-4579,52
3	951,0231688	17	-4500,64
4	951,0231688	17	-4484,87
5	951,0231688	17	-4481,71
6	951,0231688	17	-4481,08
7	951,0231688	17	-4480,95
8	951,0231688	17	-4480,93

(Untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran G)

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Kondisi Kerja Pompa Multi Flow 420 Ex Di *Pit* Majapahit

4.2.1.1 Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan yang digunakan pada *pit* majapahit adalah *single stage* menggunakan pompa multiflow 420ex dimana pompa ini digunakan 21 jam/hari. Pompa multiflow 420ex memiliki pipa hisap berdiameter 12 inchi dengan panjang 6 m, kemudian air yang keluar dari pompa menggunakan pipa tekan *HDPE* diameter 8 inchi dengan panjang pipa 921 m.

Air yang tertampung pada *Sump* di majapahit ini kemudian dialirkan ke *Void* dengan bantuan pompa multiflow 420 ex. *Void* merupakan kolam penampungan air sementara sebelum dialirkan ke *sattling pound*.

4.2.1.2 *Catchment Area*

Catchment area merupakan luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran pada penentuan luasan *Catchment area* ini sangat penting karena akan mempengaruhi jumlah air yang masuk ke dalam *pit* penambangan karena akan menentukan besar kecilnya debit air limpasan. Berdasarkan situasi topografi PT. Prolindo Cipta Nusantara memiliki luas *Catchment area* seluas 36,4956 Ha atau 0,3649 km² (Lampiran C). Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi kemajuan tambang bulan februari 2019 daerah penelitian dengan menggunakan software *Autocad* 2010.

4.2.1.3 Curah Hujan Rencana Dan *Intensitas* Curah Hujan

Curah hujan berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini mulai dari 2008 sampai dengan 2017 dapat dilihat pada lampiran (D). Berdasarkan hasil perhitungan maka didapat parameter nilai rata-rata (\bar{X}) sebesar 512,176 mm/hari, standar *deviasi* (σ) sebesar 106,324, *Koefisien variasi* (C_v) sebesar 0,207, *Koefisien kemiringan* (C_s) sebesar 0,231 dan *Koefisien kurtosis* (C_k) sebesar 1,374.

Berdasarkan perhitungan parameter *statistika*, jenis distribusi yang cocok dengan sebaran data curah hujan harian maksimum di wilayah penelitian adalah distribusi Gumbel Tipe I. Dimana nilai $C_s \leq 1,1396$ dan $C_k \leq 5,4002$ sebagai acuan untuk pemilihan jenis sebaran yang digunakan, sehingga nilai C_s sebesar 0,231 dan nilai C_k 1,374 memenuhi untuk pemilihan jenis sebaran yang telah ditentukan.

Lamanya hujan sangat berpengaruh terhadap terhadap debit limpasan yang akan didapat. Rata-rata jam hujan yang terjadi mulai dari tahun 2008 s/d 2017 sebesar 8,059 jam/ hari. Pemilihan periode ulang hujan yang digunakan yaitu selama 5 tahun dikarenakan *Sump* ini dianggap akan digunakan selama 5 tahun kedepan. Periode ulang hujan selama 5 tahun didapat nilai *Intensitas* curah hujan sebesar 57,6521 mm/jam. Untuk menghitung intensitas curah hujan ini menggunakan rumus *DR. Mononobe*.

4.2.1.4 Debit limpasan

Ada dua debit air yang berpotensi masuk kedalam *pit* majapahit yaitu yang pertama debit air limpasan dan yang kedua debit air tanah. debit limpasan yang masuk ke dalam *Sump* utama disesuaikan dengan luasan *Catchment area* yang telah di tentukan dengan total luas 36,12 Ha . perhitungan untuk menghitung debit limpasan menggunakan rumus *rasional*, maka didapat nilai debit limpasan sebesar 15,272,46 m³/Hari.

Berdasarkan data dari PT. Prolindo Cipta Nusantara air tanah yang mengalir pada *Sump* di *pit* majapahit yaitu 3.61 m³/hari. Sedangkan debit air limpasan yang langsung masuk *Sump* di sesuaikan dengan luasan dari rancangan *Sump* utama, yang dimana luas *Sump* adalah 5100 m², sehingga nilai debit air hujan yang langsung masuk ke *Sump* sebesar 213,415 m³/hari.

Sedangkan Besarnya nilai dari *Evapotranspirasi* didapat dihitung dengan rumus *turc*. Dimana *Evapotranspirasi* ini merupakan proses penguapan yang terjadi di suatu daerah dengan suhu kelembapan tertentu, di daerah angkana sendiri

memiliki rata-rata suhu 28°C . Dari daerah tangkapan curah hujan sebesar 36,4956 Ha yang memungkinkan terjadinya *Evapotranspirasi* sebesar $1,04 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sehingga debit limpasan yang masuk secara keseluruhan yang memungkinkan masuk ke *Sump* sebanyak $15.490,563 \text{ m}^3/\text{hari}$

4.2.1.5 Dimensi Sump

Dimensi *Sump* pada *pit* majapahit berbentuk trapesium dengan sudut kemiringan 60° dengan kedalaman 6 m. Dengan luasan total *Sump* di *pit* majapahit 5.100 m^2 dengan panjang *Sump* 85 m dan lebar *Sump* 60 m. *Sump* majapahit mampu menampung air sebanyak $29.352,92 \text{ m}^3$. *Sump* di *pit* majapahit menampung volume air yang masuk selama 2 hari berturut-turut tanpa pemompaan.

4.2.2 Efisiensi performa pompa multi flow 420 ex

4.2.2.1 Analisis Air Yang Masuk Ke Sump

Sump majapahit mampu menampung debit air yang masuk $23.482,92 \text{ m}^3/2\text{hari}$ dari 80% volume total *Sump*, sehingga debit yang perhari sebesar $11.741 \text{ m}^3/\text{hari}$. Berdasarkan debit air yang masuk perhari ke *Sump* majapahit maka volume air sisa yang harus dikeluarkan dari *Sump* sampai hari kedelapan masih memiliki sisa $3872,64 \text{ m}^3$. Apabila diasumsikan pada hari kedelapan *Sump* tidak melakukan pemompaan maka *Sump* akan mengalami banjir pada hari kesembilan.

4.2.2.2 Analisis Head Pompa

Dalam perhitungan total debit pemompaan menggunakan metode discharge. Sampel yang diambil sebanyak 8 kali pengambilan didapat hasil $0.13 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sehingga debit yang dikeluarkan pompa sebanyak $99985,743 \text{ m}^3/\text{hari}$

Head julang adalah energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. *Head* total pompa ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut. Berdasarkan situasi di lapangan diketahui posisi pompa pada sisi inlet berada pada elevasi -25 dan posisi pipa outlet berada pada elevasi 33 sehingga pompa ini harus melakukan pemindahan fluida sebesar 58 m. Berdasarkan Jarak pemompaan 921 m maka kerugian yang dimiliki pompa sebesar 58,432 m, dan kerugian gesekan dalam pipa sebesar 51,4478 m. Kecepatan keluar 186,712 sehingga head total pompa yaitu sebesar 186,712

Untuk mengetahui *efisiensi* pompa maka dilakukan penarikan pada kurva handbook multiflow 420ex. berdasarkan nilai Head total pompa dan debit yang dihasilkan pompa maka didapat *efisiensi* pompa sebesar 64%. *Efisiensi* pompa sebesar 64% ini berada pada rpm 1700 rpm dan tenaga yang harus dikeluarkan mesin komatsu untuk memutar *impeler* sebesar 62,815 kw. Atas dasar tersebut bisa disimpulkan bahwa pompa multiflow 420 ex ini sudah bekerja secara maksimum dan tentu saja tidak mampu membantu proses pengeringan dengan baik.

4.2.2.3 Analisis Waktu Pengeringan Sump

Perencanaan pengeringan *Sump* dilakukan dengan beberapa parameter, mulai dari debit total air yang masuk ke dalam *Sump* yaitu 19.363,20 m³/hari. Diketahui pompa mampu mengeluarkan air 475,511 m³/hari dengan jam kerja 21 jam/hari. Dengan menggunakan 1 unit pompa air yang sudah masuk ke dalam *Sump* majapahit tidak mampu mengani air dengan baik. Berdasarkan hasil dari simulasi

pemompaan di *Sump* majapahit masih memiliki air sisa 5504,81 m³, yang dimana apabila pada hari berikutnya terjadi hujan maka *Sump* tidak mampu untuk menampung air limpasan yang mengalir ke arah *Sump* majapahit yang mengakibatkan air akan menggenangi front penambangan.

Dengan menggunakan 1 unit pompa proses mine dewatering yang ada di *Sump* majapahit tidak mampu mengani air dengan baik. maka perlu dilakukan penambahan unit pompa dikarenakan pompa sudah bekerja secara maksimum. Penambahan unit pompa ini dilakukan berdasarkan total debit limpasan dengan debit pemompaan. Debit pemompaan ini didapat berdasarkan perhitungan yang dilakukan berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, sehingga untuk nilai head dan debit pemompaan di asumsikan sama. Hasil dari perhitungan didapat jumlah pompa yang dibutuhkan untuk menangani air di *Sump* majapahit sebanyak 2 unit. Dengan adanya penambahan pompa dengan spesifikasi yang sama maka waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan air di *Sump* rata-rata 17 jam/hari dengan debit pemompaan menjadi 951,023 m³/jam. Berdasarkan perhitungan hasil simulasi pemompaan dapat disimpulkan bahwa air limpasan yang masuk ke *Sump* mampu ditangani dengan baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Debit limpasan yang masuk secara keseluruhan yang memungkinkan masuk ke sump sebanyak 15.490,563 m³/hari. Dimensi *Sump* pada *pit* majapahit berbentuk trapesium dengan sudut kemiringan 60⁰ dengan kedalaman 6 m. Dengan luasan total *Sump* di *pit* majapahit 5.100 m³ dengan panjang *Sump* 85 m dan lebar *Sump* 60 m. *Sump* majahit mampu menampung air sebanyak 29.352,92 m³. *Sump* di *pit* majapahit menampung volume air yang masuk selama 2 hari berturut-turut tanpa pemompaan.
2. Debit yang dihasilkan pompa multiflow 420ex ini sebesar 0,132 m³/s, sedangkan total head atau energi yang dibutuhkan pompa sebesar 215,708 m, sehingga didapat efisiensi pompa sebesar 64%. Efisiensi pompa sebesar 64% ini berada pada rpm 1600 dan tenaga yang harus dikeluarkan mesin komatsu untuk memutar impeler sebesar 62,815 kw, tidak mampu untuk mengeringkan air yang masuk ke dalam sump sebanyak 19363,20 m³/hari. Oleh karena itu menurut analisis dan perhitungan, perlu dilakukan penambahan 1 unit pompa dengan spesifikasi yang sama. Dengan menggunakan 2 unit pompa maka target pengeringan yang dibutuhkan perusahaan tercapai, sehingga air yang masuk kedalam sump mampu ditangani dengan baik.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukannya penambahan jumlah pompa sebanyak 1 unit pompa multiflow 420 ex, sehingga pompa yang digunakan di *pit* majapahit menjadi 2 unit pompa multiflow 420 ex
2. Melakukan peningkatan perawatan terhadap pompa, dan pemeriksaan rutin pada pipa dan sambungan pipa agar tidak ada kebocoran.



DAFTAR PUSTAKA

- Arafah H. K. 2006. (Skripsi) “*Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Batubara Untuk Periode 2005-2006 Di Pit West Site Lati PT. Berau Coal Kalimantan Timur*”. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Cassidy, S., 1973, *Elements of Practical Coal Mining*, Society of Mining Engineers, New York, p. 174-176,
- CD Soemarto, Ir.,B.I.E. 1986. *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta
- Guatama,Rudy Sayoga. 2019. *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: ITB Press.
- Hartono, 2008, *Statistik Untuk Penelitian*, Tampan Pekanbaru Riau
- Hermawan, Eko. 2014. *Perencanaan Drainase Tambang Terbuka Pit South Pinang PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur Periode Tambang 2014-2017*. Universitas Brawijaya
- Junisa, david. 2014. (Skripsi) *Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Garuk Pt Danau Mashitam Bengkulu Tengah*. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
- Riswan. 2012. (Skripsi) “*Analisis Kebutuhan Pompa Pada Sistem Penyaliran Tambangterbuka Dengan Persamaan Material Balance*” Vol 9 No.1. Program Studi Ilmiah Fisika. Fakultas Matematika Dan Ipa, Universitas Lambung Mangkurat.
- Suwandi, Awang. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung
- Suyono, S. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*.Jakarta. Pradnya Paramita.
- Tahara, sularso haruo. 2000. *Pompa Dan Kompresor Pemilihan Dan Pemakaian Dan Pemeliharaan*. Jakarta : PT. Pratnya paramita.