

**KAJIAN TEKNIS MANAJEMEN PENIMBUNAN BATUBARA
PADA AREA *STOCKPILE* DI PT. MUTIARA FORTUNA
RAYA KECAMATAN SUNGAI GELAM, KABUPATEN
MUARO JAMBI, PROVINSI JAMBI**

S K R I P S I



YOGIE ALFRANSISCO

F1D116025

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

**KAJIAN TEKNIS MANAJEMEN PENIMBUNAN BATUBARA
PADA AREA *STOCKPILE* DI PT. MUTIARA FORTUNA
RAYA KECAMATAN SUNGAI GELAM, KABUPATEN
MUARO JAMBI, PROVINSI JAMBI**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program
Studi Teknik Pertambangan



YOGIE ALFRANSISCO

F1D116025

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 01 Februari 2023

Yang menyatakan

Yogie Alfransisco

NIM. F1D116025

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **KAJIAN TEKNIS MANAJEMEN PENIMBUNAN BATUBARA PADA AREA STOCKPILE DI PT. MUTIARA FORTUNA RAYA KECAMATAN SUNGAI GELAM, KABUPATEN MUARO JAMBI, PROVINSI JAMBI** yang disusun oleh **YOGIE ALFRANSISCO, NIM : F1D116025** dan telah dipertahankan di depan tim penguji pada 01 Februari 2023 dinyatakan lulus.

Susunan tim penguji :

Ketua : Wahyudi Zahar, S.T., M.T
Sekretaris : Yosa Megasukma, S.T., M.T
Anggota : Muhammad Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng.Sc
Jarot Wiratama, S.T., M.T
Ir. Aditya Denny Prabawa, S.T., M.T

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Wahyudi Zahar, S.T.,M.T
NIP. 199008032018031001

Yosa Megasukma, S.T.,M.T
NIP.199003082019032020

Diketahui:

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Ketua Jurusan
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Drs. Jefri Marzal, M.Sc.D.I.T
NIP. 196806021993031004

Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T
NIP. 197907062008122002`

SUMMARY

PT Mutiara Fortuna Raya is a mining company engaged in coal mining. At every coal mining company there is a coal storage area (stockpile) which functions as a temporary storage between shipments, technically the activities in the stockpile area are to maintain the quality and quantity of coal. The conditions for the place of accumulation include, among other things, that it may not be placed in an area containing mineral or coal reserves, that the topsoil must be stripped first, that it has adequate carrying capacity and the equipment used, does not have stagnant water, and has a drainage system capable of draining it. As well as when coal stacking applies the First In First Out (FIFO) system, a distance between piles must be provided and must not exceed the maximum capacity of the stacking area. The purpose of this research is first to know the actual technical conditions, to analyze technical patterns and systems in the stockpile area, and to recommend FIFO patterns and systems in the stockpile area. The methods used in this research are qualitative and quantitative. Based on the results of actual stockpile conditions, stockpile management has not been carried out optimally and does not have an SOP for stockpile management implementation, from measurements in the field there is a stockpile height of 6 m with angles of repose varying from 20o-80o. Actually, there are several problems that occur in the stockpile area. There is no stockpile design, the heap floor in the stockpile is not considered which results in a basin creating a pool of water in the stockpile and the occurrence of problems with the drainage channels not functioning properly. a stockpile system that is in accordance with stockpile management based on KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 results in the release of coal that is not in line with the results of coal getting so that coal is buried for too long in the stockpile area. As for efforts to handle improvements to the management system at PT Mutiara Fortuna Raya by recommending the implementation of the FIFO system where the coal where the coal entered earlier must be removed first, improvements to the stockpiling system need to be carried out to avoid and minimize the potential effects that can occur in coal stockpiling that is too long .

Keywords : Coal, Stockpile, FIFO

RINGKASAN

Perusahaan PT Mutiara Fortuna Raya merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang bergerak dibidang penambangan batubara. Pada setiap perusahaan pertambangan batubara terdapat area penampungan batubara (*stockpile*) yang berfungsi sebagai penumpukan sementara antara pengiriman, secara teknis kegiatan di area *stockpile* yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas batubara. Syarat tempat penumpukan antara lain, tidak boleh ditempatkan di daerah yang mengandung cadangan mineral atau batubara, tanah lapisan atas harus dikupas terlebih dahulu, memiliki daya dukung yang cukup memadai dan peralatan yang digunakan, tidak memiliki genangan air, dan memiliki sistem drainase yang mampu mengalirkannya. Serta pada saat penumpukan batubara menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO), harus di berikan jarak antara tumpukan dan tidak boleh melebihi kapasitas maksimum area penumpukan. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu pertama mengetahui kondisi teknis secara aktual, menganalisis teknis pola dan sistem pada area *stockpile*, serta merekomendasikan pola dan sistem FIFO pada area *stockpile*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil yang dilakukan kondisi aktual *stockpile* belum dilakukan manajemen *stockpile* dengan optimal dan tidak memiliki SOP pelaksanaan manajemen *stockpile*, dari pengukuran di lapangan terdapat tinggi *stockpile* 6 m dengan *angle of repose* bervariasi mulai dari 20°-80°. Secara aktual didapatkan beberapa kendala yang terjadi pada area *stockpile*. Tidak adanya rancangan *stockpile*, lantai timbunan pada *stockpile* tidak diperhatikan yang mengakibatkan terjadinya cekungan membuat genangan air pada *stockpile* dan terjadinya permasalahan terhadap saluran *drainase* tidak berfungsi dengan baik. sistem penimbunan yang sesuai dengan manajemen *stockpile* berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 mengakibatkan pengeluaran batubara tidak selaras dengan hasil *coal getting* sehingga batubara tertimbun terlalu lama pada area *stockpile*. Adapun upaya penanganan perbaikan sistem manajemen pada PT Mutiara Fortuna Raya dengan merekomendasikan penerapan sistem FIFO dimana batubara dimana batubara yang terdahulu masuk, harus dikeluarkan terlebih dahulu, perbaikan sistem penimbunan perlu dilakukan untuk menghindari dan meminimalkan terjadinya efek potensial yang dapat terjadi pada penimbunan batubara yang terlalu lama.

Kata Kunci : Batubara, *Stockpile*, FIFO

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Yogie Alfransisco, dilahirkan pada tanggal 26 Januari 1997, Provinsi Kerinci. Penulis merupakan putra dari pasangan suami istri Bapak Al Jufri dan Ibu Susanti. Alamat rumah penulis yaitu Jalan Patimura perumahan kembar lestari 2 block EE 33 Rt. 56, Kecamatan Alam Barajo, Kabupaten Kota Jambi Provinsi Jambi. Pada tahun 2009 penulis lulus dari SD Negeri 47 Kota Jambi, pada tahun 2012 lulus dari MTS Asas Islamiah, dan pada tahun 2015 lulus dari MAN Muhammadiyah Kota Jambi. Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri, tepatnya di Universitas Jambi (UNJA), khususnya di Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Pertambangan. Demikian riwayat hidup Penulis untuk diketahui.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Teknis Manajemen Penimbunan Batubara pada Area Stockpile di PT. Mutiara Fortuna Raya Kecamatan Sungai Gelam Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi” penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi program Sarjana di Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumian, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Penulis memahami tanpa bantuan, doa, dan bimbingan dari semua orang akan sangat sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi kepada :

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc.D.I.T. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T. Sekalu Ketua Jurusan Teknik Kebumian
3. Bapak Muhammad Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertambangan
4. Bapak Wahyudi Zahar S.T., M.T Selaku Pembimbing pertama yang telah membimbing selama penyusunan Skripsi ini.
5. Ibu Yosa Megasukma S.T., M.T selaku Pembimbing kedua yang telah membimbing dan mengarahkan selama penyusunan skripsi.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kebumian khususnya Teknik Pertambangan yang telah memberikan semangat serta ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua tahapan perkuliahan hingga penulisan skripsi ini
7. Bapak Ismail S.T dan Ahmad S.T selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing dilapangan dalam pengambilan data dan penyusunan laporan.
8. Seluruh karyawan PT Mutiara Fortuna Raya yang telah memberikan kesempatan, ilmu dan pengalaman yang tak ternilai.
9. Terutama kepada Orangtua saya yaitu Ayah saya Al Jufri dan Ibu saya Susanti yang telah memberikan semua dukungan baik materil dan doa dalam penyelesaian skripsi.
10. Kedua saudara kandung saya Dhea Alfebrianti dan Alikka Almayanti yang serta selalu memberikan dukungan dan *supportnya*.
11. Meisy Dwi Natasya, selaku *support system* yang sangat berpengaruh dalam segala hal.
12. Abang Khairul Fadli & Rahmat Hidayat yang telah serta ikut membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi.
13. Terimakasih kepada Batu 2016 yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
14. Dulur 05 (Transformers) atas segala doa dan dukungannya.
15. Adik-adik seluruh mahasiswa/I serta Himpunan Teknik Pertambangan Universitas Jambi
16. Serta semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu persatu semoga Allah membalas kebaikannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan bagi penulis demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca sebagai acuan dalam pembelajaran.

Jambi, 01 Febuari 2023
Penulis

Yogie Alfransisco

NIM. F1D116025

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SUMMARY	iii
RINGKASAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Tujuan Penelitian	2
1.6 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Keadaan Geologi Regional	4
2.2 Stockpile	5
2.3 Syarat Teknis Penimbunan	6
2.4 Metode Penimbunan Batubara	9
2.5 Desain <i>Stockpile</i>	11
2.6 Sudut Timbunan	11
2.7 Efek Potensial Penimbunan Batubara	12
2.8 Manajemen <i>Stockpile</i>	13
2.9 Faktor Faktor penting dalam sistem penyaliran tambang Limpasan (<i>Run Off</i>)	15
2.10 Saluran Terbuka	24
III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu	27
3.2 Lokasi dan Kesampain Daerah	27
3.3 Bahan dan Peralatan	28

3.4 Metode Penelitian	28
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.6 Bagan Alir Penelitian	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Kondisi Aktual <i>Stockpile</i> PT Mutiara Fortuna Raya	32
4.2. Lantai Dasar <i>Stockpile</i>	33
4.3. Akses Jalan disekeliling <i>Stockpile</i>	33
4.4. Saluran Drainase pada area <i>stockpile</i>	34
4.5. Sistem dan Pola Penimbunan	35
4.6. Alat Berat pada Area <i>Stockpile</i>	37
4.7. Penimbunan dan Pengiriman Batubara Sistem FIFO	38
4.8. Penerimaan dan Pengiriman Batubara	38
4.9. Rekomendasi Manajemen <i>Stockpile</i> di PT Mutiara Fortuna Raya Rekomendasi Sistem dan Pola Penimbunan	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN 1.....	47
LAMPIRAN 2.....	54
LAMPIRAN 3.....	55
LAMPIRAN 4.....	56
LAMPIRAN 5.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cekungan di Pulau Sumatera.....	4
Gambar 2. Arah Penumpukan Batubara.....	6
Gambar 3. Akses jalan di sekeliling tumpukan batubara	7
Gambar 4. Pola Penimbunan Cone Ply.....	9
Gambar 5. Pola Penimbunan Chevron	10
Gambar 6. Pola Penimbunan Chevcon	10
Gambar 7. Pola Penimbunan Window.....	10
Gambar 8. Volume kerucut terpancung.....	14
Gambar 9. Volume limas terpancung.....	14
Gambar 10. Bentuk Saluran Terbuka Trapesium.....	24
Gambar 11. Peta Kesampaian Daerah	28
Gambar 12. Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 13. Tumpukkan Batubara.....	32
Gambar 14. Lantai Dasar Stockpile	33
Gambar 15. Akses Jalan disekeliling Stockpile.....	34
Gambar 16. Drainase sekitar area stockpile.....	34
Gambar 17. Sistem dan Pola Penimbunan	35
Gambar 18. Wheel Loader	37
Gambar 19. Hauling.....	38
Gambar 20. Grafik Produksi.....	39
Gambar 21. Rekomendasi Lantai Stockpile.....	40
Gambar 22. Rekomendasi Saluran Terbuka.....	41
Gambar 23. Rekomendasi manajemen stockpile	41
Gambar 24. Sketsa Fifo.....	42
Gambar 25. Proses Pengambilan Data Pengukuran Stockpile.....	54
Gambar 26. Proses Pengambilan Data Menggunakan Total Station	54
Gambar 27. Proses Pengambilan Data Menggunakan Meteran	54
Gambar 28. Coa PT.Mutiara Fortuna Raya	55
Gambar 29. Sudut Timbunan 20°.....	56
Gambar 30. Sudut Timbunan 85°.....	56
Gambar 31. Sudut Timbunan 52°.....	57
Gambar 32. Sudut Timbunan 51°.....	57
Gambar 33 Rekomendasi Dimensi Saluran Terbuka	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Koefisien Limpasan pada Beberapa Kondisi	16
Tabel 2. Hubungan Periode Ulang (T) Dengan Reduksi Variansi Dari Variabel (Y)	20
Tabel 3. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Mean (YN)	21
Tabel 4. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Variate sebagai Fungsi Periode Ulang.....	22
Tabel 5. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Standard Deviation (SN)	22
Tabel 6. Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Hujan	23
Tabel 7. Kemiringan Dinding Saluran Berbagai Jenis Bahan	25
Tabel 8. Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Manning.....	26
Tabel 9. Jadwal pelaksanaan penelitian	27
Tabel 10. Standar Penimbunan dan angle of repose	36
Tabel 11. Geometri Timbunan stockpile	36
Tabel 12. Rekomendasi Dimensi Rancangan Saluran Terbuka	40
Tabel 13. Geometri Rencana Timbunan Stockpile	43

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan PT Mutiara Fortuna Raya merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang bergerak dibidang penambangan batubara. Metode penambangan yang digunakan yaitu *Open Pit* (tambang terbuka) penambangan dilakukan di permukaan yang relatif mendatar menuju ke arah bawah tempat bahan galian berada. Pada setiap perusahaan pertambangan batubara terdapat area penampungan batubara (*stockpile*) yang berfungsi sebagai penumpukan sementara antara pengiriman, secara teknis kegiatan di area *stockpile* yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas batubara. Karena Kualitas dan jumlah batubara merupakan variabel penting yang harus diyakini oleh produsen batubara memiliki pilihan untuk memenuhi kebutuhan pembeli. Menjaga kualitas dan kuantitas dari batubara setelah ditambang adalah sebuah proses penumpukan menurut (Hermawan, 2001).

Menurut KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 tentang penumpukan mineral dan batubara, tempat penumpukan harus memenuhi syarat yang ada. Syarat tempat penumpukan antara lain, tidak boleh ditempatkan di daerah yang mengandung cadangan mineral atau batubara, tanah lapisan atas harus dikupas terlebih dahulu, memiliki daya dukung yang cukup memadai dan peralatan yang digunakan, tidak memiliki genangan air, dan memiliki sistem *drainase* yang mampu mengalirkannya. Serta pada saat penumpukan batubara menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO), harus di berikan jarak antara tumpukan dan tidak boleh melebihi kapasitas maksimum area penumpukan.

Kegiatan penimbunan di *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya dimulai dengan masuknya batubara ke area penumpukan yang diangkut oleh *dump truck* dari area *front* penambangan. Pada tahap pertama, batubara dilakukan pemuatan yang kemudian dibawa ke ROM *stockpile* adalah proses penumpukan batubara yang diatur menurut aturan tertentu dan dilakukan di tempat tertentu. Kemudian batubara dibawa ke lokasi penumpukan dan *didumping*. Pada tahap selanjutnya, gunakan alat *loader* dan *buldozer* untuk menumpuk dan menata batubara sesuai dengan dimensi timbunannya. Namun terdapat beberapa kendala pada kegiatan manajemen *stockpile*, dimana terdapat penimbunan pada area *stockpile* yang tidak memenuhi syarat menurut peraturan, dan terdapat permasalahan terhadap pola dan sistem penimbunan pada area *stockpile* serta belum adanya rancangan desain dimensi *stockpile*. Hal tersebut disebabkan karena penerapan sistem manajemen *stockpile* tidak terlaksana dengan baik. Dari uraian tersebut yang melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian

dengan judul **‘Kajian Teknis Manajemen Penimbunan Batubara Pada Area *Stockpile* Di PT. Mutiara Fortuna Raya Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muara Jambi, Provinsi Jambi’**

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan pada latar belakang maka identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu penyebab terjadinya masalah metode penimbunan pada area *stockpile* maka harus di lakukan perbaikan metode penimbunan pada area *stockpile*

Rumusan masalah:

1. Bagaimana kondisi penimbunan di *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya secara aktual?
2. Bagaimana pola dan sistem penimbunan yang digunakan di area *stockpile* di PT Mutiara Fortuna Raya secara aktual?
3. Bagaimana rekomendasi pola dan sistem FIFO di *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada area *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya.
2. Penelitian ini tidak membahas biaya.
3. Penelitian ini tidak melakukan pengujian kualitas dan kuantitas batubara.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini di asumsikan bahwa jika menggunakan pola penimbunan yang sesuai serta menerapkan sistem FIFO akan meminimalisir terjadinya batubara yang menumpuk pada area *stockpile*.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas maka tujuan dari pada dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi teknis penimbunan yang digunakan di PT Mutiara Fortuna Raya secara aktual.
2. Menganalisis teknis pola dan sistem pada area *stockpile* di PT Mutiara Fortuna Raya.
3. Merekomendasikan pola dan sistem FIFO pada area *stockpile* agar dapat digunakan di PT Mutiara Fortuna Raya.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Bagi Mahasiswa**, memberikan referensi terkait analisis manajemen *stockpile* pada proses produksi batubara dan diharapkan dapat dijadikan sumber referensi bagi mahasiswa yang ingin mengetahui tentang sistem penimbunan pada area *stockpile*.
2. **Bagi Pembaca**, dapat meningkatkan wawasan keilmuan pembaca tentang situasi dalam dunia kerja dan meningkatkan keterampilan serta keahlian dibidangnya.
3. **Bagi Perusahaan**, sebagai referensi serta solusi untuk penataan sistem penimbunan batubara pada area *stockpile*.

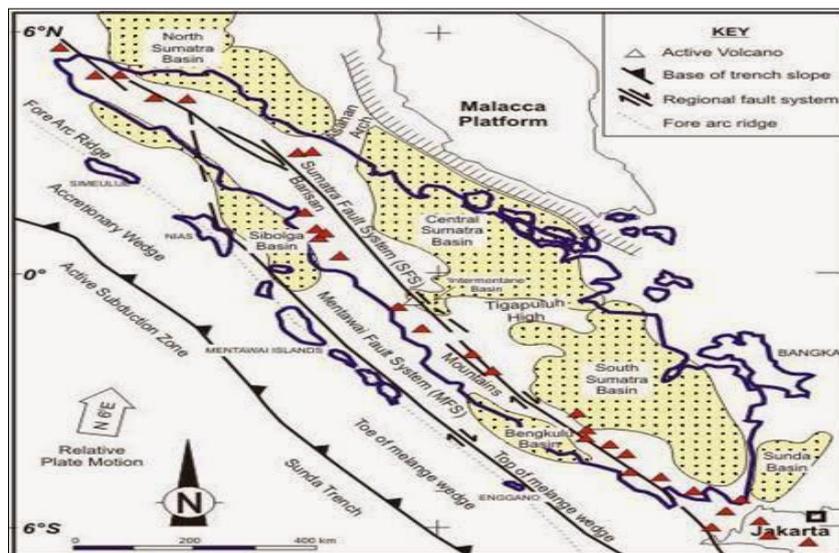
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keadaan Geologi Regional

Geologi regional wilayah PT Mutiara Fortuna Raya, termasuk ke dalam cekungan Sumatra selatan bagian utara penunjaman lempeng samudra india Australia terhadap lempeng benua asia menyebabkan batuan yang di atasnya mengalami perlipatan sehingga terjadinya rangkaian perbukitan yang berarah barat laut – tenggara yang membentang mulai dari aceh hingga tinggian lampung. Sedangkan di bagian timur rangkaian perbukitan tersebut terbentuk cekungan sedimen *tertier* dan *Quarter*.

Cekungan Sumatra selatan dan cekungan Sumatra tengah merupakan cekungan pedalaman belakang atau “*back deep basin*” atau “*fore land basin*” yang terbentuk sebagai akibat penunjaman lempeng samudra india Australia terhadap lempeng benua asia. Cekungan sumatra selatan di kelompokkan lagi menjadi depresi jambi bagian utara, sub cekungan Palembang tengah dan sub Palembang selatan atau depresi lematang. Masing masing sub cekungan di pisahkan oleh tinggian batuan dasar atau “*basement*”.

Fase regresi dimulai pada bertepatan dengan pengangkatan busur vulkanik bagian dalam pada miosen tengah, dicirikan oleh batupasir ala formasi air benakat. Perubahan lingkungan pengendapan dari laut dalam ke laut dangkal selanjutnya ke deltaic sampai darat terjadi secara berangsur. Berikut dapat dilihat pada gambar 1 merupakan cekungan dipulau sumatera:



Gambar 1. Cekungan di Pulau Sumatera

(Sumber : R.P. Koesoemadinata dan Pulunggono. 1975)

2.2 Stockpile

Stockpile adalah tempat penumpukan batubara yang dilakukan ditempat terbuka. Penumpukan yang baik dan aman dalam industri penambangan sangatlah penting karena dalam penumpukan batubara dapat terjadi swabakar, berkaitan dengan itu maka dilakukan usaha penumpukan batubara dengan baik. Yang harus diperhatikan dalam perencanaan penumpukan batubara adalah adanya keselarasan antara penumpukan dan pembongkaran sehingga tidak terjadinya penumpukan batubara yang jumlahnya semakin banyak atau jumlahnya melebihi daya tampung batubara ditempat penumpukan. (Aliyusra Jojo, 2017).

Menurut Carpenter (1999), Manajemen *stockpile* adalah interaksi atau teknik yang menggabungkan kontrol kualitas dan metode untuk menyimpan batubara di *stockpile*. Ini adalah pekerjaan untuk mengontrol berapa banyak batubara yang dikirim, baik kualitas maupun jumlahnya. Selain itu, pengelola *stockpile* juga direncanakan untuk mengurangi kerugian yang mungkin timbul dari penanganan batubara di *stockpile*, misalnya hujan, debu di musim kemarau atau swabakar karena terbakarnya batubara di *stockpile*.

Penimbunan batubara salah satu tahapan penting dalam kegiatan penanganan batubara. Bentuk lantai dasar *stockpile* dibuat agak cembung agar tidak terjadi penurunan lantai dasar jika dilakukan penimbunan. Hal ini berdampak pada air yang akan mengalir menuju paritan dari *stockpile* tersebut. Oleh karena itu, dengan cara memperbaiki manajemen penimbunan, untuk menghindari terjadinya swabakar, upaya menghindari dan memperbaiki munculnya genangan air, swabakar dan akumulasi air dalam penyimpanan batubara dapat dihindarkan seminimal mungkin (Hermawan, 2001).

Menurut KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018, tentang penumpukan mineral dan batubara, tempat penumpukan memenuhi syarat antara lain tempat penumpukan tidak boleh ditempatkan di daerah yang mengandung cadangan mineral atau batubara, pengupasan tanah pertama, memiliki batas pengangkutan yang cukup untuk tumpukan dan peralatan yang digunakan, bebas dari air yang menggenang dan memiliki sistem yang cocok untuk mengalirkan air yang tergenang tersebut, dilengkapi dengan alas. dilengkapi dengan tanggul pembatas setinggi kurang dari 1 (satu) meter di sekitar daerah tumpukan, akses masuk dan keluar yang dapat diakses untuk pergerakan yang terpisah dan batas kapasitas sekitar 3 (tiga) hari batas produksi harian, dan juga pada saat kegiatan penumpukan batubara menjalankan metode *First In First Out* (FIFO) dengan memikirkan pencampuran, memberikan jarak

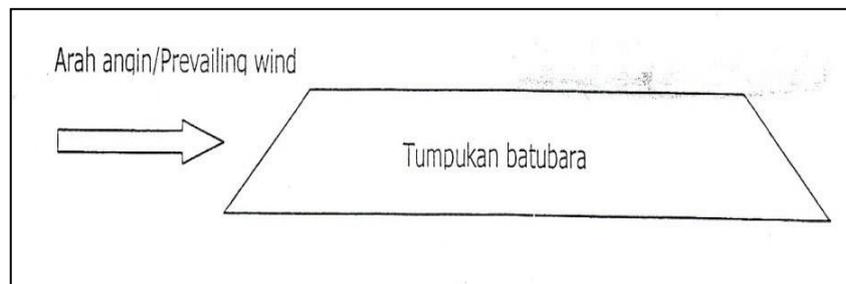
antara tumpukan dan tepian batas, dan tidak boleh melampaui batas wilayah penumpukan paling besar serta batas pengangkutan tumpukan.

2.3 Syarat Teknis Penimbunan

Penimbunan batubara adalah salah satu tahapan penting dalam penanganan batubara. Jika sistem penimbunan tidak sesuai, dapat mengakibatkan kegiatan pembongkaran batubara yang terlalu lama, terutama untuk batubara yang mudah terbakar. Oleh karena itu, dengan cara memperbaiki manajemen penimbunan, untuk menghindari terjadinya swabakar, dan memperbaiki munculnya genangan air dapat dihindarkan seminimal mungkin. Proses penyimpanan diharapkan dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama karena akan menyebabkan kualitas batubara menurun. Proses yang terlibat dengan penurunan kualitas batubara lebih dipengaruhi oleh oksidasi dan faktor alam. Standar penting dalam pengolahan *stockpile* adalah menerapkan sistem *FIFO*, batubara yang masuk terlebih dahulu harus dikeluarkan terlebih dahulu. Selanjutnya, beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pengolahan *stockpile*, yaitu:

- a. Melakukan kontrol terhadap swabakar dan temperatur
- b. Melakukan kontrol terhadap Kontaminasi dan *Housekeeping*
- c. Melakukan pengontrolan terhadap kualitas batubara
- d. Melakukan pengontrolan terhadap lingkungan

Sistem penumpukan batubara harus dilakukan pengaturan sebaik mungkin agar nantinya *segregasi* atau pemisahan *stock* berdasarkan perbedaan dari kualitas batubara bisa dilakukan dengan baik, tumpukan batubara tersebut juga harus bisa meminimalkan resiko terjadinya swabakar pada *stockpile*. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan seperti menumpuk batubara memanjang searah dengan arah angin agar permukaan tumpukan batubara yang menghadap ke arah datangnya angin menjadi kecil. Berikut pada gambar 2 dibawah ini merupakan arah penumpukan batubara secara ideal.

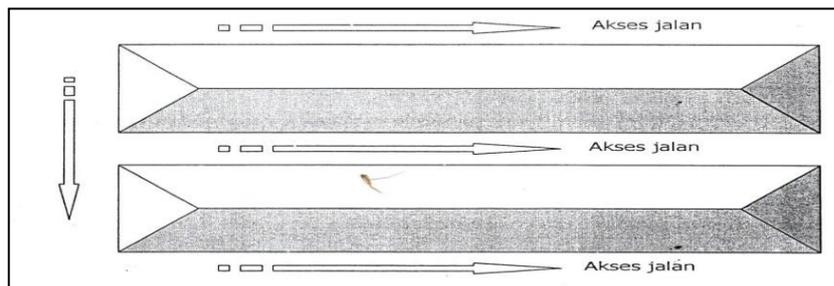


Gambar 2. Arah Penumpukan Batubara

(Sumber : Mulyana, Hana. 2005)

Selain penumpukan dibuat sejajar dengan arah angin, apabila penyimpanan batubara relatif lama maka bagian permukaan yang menghadap ke arah angin harus dilakukan pemadatan serta sudut lerengnya diperkecil. Untuk meminimalisir *segregasi* ukuran batubara yang halus dengan yang besar yang nantinya hendak memusatkan proses terbentuknya swabakar hingga penimbunan wajib membentuk penimbunan jadi wujud *chevron* ataupun *windrow*. Tidak hanya itu buat menghindari ataupun memperlambat terbentuknya pemanasan dengan sendirinya di *stockpile* maka bagian permukaan atas tumpukan harus dibuat rata dan tidak berpuncak karena apabila bagian atas tidak rata dan berpuncak maka akan menyebabkan cepatnya proses oksidasi dari batubara yang nantinya dapat membuat swabakar.

Untuk pemeliharaan *stockpile* dan untuk memindahkan batubara yang terbakar hingga tumpukan batubara wajib dikontrol supaya tidak terdapat timbunan batubara yang berada hingga tepi *stockpile*. Selain itu dipinggir tumpukan batubara wajib terdapat akses jalan yang dapat digunakan untuk melakukan pengontrolan ataupun akses untuk *excavator* yang nantinya digunakan buat menggali batubara yang sudah dibakar. Berikut pada gambar 3 dibawah ini merupakan akses jalan di sekeliling tumpukan batubara di *stockpile*.



Gambar 3. Akses jalan di sekeliling tumpukan batubara

(Sumber : Mulyana, Hana. 2005)

Dalam melakukan pembongkaran dan penimbunan wajib diselesaikan dengan cara yang baik. Hal ini dilakukan agar tidak terjadinya penimbunan yang melebihi kapasitas penimbunan. Dalam hal ini perlu diperhatikan teknis penimbunannya. Syarat teknis penimbunan meliputi:

Kualitas Batubara

Batubara sebagai salah satu syarat teknis penimbunan juga harus diperhatikan. Batubara yang berpengaruh sebagai berikut:

- a) Batubara yang Ditimbun Diusahakan Sejenis

Batubara yang memiliki kualitas lebih rendah lebih mudah terbakar maka harus dilakukan pemisahan pada timbunan untuk meminimalisir terbakarnya batubara dengan kualitas lebih tinggi. Maka untuk setiap timbunan digunakan batubara yang sejenis (kelas dan kualitas yang sama).

b) Ukuran Butir

Dalam melakukan penimbunan batubara disarankan untuk melakukan penimbunan dengan ukuran yang seragam. Hal ini dikarenakan partikel butiran memiliki pengaruh terhadap timbulnya swabakar karena ukuran partikel yang hampir sama akan menyebabkan tumpukan batubara lebih mudah terbakar dalam jumlah yang cukup banyak.

Keadaan Tempat Penimbunan

Keadaan tempat timbunan yang berpengaruh terhadap syarat teknis penimbunan adalah sebagai berikut:

a) Area Penimbunan yang Bersih

Pada daerah penimbunan batubara tidak diperbolehkan adanya ukuran partikel yang hampir sama akan menyebabkan tumpukan kayu, sampah serta bahan mudah terbakar lainnya dalam jumlah yang cukup banyak, dan tidak boleh ada serpihan logam.

b) Sumber Air Bertekanan Tinggi

Pada area penimbunan harus tersedia sumber air yang bertekanan tinggi, hal ini dimaksudkan apabila kebakaran terjadi pada *stockpile* dengan adanya sumber air ini dibutuhkan untuk memadamkan api. Jika area sekitar tumpukan tidak segera padam akan mempengaruhi kenaikan suhu tumpukan dan mempercepat proses swabakar.

c) Pembuatan Saluran Air Di Sekeliling Stockpile

Untuk mengalirkan air dari timbunan batubara, baik itu air hujan maupun dari penyemprotan di sekitar area penyimpanan, perlu dibuat saluran yang pada akhirnya akan mengalir ke *settling pond*. Air yang melewati timbunan batubara akan mengalirkan batubara halus yang ada di dalam tumpukan batubara, partikel halus batubara akan terbawa oleh aliran air. Oleh sebab itu, sebelum mengalirkan air ke sungai, perlu dilakukan pengolahan terhadap air *stockpile*, atau paling tidak membuat kolam pengendapan. Dengan membuat paritan atau saluran tersebut batubara yang terbawa aliran air dari *stockpile* nantinya tidak mencemari lingkungan, dan tidak mencemari sungai. Selain kolam pengendapan, jika pengukuran membuktikan bahwa air dari *stockpile* bersifat asam maka air tersebut juga harus dinetralkan. Menetralkan air asam dari batubara dapat menggunakan

kapur. Metode yang terkait dengan penurunan kualitas air dilakukan setelah air melewati kolam pengendapan atau sebelum air dilepaskan ke saluran air atau laut.

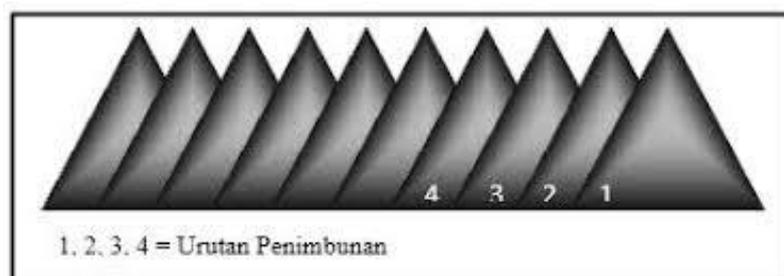
d) Posisi *Stockpile*

Menurut Sukandarrumidi (2009) Posisi *stockpile* harus perhatikan arah angin, posisi tumpukan usahakan tidak menghadap ke arah angin, terutama di bagian panjang area tumpukan. Agar dapat mengurangi paparan tumpukan terhadap angin di permukaan. Hal ini untuk menghindari pembakaran batubara akibat proses oksidasi di timbunan.

2.4 Metode Penimbunan Batubara

Metode penumpukan batubara memiliki dua metode yaitu metode penimbunan terbuka (*open stockpile*) dan metode penumpukan tertutup (*coverage storage*). Penimbunan yang biasanya dilakukan didalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penumpukan terbuka (*open stockpile*). *Open stockpile* merupakan penumpukan material diatas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran material sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Terdapat beberapa macam pola penimbunan diantaranya sebagai berikut:

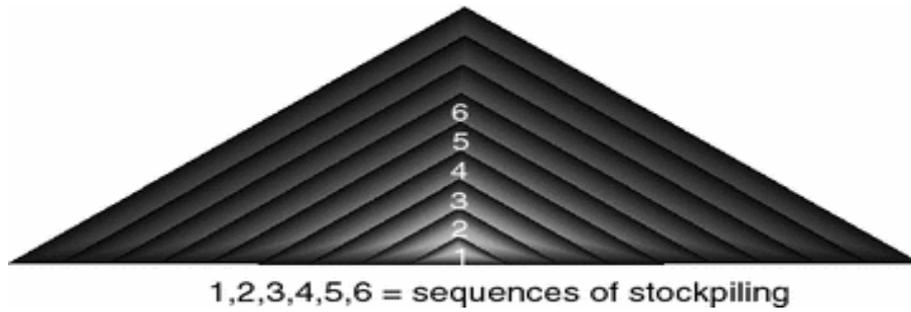
a) **Cone Ply**, adalah pola penimbunan dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya hingga ketinggian yang diinginkan tercapai kemudian dilanjutkan mengikuti panjang *stockpile*. Pola penimbunan ini menggunakan alat curah , seperti *stacker reclaimer*. Berikut dapat dilihat pada gambar 4 merupakan pola penimbunan *cone ply*.



Gambar 4. Pola Penimbunan *Cone Ply*

(Sumber : Sanwani, 1998)

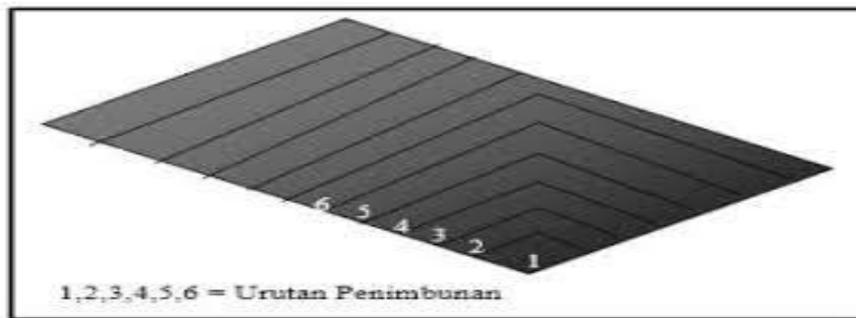
b) **Chevron**, adalah pola penimbunan dimana melakukan timbunan satu baris material mengikuti panjang *stockpile* dan penimbunan dilakukan dengan bolak-balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola penimbunan *chevron* dapat dilihat pada gambar 5 berikut:.



Gambar 5. Pola Penimbunan *Chevron*

(Sumber : Sanwani, 1998)

c) **Chevcon**, ialah desain penumpukan dengan perpaduan antara *chevron* dan desain penumpukan *cone ply*. Contoh penumpukan *chevcon* dapat terlihat pada Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Pola Penimbunan *Chevcon*

(Sumber : Sanwani, 1998)

d) **Window**, adalah pola penimbunan dengan tumpukan diletakkan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* kemudian diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki. Pola penimbunan *window* bisa dilihat pada gambar 7 dibawah ini:



Gambar 7. Pola Penimbunan *Window*

(Sumber : Sanwani, 1998)

2.5 Desain *Stockpile*

Desain suatu *stockpile* akan ditentukan atau bergantung pada:

Kapasitas volume batubara yang akan dikelola.

a. Kapasitas penyimpanan batubara di *stockpile* menentukan desain suatu *stockpile*. *Stockpile* berkapasitas kecil dengan batubara dengan kapasitas besar mungkin berbeda khususnya dalam penyimpanan lahan dan preparasi lahan tersebut.

b. Pada *stockpile* dengan kapasitas yang besar, dasar *stockpile* harus benar-benar kuat dan kokoh menahan beban yang besar. Kalau tidak, *base stockpile* tersebut akan turun di bagian tengah dan juga ikut menurunkan batubara yang ada di atasnya. Dalam kondisi seperti itu akan terjadi kehilangan batubara di *stockpile*.

Jumlah pengelompokan kualitas yang akan dijadikan *main product*.

a. Banyaknya jumlah *product* yang akan dipisahkan menentukan luasan *stockpile* yang diperlukan.

b. Semakin banyak jumlah *product* yang dipisahkan semakin besar areal yang diperlukan.

Fasilitas penumpukan dan pemuatan.

a. Alat yang digunakan dalam sistem penumpukan dan pemuatan batubara di *stockpile* juga mempengaruhi desain atau areal *stockpile* yang digunakan.

b. Penggunaan *stacker reclaimer* dalam sistem penumpukan dan pemuatan membuat desain dan *system* penumpukan memanjang.

c. *Stacker reclaimer* juga mempermudah dalam pemisahan batubara yang memiliki kualitas yang berbeda dan sekaligus juga mempermudah dalam blending batubara-batubara tersebut.

Namun demikian, prinsip-prinsip pembuatan *stockpile* yang berorientasi pada pemeliharaan kuantitas, pemeliharaan kualitas serta berwawasan lingkungan pada dasarnya sama, baik itu *stockpile* berkapasitas kecil maupun besar. Bentuk bangun atau dimensi *stockpile* bermacam- macam, tetapi yang biasa dijumpai adalah bentuk kerucut terpancung dan limas terpancung.

(Merja Arta dan Ansosry, 2019).

2.6 Sudut Timbunan

Sudut yang dibentuk dari suatu tumpukan pada timbunan *stockpile* sebaiknya lebih kecil dari *angle of repose* timbunan batubara. Pada umumnya material berukuran kasar memiliki *angle of repose* lebih besar dibandingkan material berukuran halus. Sudut material yang dipadatkan dapat lebih besar dari pada *loose*. Sudut timbunan batubara yang cukup ideal yaitu 35°.

2.7 Efek Potensial Penimbunan Batubara

Dampaknya pada pergeseran akumulasi batubara bergantung pada berbagai jenis batubara dan metode penimbunan (penyimpanan). Sebagian dari dampak penumpukan yang sering terjadi adalah swabakar, terutama pada tumpukan batubara yang berjumlah besar. Batubara akan teroksidasi selama penambangan sampai pada jam pengumpulan berlangsung siklus oksidasi ini. Karena respon oksidasi, oksigen dengan gas yang dapat terbakar dari bagian yang tidak stabil akan menghantarkan panas. Dengan asumsi respon oksidasi terjadi terus-menerus maka akan membuat kenaikan panas yang menyebabkan suhu pada penumpukan batubara meningkat. Peningkatan suhu ini dapat disebabkan oleh sirkulasi udara masuk dan panas yang tidak teratur pada area tumpukan batubara yang menyebabkan suhu di tumpukan batubara meningkat hingga mencapai suhu titik bakar, yang pada akhirnya dapat menyebabkan swabakar (Suyoto, 2010).

Semua batubara dapat mengalami swabakar, tetapi waktu dan suhu yang diharapkan untuk swabakar terjadi di batubara bukanlah sesuatu yang serupa. Batubara berkualitas rendah membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk dapat terjadi swabakar jika dibandingkan dengan batubara berkualitas tinggi.

Kapasitas batubara berbeda dengan bahan pertambangan lainnya karena memiliki karakteristik khusus dapat terjadinya swabakar. Swabakar pada batubara sendiri dapat terjadi: pada tempat penumpukan batubara insitu, selama penanganan batubara dan pengurur dari pencucian limbah. Oleh karena itu, penanganan yang luar biasa dan hati-hati diharapkan untuk penimbunan batubara.

Batubara akan teroksidasi selama penambangan, sehingga ketika batubara terakumulasi, oksidasi ini berlangsung. Timbunan batubara yang dibentuk oleh *spilling out* membuat tumpukan batubara memiliki ukuran yang tidak seragam. Ukuran yang lebih besar akan cukup sering menumpuk di dasar luar, sedangkan ukuran yang lebih kecil akan berada pada titik tertinggi tumpukan batubara. Udara akan dengan mudah bergerak melalui kaki tumpukan ke luar karena batubara besar memiliki lubang besar yang memungkinkan udara masuk tanpa masalah. Meskipun demikian, sulitnya udara masuk ke dalam batubara yang berukuran kecil, hal ini membuat udara yang masuk ke dalam timbunan batubara tersangkut dan sulit untuk dikeluarkan, sehingga meningkatkan kecepatan respon oksidasi yang memakan sendiri pada batubara.

Respon oksidasi batubara itu sendiri dimulai pada tahap gas, menghasilkan respon oksidasi eksotermik antara O_2 dan gas yang dapat menyala. Dengan

asumsi bahwa reaksi oksidasi berlangsung, panas yang dihasilkan juga akan mengembang, hal ini dapat menyebabkan peningkatan suhu di dalam penyimpanan. Peningkatan suhu ini sendiri juga disebabkan oleh aliran udara dan panas di dalam cadangan yang tidak lancar, sehingga suhu di dalam timbunan akan meningkat hingga mencapai suhu titik penyalan yang pada akhirnya dapat memicu interaksi swabakar pada area timbunan tersebut (Sanwani, 1998).

2.8 Manajemen *Stockpile*

Menurut Angsory (2017) manajemen *stockpile* batubara adalah interaksi atau teknik yang menggabungkan pedoman jumlah, pedoman kualitas dan metodologi untuk melacak batubara di *stockpile*. Manajemen *stockpile* juga merupakan pekerjaan untuk mengontrol produksi batubara, baik dalam jumlah maupun kualitas. Selain itu, pengelola manajemen *stockpile* juga diharapkan dapat membatasi kerugian, misalnya penurunan jumlah batubara karena hancur di musim hujan, atau karena residu di musim kemarau, atau terbuang percuma karena batubara terjadi swabakar pada area *stockpile*. Manajemen *stockpile* tersebut dipartisi menjadi 3 segmen kerja, yaitu kapasitas atau *stocking management*, *quality and quantity management*, dan *blending management*. Klarifikasi kapasitas atau pemuatan, kualitas dan jumlah manajemen, dan pencampuran manajemen sebagai berikut :

a. *Storage / Stocking management*

Merupakan tempat penyimpanan batubara yang merupakan pemeliharaan kuantitas dan kualitas batubara pada *stockpile*. Manajemen penimbunan ini diawali dari pembuatan desain *stockpile* yang didasarkan pada peentuan kuantitas dan lingkungan. Berorientasi pada penentuan kuantitas dikarenakan harus mempertimbangkan faktor batas area penumpukan batubara di wilayah yang dapat diakses namun fokus pada variabel kualitas dan lingkungan. Terletak di dukungan kualitas karena rencana kualitas yang baik untuk pengaturan kualitas, misalnya, pencampuran, isolasi susun berdasarkan kualitas produk. Sementara itu, terletak di lingkungan dengan alasan bahwa konfigurasi cadangan diharapkan memiliki kantor penanganan dan pengelolaan limbah mulai dari wilayah gudang. Limbah yang dihasilkan oleh toko adalah sebagai residu, logam berat yang dapat mengganggu kesejahteraan.

b. *Quality and Quantity management*

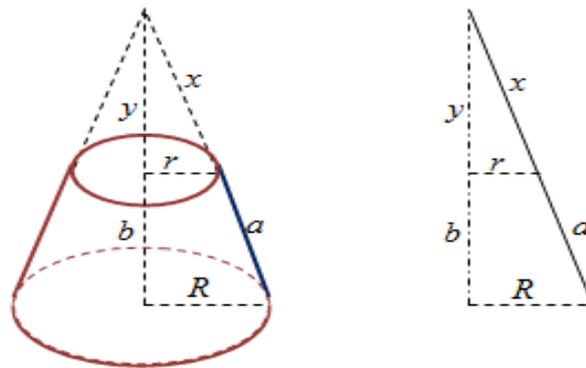
Desain *stockpile* yang akan ditentukan bergantung pada:

- a. Banyaknya batubara yang akan dikelola.
- b. Jumlah pengelompokan kualitas yang akan dijadikan *main product*.

- c. *Blending system* yang akan diterapkan.
- d. Sistem penumpukan yang digunakan.

Untuk mengetahui tingginya timbunan batubara aktual sudah sesuai standar atau belum dapat menggunakan alat berupa meteran maupun kompas geologi untuk melakukan pengukurannya. Ada berbagai macam bentuk bangun atau dimensi *stockpile*, tetapi yang sering dijumpai ialah bentuk kerucut dan limas terpancung. Untuk mencari volume dari bentuk tersebut dapat digunakan rumus perhitungan volume sebagai berikut:

- a) Volume kerucut terpancung



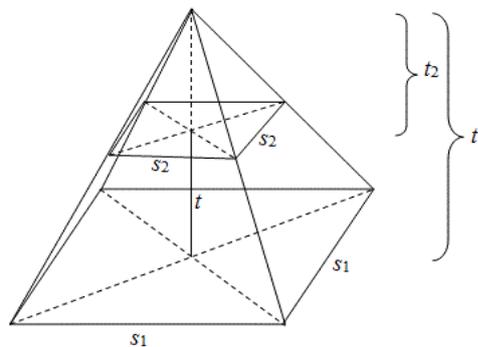
Gambar 8. Volume kerucut terpancung

$$V = 1/3 \pi x t (R^2 + r^2 + R.r)$$

Keterangan:

- V : volume kerucut
- t : tinggi kerucut
- r : jari – jari lingkaran atas
- R : jari – jari lingkaran bawah

- b) Volume limas terpancung



Gambar 9. Volume limas terpancung

$$V = 1/3 x t (B + A + \sqrt{B + A})$$

Keterangan:

V : volume limas

T : tinggi limas

A : luas bidang atas

B : luas bidang bawah

c. *Blending Management*

Didalam proses management *stockpile* kegiatan *blending management* adalah proses yang paling sering dilakukan sehingga dapat dikatakan bahwa kegiatan *stockpile management* identik dengan *blending management*. *Blending* merupakan proses pencampuran batubara yang memiliki kualitas yang berbeda sehingga nantinya membentuk batubara dengan kualitas tertentu sesuai yang diinginkan. Apabila batubara telah terbakar pada *stockpile* batubara, maka dilakukan penanganan sebagai berikut:

1. Melakukan kegiatan pendinginan suhu batubara dengan cara melakukan *spreading* atau penyebaran.
2. Bila kondisi batubara yang terbakar cukup parah, maka bagian batubara yang kualitasnya turun dapat dibuang.
3. Melakukan pemadatan pada batubara yang mengalami *self heating* atau *spontaneous combustion*.
4. Jika batubara disimpan untuk waktu yang lama, pemadatan harus dilakukan pada lapisan atas *stockpile* untuk mengurangi penetrasi udara dan air ke dalam *stockpile*.

Manajemen yang efektif akan memberikan akses mudah ke penyimpanan material untuk memaksimalkan jarak pemuatan yang efektif. Penumpukan yang diinginkan dicapai dengan gerakan penumpukan minimal. Kemiringan susun yang dapat dicapai alat. Mengatur keseregaman, integritas dan kualitas dari batubara yang disimpan, membatasi tenaga kerja, mamaksimalkan ketersediaan peralatan, memberikan sistem kerja yang solid yang dapat mengatasi spontan pembakaran batubara tanpa kendala, mengurangi biaya pasokan batubara per ton, meningkatkan penggunaan lahan dengan efektivitas sesuai dengan tinggi timbunan per hektar versus kebutuhan kapasitas dan lingkungan (Mulyana Hana. 2005).

2.9 Faktor Faktor penting dalam sistem penyaliran tambang Limpasan (*Run Off*)

Limpasan adalah semua air yang mengalir akibat hujan yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah tanpa memperhatikan asal atau jalan yang ditempuh sebelum mencapai saluran. Air limpasan mengalir

diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran ini terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi. Debit limpasan dapat dihitung dengan persamaan rasional (Olson, 1993) berikut:

$$Q=0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- Q = Debit limpasan (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan (Tabel 1)
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas *catchment area* (km²)

Koefisien limpasan

Koefisien limpasan adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan besarnya limpasan permukaan dengan intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah tangkapan hujan (Amin, 2002). Koefisien limpasan pada tiap daerah berbeda, dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Koefisien Limpasan pada Beberapa Kondisi

NO	KEMIRINGAN	TATAGUNA LAHAN	NILAI C
1	Datar, <3%	a. sawah dan rawa	0,2
		b. hutan dan kebun	0,3
		c. pemukiman dan taman	0,4
2	Menengah 3% - 5%	a. hutan dan kebun	0,4
		b. pemukiman dan taman	0,5
		c. alang-alang, sedikit tanaman	0,6
		d. tanah gundul, jalan aspal	0,7
3	Curam, >15%	a. hutan dan kebun	0,6
		b. pemukiman dan taman	0,7
		c. alang-alang, sedikit tanaman	0,8
		d. tanah gundul, jalan aspal, areal penggalian & penimbunan tambang	0,9-1

(Sumber : Bambang S, “Perencanaan Drainase Tambang Terbuka”)

Beberapa faktor yang harus diperhatikan (Hartono, 2008) adalah sebagai berikut:

1. Kerapatan vegetasi, daerah dengan vegetasi yang rapat, akan memberikan nilai C yang kecil, karena air hujan yang masuk tidak dapat langsung mengenai tanah, melainkan akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, sedangkan tanah yang gundul akan memberikan nilai C yang besar.
2. Tata guna lahan, lahan persawahan atau rawa-rawa akan memberikan nilai C yang kecil dari pada daerah hutan atau perkebunan, karena pada daerah persawahan misalnya padi, air hujan yang jatuh akan tertahan pada petak-petak sawah, sebelum akhirnya menjadi limpasan permukaan.
3. Kemiringan tanah, daerah dengan kemiringan yang kecil (<3%), akan memberikan nilai C yang kecil, dari pada daerah dengan kemiringan tanah yang sedang sampai curam untuk keadaan yang sama.

Curah Hujan

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang terjadi pada suatu daerah. Curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan sistem penirisan, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi.

Angka-angka curah hujan yang diperoleh merupakan data yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk perencanaan pembuatan sarana pengendalian air tambang, tetapi harus diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai curah hujan yang lebih akurat. Curah hujan merupakan data utama dalam perencanaan kegiatan penirisan tambang terbuka.

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pengukur curah hujan. Ada dua jenis alat pengukur curah hujan, yaitu alat ukur manual dan otomatis. Alat ini biasanya diletakkan ditempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalang oleh bangunan atau pepohonan. Data tersebut berguna pada saat penentuan hujan rencana analisa terhadap data curah hujan ini dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

1. *Annual series*, yaitu dengan mengambil satu data maksimum setiap tahunnya yang berarti bahwa hanya besaran maksimum setiap tahun saja yang dianggap berpengaruh dalam analisa data.
2. *Partial Duration Series*, yaitu dengan menentukan lebih dahulu batas bawah tertentu dari curah hujan, selanjutnya data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan data yang akan dianalisa.

Periode Ulang Hujan

Curah hujan biasanya terjadi menurut pola tertentu dimana curah hujan tertentu biasanya akan berulang pada periode tertentu yang dikenal dengan periode ulang hujan. Periode ulang hujan didefinisikan sebagai waktu dimana curah hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tertentu. Misalnya periode ulang hujan 10 tahun, maka peristiwa yang bersangkutan (hujan, banjir) akan terjadi rata-rata sekali setiap periode 10 tahun. Terjadinya peristiwa tersebut tidak harus 10 tahun, melainkan rata-rata sekali setiap periode 10 tahun, misal 10 kali dalam periode 100 tahun, 25 kali dalam periode 250 tahun dan seterusnya. Periode ulang ini memberikan gambaran bahwa semakin besar periode ulang semakin tinggi curah hujannya. Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijaksanaan yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Pertimbangan dalam penentuan periode ulang hujan tersebut adalah risiko yang dapat ditimbulkan bila curah hujan melebihi curah hujan rencana (Suwandhi, 2004).

Curah Hujan Rencana

Dalam perancangan sistem penyaliran untuk air permukaan pada suatu tambang, hujan rencana merupakan suatu kriteria utama. Hujan rencana adalah hujan maksimum yang mungkin terjadi selama umur dari sarana penyaliran tersebut. Hujan rencana ini ditentukan dari hasil analisa frekuensi data curah hujan, dan dinyatakan dalam curah hujan dengan periode ulang tertentu. Salah satu metode dalam analisa frekuensi yang sering digunakan dalam menganalisa data curah hujan adalah metode distribusi ekstrim, atau juga dikenal dengan metode distribusi *Gumbel* (Suwandhi, 2004).

$$X_t = X + \frac{s}{s_n}(Y_t - Y_n) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

Xt : Perkiraan nilai curah hujan rencana (mm)

X : Curah hujan rata rata (mm)

S : Simpangan Baku (*Standar deviation*)

Sn: Standar deviasi dari reduksi *variate*, nilainya tergantung jumlah data

Yt : nilai reduksi *variate* dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu

Yn : Koreksi rata-rata (*reduced mean*)

Simpangan baku dihitung dengan rumus (Sudjana, 1989): $S =$

$$\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

S : Standar deviasi

x : Nilai *variate*

\bar{x} : Nilai rata-rata hitung *variate*

N : jumlah data

Nilai reduksi *variate* dihitung dengan menggunakan rumus

$$Yt = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{T-1}{T} \right\} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

Y : Nilai reduksi *variate* dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode tertentu

T : Periode ulang

Koreksi rata-rata (*Reduced mean*) dihitung menggunakan rumus :

$$Yn = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{n+1-m}{n+1} \right\} \right] \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Yn : Koreksi rata-rata (*reduced mean*)

n : Jumlah data

m : Urutan data (1,2,3,.....)

Nilai koreksi simpangan (*reduced standard deviation*) ditentukan dengan rumus:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

S_n : Standar deviasi dari reduksi *variate*, nilainya tergantung jumlah data

Y_n : Koreksi rata-rata (*reduced mean*)

\bar{Y}_n : Nilai rata-rata Y_n

n : Jumlah data

Tabel 2. Hubungan Periode Ulang (T) Dengan Reduksi Variansi Dari Variabel (Y)

Periode Ulang (T)	Reduksi Variansi (Y)
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber : Sudjana, 1992)

Tabel 3. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Mean (YN)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber: Sudjana, 1992)

Tabel 4. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Variate sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang (TR) Tahun	Reduced variate (Y _{TR})	Periode Ulang (TR) Tahun	Reduced Variate (Y _{TR})
2	0,3668	25	3,1993
5	1,5004	50	3,9028
10	2,2510	100	4,6012

(Sumber : Sudjana, 1992)

Tabel 5. Hubungan Metode Gumbel dengan Reduced Standard Deviation (SN)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,949	0,967	0,983	0,997	1,009	1,020	1,031	1,041	1,049	1,056
20	1,062	1,069	1,075	1,081	1,086	1,091	1,096	1,100	1,104	1,108
30	1,112	1,115	1,119	1,122	1,125	1,128	1,131	1,133	1,136	1,138
40	1,141	1,143	1,145	1,148	1,149	1,151	1,153	1,155	1,157	1,159
50	1,160	1,162	1,163	1,165	1,166	1,168	1,169	1,170	1,172	1,173
60	1,174	1,175	1,177	1,178	1,179	1,180	1,181	1,182	1,183	1,184
70	1,185	1,186	1,187	1,188	1,189	1,189	1,190	1,191	1,192	1,193
80	1,193	1,194	1,195	1,195	1,196	1,197	1,198	1,198	1,199	1,200
90	1,200	1,201	1,202	1,202	1,203	1,203	1,204	1,204	1,205	1,206
100	1,206	1,206	1,207	1,207	1,208	1,208	1,208	1,209	1,209	1,209

(Sumber : Sudjana, 1992)

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan per satuan waktu tertentu dan dinyatakan dengan satuan mm/jam. Dengan kata lain bahwa intensitas curah hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran derasnya hujan perjam. Untuk mengelola data curah hujan menjadi intensitas hujan digunakan cara statistik dari data pengamatan curah hujan yang terjadi.

Besarnya intensitas hujan yang kemungkinan terjadi dalam kurun waktu tertentu dihitung berdasarkan persamaan *Mononobe*, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

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

T : Durasi hujan rencana (jam)

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

Tabel 6. Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Hujan

Keadaan curah hujan	Intensitas curah hujan (mm)		Kondisi
	1 jam	24 jam	
Hujan sangat ringan	<1	<5	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20	Tanah menjadi basah semuanya
Hujan Normal	5 – 10	20 – 50	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan lebat	10 – 20	50 – 100	Air tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyiyi keras kedengaran dari genangan
Hujan sangat lebat	>20	>100	Hujan seperti ditumpahkan

(Sumber: Sayoga, 1993 dalam Suwandhi, 2004)

Cathment Area

Daerah tangkapan hujan (*Catchment area*) merupakan suatu area atau daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti kecenderungan arah gerak air (Suwandhi, 2004).

Dengan pembatasan *catchment area* maka diperkirakan setiap debit hujan yang tertangkap akan terkonsentrasi pada elevasi terendah pada *catchment area* tersebut. Pembatasan *catchment area* biasa dilakukan pada peta topografi dan untuk perencanaan sistem penyaliran dianjurkan dengan menggunakan peta rencana penambangan dan peta situasi tambang.

2.10 Saluran Terbuka

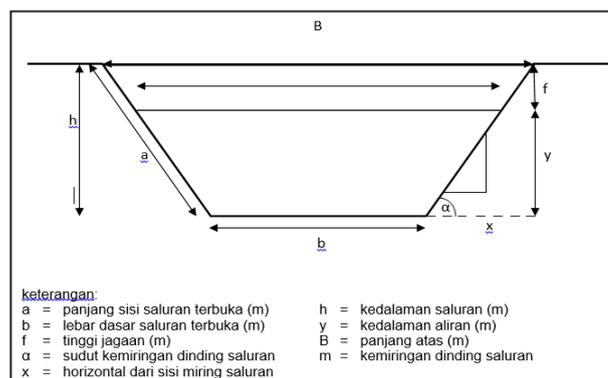
Saluran yang mengalirkan air dengan permukaan bebas disebut saluran terbuka. Saluran penyaliran berfungsi untuk mengalirkan air ke tempat pengumpulan (kolam penampungan atau saluran) atau tempat lain. Dalam merancang bentuk saluran penyaliran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, saluran tersebut dapat mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah (Chow, 1996).

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan saluran tambang antara lain :

Penampang Saluran

Dalam sistem penyaliran itu sendiri terdapat beberapa bentuk penampang penyaliran yang dapat digunakan. Bentuk penampang penyaliran diantaranya bentuk segi empat, bentuk segitiga dan bentuk trapesium (Hartono, 2008).

Bentuk penampang saluran yang umum dipakai adalah bentuk trapesium sebab mudah dalam pembuatannya, efisien dan mudah dalam perawatannya, serta stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan menurut keadaan daerah. Tinggi jagaan (f) yang umum digunakan adalah 15 % dari y . penampang trapesium yang paling efisien adalah jika kemiringannya 60° (Suripin, 2004).. Dibawah ini adalah unsur-unsur geometris untuk penampang saluran berbentuk trapesium (Gambar 10).



Gambar 10. Bentuk Saluran Terbuka Trapesium

(sumber : Chow, 1996)

$$\text{Kemiringan dinding saluran } (m) = 1/\tan \alpha \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{Panjang bawah } (b/d) = 2\{(1 + m^2)^{0.5} - m\} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Jari-jari hidrolis } (R) = 0.5 \cdot d \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{Panjang atas } (B) = b + 2m \cdot d \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{Panjang sisi luar saluran } (a) = d/\sin \alpha \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{Luas penampang saluran } (A) = (b + m \cdot d) \cdot d \dots\dots\dots (13)$$

Kemiringan Saluran

Kemiringan memanjang dasar saluran biasanya diatur oleh keadaan topografi dan tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air. Dalam berbagai hal, kemiringan ini dapat pula tergantung pada kegunaan saluran. Misalnya saluran yang digunakan sebagai distribusi air seperti yang dipakai dalam irigasi, persediaan air minum, penambangan hidrolika dan proyek pembangkit dengan tenaga air, memerlukan taraf yang tinggi pada titik penghantar, sebab itu diusahakan kemiringan yang sekecil-kecilnya untuk menjaga agar kehilangan tinggi tekan akan sekecil-kecilnya. Kemiringan dinding saluran terutama tergantung pada jenis bahannya. Tabel 7 memuat kemiringan yang dapat dipakai untuk berbagai jenis bahan.

Tabel 7. Kemiringan Dinding Saluran Berbagai Jenis Bahan

Bahan	Kemiringan dinding
Batu	Hampir tegak lurus
Tanah gambut (<i>peat</i>), rawang (<i>muck</i>)	1 : ¼
Lempung teguh atau tanah berlapis beton	1 : ½ sampai 1 : 1
Tanah berlapis batu atau tanah bagi saluran lebar	1:1
Lempung kaku atau tanah bagi parit kecil	1 : 1½
Tanah berpasir lepas	1 : 2
Lempung berpasir atau lempung berpori	1 : 3

Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran dapat dihitung menggunakan rumus “*Manning*” yaitu:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot \sqrt{S} \cdot R^{2/3} \dots \dots \dots (14)$$

Dimana :

- Q : Debit pengaliran maksimum (m³/detik)
- A : Luas penampang basah (m²)
- S : Kemiringan dasar saluran (%)
- R : Jari-jari hidrolis (m)
- n : Koefisien kekerasan dinding saluran menurut *Manning*

Harga koefisien kekerasan dinding saluran menurut *Manning* dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Manning

Tipe Dinding Saluran	Harga n
Semen	0,010-0,014
Beton	0,011-0,016
Batu	0,012-0,020
Besi	0,013-0,017
Tanah	0,020-0,030
Gravel	0,020-0,035
Tanah yang ditanami	0,025-0,040

(*Sumber : Amin, 2002*)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilakukan pada wilayah izin usaha pertambangan operasi PT. Mutiara Fortuna Raya yang berlokasi di Desa Sumber Agung, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan jalur darat, dengan jarak yang ditempuh dari Kota Jambi. Lokasi tersebut dapat ditempuh melalui jalan lintas Jambi - Petaling.

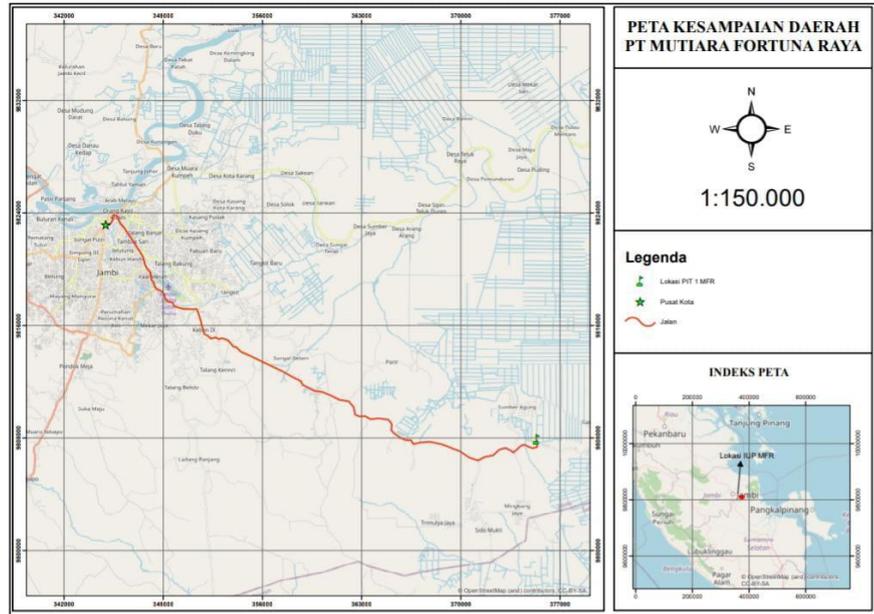
Adapun waktu pelaksanaan kegiatan penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan yaitu bulan Juli sampai dengan pertengahan bulan Agustus 2022. Jangka waktu penelitian ini dapat diubah sesuai dengan kebijakan perusahaan. Rincian kegiatan yang dilakukan selama penelitian terdapat pada tabel 9.

Tabel 9. Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN											
		Minggu 1			Minggu 2			Minggu 3			Minggu 4		
1	Studi Literatur	■	■	■	■								
2	Survey Lapangan					■	■						
3	Pengukuran Geometri dan Luasan Area <i>Stockpile</i>						■	■	■	■			
4	Pengumpulan Data									■	■	■	
5	Pengolahan Data										■	■	■
6	Penyusunan Laporan dan Persiapan Akhir											■	■

3.2 Lokasi dan Kesampain Daerah

Jika menempuh jalur darat dari kota Jambi menuju lokasi kajian memiliki jarak tempuh sejauh 54 km. Kesampaian daerah Desa Sumber Agung dapat ditempuh dari Pall 10 dengan menggunakan transportasi darat, dilanjutkan ke Simpang Ahok dan menuju Kebun 9, Lalu dilanjutkan perjalanan dari Bumi Perkemahan ke Kabupaten Muaro Jambi hingga menuju Desa Sumber Agung dengan menggunakan transportasi darat selama ± 2 jam.



Gambar 11. Peta Kesampaian Daerah

3.3 Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan pada saat melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. GPS, digunakan untuk menentukan titik koordinat pada saat melakukan pengukuran.
2. Meteran, digunakan untuk mengukur tinggi tumpukan batubara pada *stockpile* dan dimensi *stockpile*.
3. Laptop, digunakan dalam pembuatan laporan, pengolahan data, input data dan media penyimpanan.
4. Kamera, digunakan untuk mengumpulkan foto-foto sebagai data pendukung.
5. Alat tulis, digunakan untuk mencatat semua data yang telah didapatkan.
6. Helm *safety*, *safety shoes*, dan *safety vest*, yang digunakan sebagai alat pelindung diri.
7. Total Station, digunakan untuk mengukur dimensi area *stockpile*

3.4 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode Kualitatif dan Kuantitatif. Metode kualitatif adalah sebuah metode yang berbentuk deskriptif atau menggambarkan kekhasan atau realita penelitian secara apa adanya, sedangkan metode kuantitatif adalah metode yang bertujuan untuk membuktikan hipotesis yang telah dibuat, umumnya metode ini terdiri dari metode survey dan eksperimen.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melaksanakan survey ke lapangan untuk meninjau lokasi, selanjutnya dilaksanakan persiapan berupa alat serta informasi yang harus diperoleh selama dilakukannya penelitian. Selain itu, kajian studi literatur juga sangat penting sebagai persiapan melakukan penelitian.

3.5.2 Pengumpulan data

Dalam proses pengambilan data ini dilakukan pada saat sebelum dan ketika pelaksanaan penelitian. Data yang diperlukan meliputi data yang berkaitan dengan tujuan penelitian tugas akhir adapun data yang akan diambil oleh penulis, yaitu data data primer dan data sekunder.

Data primer merupakan data yang didapat dilapangan. Data- data primer yang diambil yaitu, Letak aktual timbunan batubara, Luasan area aktual timbunan batubara, Pola penimbunan, Alat berat pendukung di ROM *stockpile* dan *Dump Truk Hauling*.

Data sekunder merupakan data yang didapat dari data perusahaan. Data sekunder yang diperoleh, Peta area *stockpile*, Luas ROM penimbunan, Kemiringan dasar penimbunan, jumlah pemasukan dan penjualan batubara, Tinggi dan sudut kemiringan maksimum tumpukan batubara di area ROM, Kapasitas maksimum ROM *stockpile*.

3.5.3 Pengolahan Data

Analisis data ini dilaksanakan secara matematis dengan mencampurkan data yang diperoleh berbentuk informasi primer serta informasi sekunder yang setelah itu dianalisa dengan cara kualitatif ataupun kuantitatif hingga diperoleh hasil yang cocok dengan maksud dan tujuan riset ini. Proses analisis informasi penelitian ini adalah:

Memperhatikan pekerjaan khusus di wilayah ROM penimbunan, Menghitung penampungan penyimpanan ROM setelah itu melakukan estimasi pemeriksaan antara batas asli cadangan ROM dan batas terbesar cadangan ROM (ketentuan perusahaan).

Menghitung pengeluaran batubara bersumber pada aktual penjualan tadinya memakai aplikasi *Microsoft Excel*, kalkulasi perbandingan antara rencana pemasukan serta rencana pengeluaran(syarat industri).

Membuat desain penumpukan dengan melakukan sistem FIFO memakai aplikasi tambang dengan rencana pemasukan, rencana penjualan, realisasi permintaan batubara, penjualan batubara, besar dan sudut timbunan, serta jenis kualitas batubara.

Volume Timbunan menggunakan rumus kerucut terpancung

$$V = 1/3 \pi \times t (R^2 + r^2 + R \times r)$$

Keterangan :

V : Volume kerucut terpancung (m³)

t : Tinggi kerucut (m)

r : Jari-jari lingkaran atas (m)

R : Jari-jari lingkaran bawah (m) Limas terpancung

$$V = 1/3 \times t (B + A + \sqrt{B \times A})$$

Keterangan :

V : Volume limas terpancung (m³)

T : Tinggi limas (m)

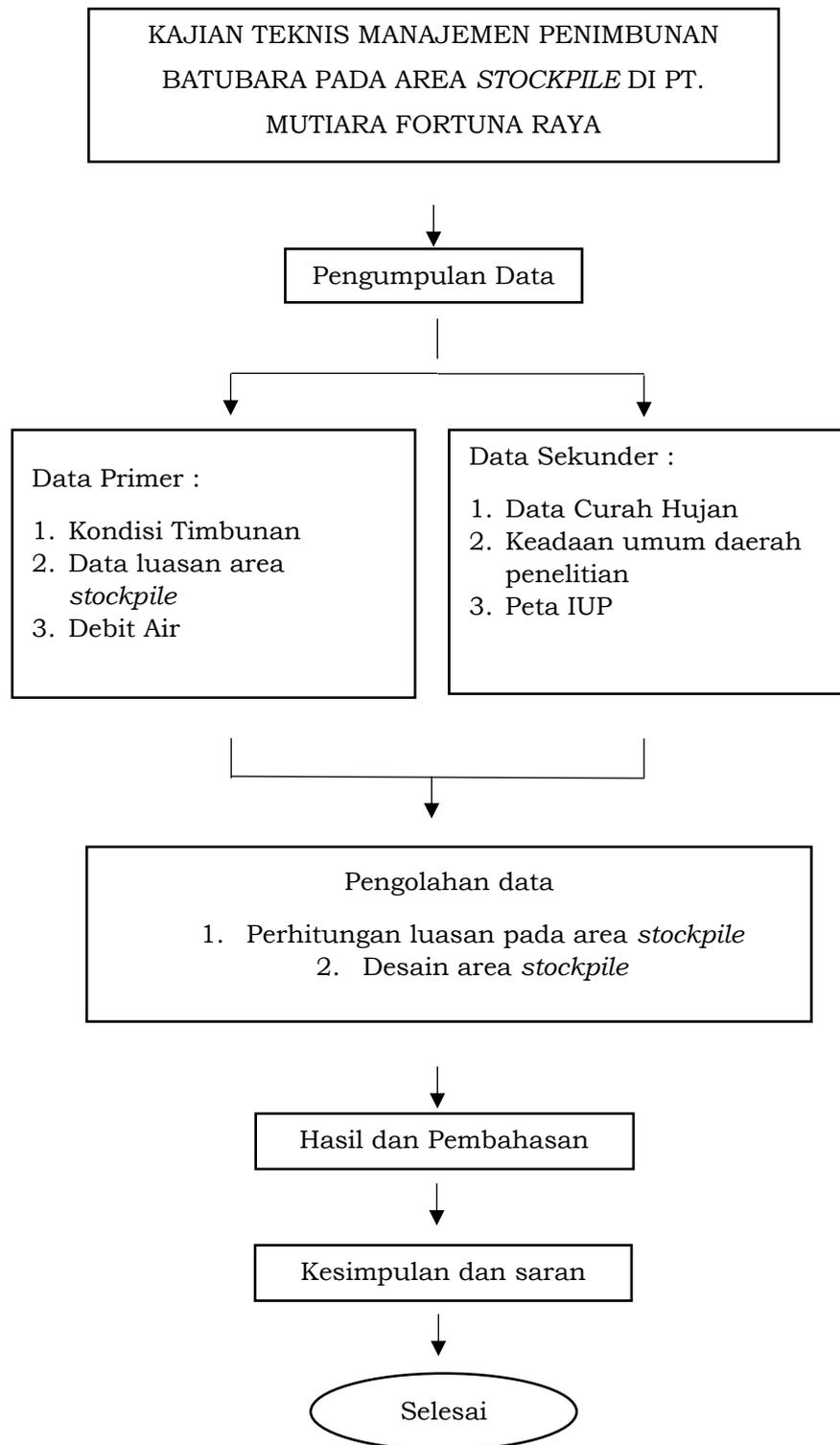
B : Luas bidang bawah (m²)

A : Luas bidang atas (m²)

3.5.4 Hasil, Pembahasan, dan Kesimpulan

Setelah data diolah dan didapatkan hasil, maka dilakukan pembahasan sesuai dengan tujuan penelitian ini. Pembahasan dilakukan untuk mengetahui hasil akhir berupa kesimpulan yang dapat berguna bagi perusahaan maupun peneliti serta memiliki kajian lebih lanjut mengenai batubara terutama data manajemen *stockpile*.

3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 12. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Aktual *Stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya

PT Mutiara Fortuna Raya memiliki *stockpile* batubara yang berasal dari penambangan pit 1 timbunan batubara memiliki kapasitas 20.000 MT. Dalam satu hari produksi *coal getting* 2.000 ton sedangkan *coal hauling* 1.000 ton, PT Mutiara Fortuna raya memiliki satu *stockpile* yang terletak di sebelah barat dari lokasi penambangan. Batubara dari *front* penambangan diangkut menggunakan *dump truck* menuju *stockpile* dengan jarak pit 1 ±1.200 meter berjenis Sub Bituminus dengan kalori 2.808 Kkal/Kg (Adb). Batubara memiliki ukuran butir yang lebih dominan seragam.

Manajemen *stockpile* merupakan salah satu tahapan teknis yang harus dilakukan dengan baik dan benar agar batubara pada area *stockpile* dapat terjaga dengan baik. Jika manajemen *stockpile* tidak terlaksana dengan baik maka akan terjadi penumpukan batubara yang terlalu lama yang mengakibatkan turun nya kualitas atau kuantitas batubara. Hal ini diakibatkan terlalu lama nya batubara berada di *stockpile*. Sistem FIFO merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan pada area *stockpile* agar batubara yang pertama kali masuk batubara itu juga yang pertama kali keluar. Pola pada penimbunan *stockpile* merupakan faktor penting yang harus diperhatikan agar manajemen *stockpile* dapat terlaksana dengan benar.

Hasil pengamatan pada *stockpile* di PT Mutiara Fortuna Raya sistem penimbunan belum termanajemen dengan baik dan benar, terdapat permasalahan pada saluran *drainase*, sistem penimbunan dan pola penimbunan yang belum termanajemen pada PT Mutiara Fortuna Raya. Dalam hal ini dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Tumpukkan Batubara

4.2. Lantai Dasar *Stockpile*

Lantai dasar *stockpile* pada PT ini memiliki luas 4248 m² dan lantai dasar ROM *stockpile* ini terbuat dari tanah kemudian lapisan atasnya dilapisi batubara kotor (*handling coal*). Pada gambar 14, kondisi lantai *stockpile* terlihat banyak genangan air dipinggiran *stockpile* dikarenakan lantai *stockpile* tidak memiliki kemiringan lantai timbunan dan kurangnya perawatan dari akibat aktivitas alat berat sehingga menimbulkan lubang dan cekungan di lantai dasar *stockpile* yang menimbulkan genangan air, oleh sebab itu air tidak dapat mengalir ke dalam saluran terbuka dengan baik. Lantai *stockpile* yang sejajar dengan jalan inpeksi, tidak memiliki tanggul dan tidak ada nya pembatas antara *stockpile* dengan jalan inpeksi yang biasa dilalu mobil operasional.



Gambar 14. Lantai Dasar *Stockpile*

4.3. Akses Jalan disekeliling *Stockpile*

Hasil pengamatan di lapangan akses jalan masuk dan keluar di area *Stockpile* memiliki lebar 5-9 meter (Gambar 15). Jalan ini berfungsi sebagai akses jalan *Dumptruck* dalam melakukan penumpukan batubara secara terus-menerus sesuai dengan ketinggian yang telah ditentukan perusahaan dan juga sebagai akses jalan masuk *wheel loader Hitachi ZW220* dalam melakukan pemadatan terhadap tumpukan batubara, dan juga bisa digunakan sebagai jalan akses masuk untuk monitoring alat mekanis untuk melakukan tindakan apabila ada kerusakan alat mekanis pada saat proses penimbunan batubara dilakukan. Kondisi jalan masuk area *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya.



Gambar 15. Akses Jalan disekeliling *Stockpile*

4.4. Saluran Drainase pada area *stockpile*

Saluran *drainase* pada *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya tidak berfungsi dengan baik yang mengakibatkan terjadinya genangan air pada area *stockpile*. Genangan air tersebut akan dapat menimbulkan *self heating* pada saat batubara mengalami kenaikan *temperature*. Pada Gambar 16, genangan air yang ada di *stockpile* sering terjadi pada saat setelah hujan, lebar saluran *drainase* yaitu 3 m tinggi 3,5 m dan kedalaman 60 cm, kondisi saluran terbuka pada area *stockpile* tidak terawat dengan baik dan terdapat longsor pada dinding *drainase* harus dilakukan perawatan pada saluran tersebut agar dapat berfungsi secara optimal pada area *stockpile*.



Gambar 16. *Drainase* sekitar area *stockpile*

4.5. Sistem dan Pola Penimbunan

Pada PT Mutiara Fortuna Raya tidak memiliki sistem penimbunan yang sesuai dengan manajemen *stockpile* berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018. Hasil penelitian di lapangan jumlah batubara yang masuk ke *stockpile* ternyata lebih banyak dari pada batubara yang keluar sehingga mengakibatkan batubara terlalu lama tertumpuk pada area *stockpile*.

Sistem penimbunan pada PT ini menggunakan metode penimbunan terbuka (*Open Stockpile*). Pola penimbunan yang diterapkan pada perusahaan ini yaitu *windrow* dengan metode *layering* saat penimbunan dilakukan, pada setiap puncak timbunan dilakukan *trimming* (pemotongan) secara horizontal dengan menggunakan alat *wheel loader Hitachi ZW220* (Gambar 17). Kemudian dilakukan pemadatan secara sistematis lapis demi lapis dari bawah ke atas bertujuan untuk mengatur pola penimbunan dan mengurangi rongga-rongga pada permukaan batubara. Bentuk timbunan batubara limas terpancung yaitu timbunan memanjang sesuai dengan arah penimbunannya.



Gambar 17. Sistem dan Pola Penimbunan

Berdasarkan pengamatan aktual di lapangan pada PT Mutiara Fortuna Raya tidak memiliki SOP (Standar Operasional Prosedur) mengenai pelaksanaan manajemen *stockpile* yang mana berdasarkan pengukuran di lapangan terdapat tinggi *stockpile* 6 m dengan *angle of repose* bervariasi mulai dari 20°-80°. Seharusnya untuk batubara *sub bituminus* memiliki tinggi maksimum 5 m sedangkan ideal *angle of repose* 35°. Semakin lama timbunan batubara yang tidak di *handling* maka sudut yang terbentuk akan mendekati atau sama dengan *angle of repose* batubara itu sendiri, dapat dilihat pada tabel 10 dan 11.

Tabel 10. Standar Penimbunan dan angle of repose

Jenis Batubara	Lama Timbunan	Tinggi Timbunan	Angle Of Repose
Bituminus	14 hari	4 meter	Ideal : 35° (material berukuran <i>angle of repose</i> > dari material ukuran halus)
Sub-Bituminus	30 hari	5 meter	
Lignit	<30 hari	6 meter	

(Sumber : sukandarrumidi,2008)

Pada sistem manajemen *stockpile* batubara di PT. Mutiara Raya Fortuna berdasarkan data aktual pengamatan lapangan, kurangnya penanganan batubara masuk yang disimpan di *stockpile*, masih terdapat batubara yang terlalu lama tertimbun pada area *stockpile*.

Berikut ini adalah perhitungan kapasitas *stockpile* pada PT Mutiara Fortuna Raya. Perhitungan volume timbunan pada *stockpile* menggunakan metode konvensional (tanpa *software*).

Tabel 11. Geometri Timbunan *stockpile*

No	Dimensi Stockpile	Kondisi Aktual
1	Tinggi (m)	6 m
2	Luas alas (m ²)	4248 m ²
3	Luas Atas (m ²)	2142 m ²
4	Volume (m ³)	18.812,9 m ³

Mencari volume timbunan dengan rumus limas terpancung:

$$V = \frac{1}{3} t \times (L_{\text{alas}} + \sqrt{L_{\text{alas}} \times L_{\text{atas}}} + L_{\text{atas}})$$

Keterangan:

t = Tinggi

L_{alas} = Luas alas

L_{atas} = Luas atas

V = Volume

Berikut perhitungan volume timbunan:

$$V = \frac{1}{3} t \times (L_{\text{alas}} + \sqrt{L_{\text{alas}} \times L_{\text{atas}}} + L_{\text{atas}})$$

$$= \frac{1}{3} 6 \times (4248 \text{ m}^2 + \sqrt{4248 \text{ m}^2 \times 2142 \text{ m}^2} + 2142 \text{ m}^2)$$

$$= 2 (4248 \text{ m}^2 + 3016,4 \text{ m}^2 + 2142 \text{ m}^2)$$

$$= 2 (9406,4 \text{ m}^2)$$

$$= 18.812,9 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan volume limas terpancung didapatkan hasil sebesar 18.812,9 m³. Rancangan perhitungan kapasitas *stockpile* ini dengan menghitung geometri timbunan. Berdasarkan perhitungan volume timbunan *stockpile* menggunakan metode konvensional di PT Mutiara Fortuna Raya adalah 18.812,9 m³. Densitas dari batubara di PT ini yaitu 1,20, untuk mendapatkan tonase maka hasil dari perhitungan volume dikalikan dengan densitas batubara didapatkan hasil sebesar 22.575,57 Ton.

4.6. Alat Berat pada Area Stockpile

Alat berat berfungsi sebagai penunjang kegiatan penimbunan dan pembongkaran batubara. Adapun alat yang digunakan di *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya yaitu *wheel loader* alat ini berfungsi sebagai alat untuk membantu membentuk timbunan sesuai dengan dimensi timbunan yang diinginkan alat *wheel loader* pada PT Mutiara Fortuna Raya hanya ada 1 unit dengan tipe *Hitachi ZW220* (Gambar 18), *Excavator* pada area *stockpile* berfungsi sebagai alat untuk gali muat tipe *excavator* pada PT Mutiara Fortuna Raya yaitu *Kobelco SK330*, dan *Dump truck Canter Ps SHDX* (Gambar 19) sebanyak 50 unit sebagai alat operasional hauling dari sungai gelam menuju ke Pelabuhan talang duku.



Gambar 18. *Wheel Loader*



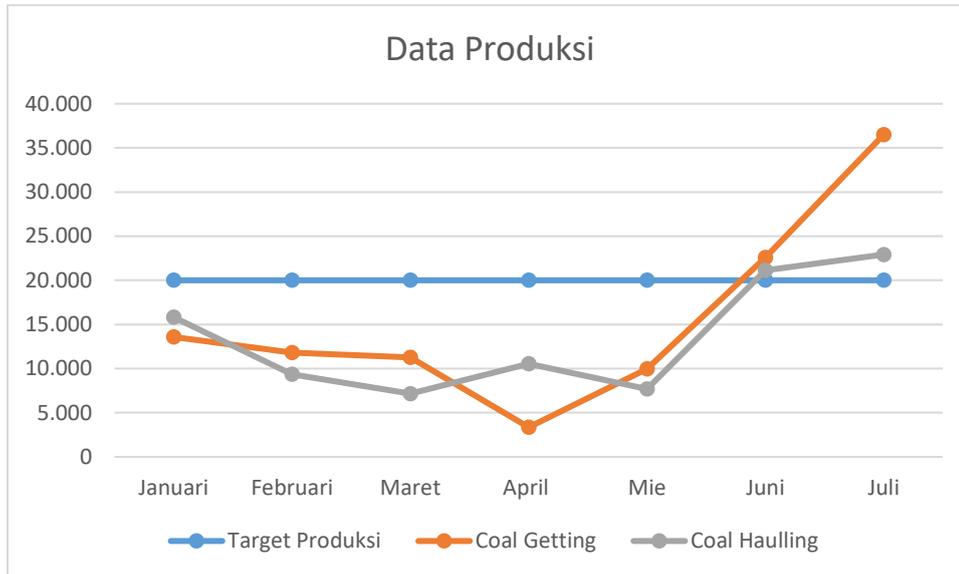
Gambar 19. *Hauling*

4.7. Penimbunan dan Pengiriman Batubara Sistem FIFO

Secara aktual di lapangan terlihat tidak ada kontrol secara terinci batubara masuk yang akan ditimbulkan bersamaan dengan batubara pada *Stockpile* yang telah ada sebelumnya. Sistem metode penimbunan ini menggunakan metode *layered stockpiling*. Penanganan penimbunan batubara ini dilakukan dengan pemadatan pada bagian atas masing-masing timbunan. Kegiatan penimbunan dan pengiriman batubara yang dilakukan pada *stockpile* ini tidak dilakukan dengan baik atau tidak sesuai dengan dengan sistem FIFO (*First In First Out*). Hal ini terjadi karena Ketika dilakukan pengiriman batubara yang berada di atas *Chute* habis, maka *bulldozer* akan mendorong batubara yang baru tertimbun paling atas ke arah *chute*. Sehingga mengakibatkan batubara yang lama tidak dapat dikeluarkan.

4.8. Penerimaan dan Pengiriman Batubara

Pada *stockpile* batubara PT Mutiara Fortuna Raya Penerimaan dan Pengiriman batubara tidak selaras dikarenakan masih meninggalkan sisa pada area *stockpile*. Oleh sebab itu sisa dari penimbunan sebelumnya tertimbun kembali oleh batubara yang baru yang mengakibatkan terjadi penumpukan bekas sisa dari bulan-bulan sebelumnya. Sistem FIFO tidak terlaksana dengan baik pada *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya.



Gambar 20. Grafik Produksi

Pada (Gambar 20), dapat diuraikan bahwa grafik data produksi *coal getting* dan *coal hauling* di PT Mutiara Fortuna Raya. Untuk rencana produksinya yaitu 20.000 ton/bulan sedangkan secara aktual dari bulan januari-mei produksi tidak tercapai dengan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan, tetapi perusahaan terus melakukan evaluasi dan didapatkan pada bulan juni-juli target produksi mulai mengalami peningkatan bahkan melebihi target yang sudah ditetapkan. Untuk *coal hauling* pengeluaran batubara pada PT Mutiara Fortuna Raya tidak selaras dengan hasil *coal getting* yaitu jumlah batubara yang masuk itu juga yang seharusnya dikeluarkan. Hal ini yang harus diperhatikan karena dapat mengakibatkan batubara yang terlalu lama berada pada area *stockpile* akan terjadinya penurunan kualitas dari batubara tersebut. Maka dari itu sistem FIFO pada PT Mutiara Fortuna Raya harus diterapkan untuk memperbaiki sistem manajemen *stockpile* agar dapat terlaksana dengan baik.

4.9. Rekomendasi Manajemen *Stockpile* di PT Mutiara Fortuna Raya **Rekomendasi Sistem dan Pola Penimbunan**

4.9.1 Rekomendasi Lantai Timbunan dan Saluran Drainase

Pada area *stockpile* PT Mutiara Fortuna Raya terdapat genangan air yang mengakibatkan kegiatan operasional menjadi terganggu karna air pada *stockpile* tidak dapat dialirkan dengan baik. Maka dari itu dibuatkan rekomendasi lantai dan saluran *drainase* untuk memperbaiki permasalahan tersebut, dapat dilihat pada gambar 21 ini:



Gambar 21. Rekomendasi Lantai *Stockpile*

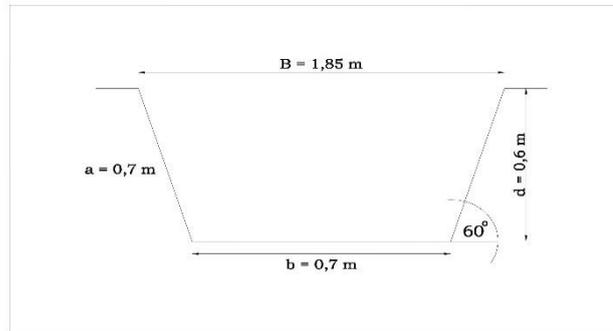
Dapat diuraikan bahwa kondisi lantai dibuat miring ke arah parit menuju ke kolam pengendapan (*setling pond*). Tanggul dibuat lebih tinggi dari kondisi sebelumnya, dan dibuat pula paritan selebar 1,5 meter dengan kedalaman 1 meter dengan kemiringan parit 60° dan juga dilakukan pemadatan di area lantai penimbunan.

Rancangan saluran terbuka yang direncanakan adalah bentuk penampang trapesium, pemilihan bentuk trapesium dikarenakan beberapa pertimbangan yaitu lebih mudah dalam pembuatan saluran, dapat mengalirkan debit air yang besar, dinding saluran tidak mudah longsor, dan mudah dalam perawatannya. Debit air yang masuk kedalam rancangan saluran terbuka berasal dari debit limpasan permukaan dari sekitaran saluran yaitu sebesar $18,90 \text{ m}^3/\text{jam}$. (Lampiran 6)

Berikut adalah dimensi rancangan saluran terbuka yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan rumus *mannig*.

Tabel 12. Rekomendasi Dimensi Rancangan Saluran Terbuka

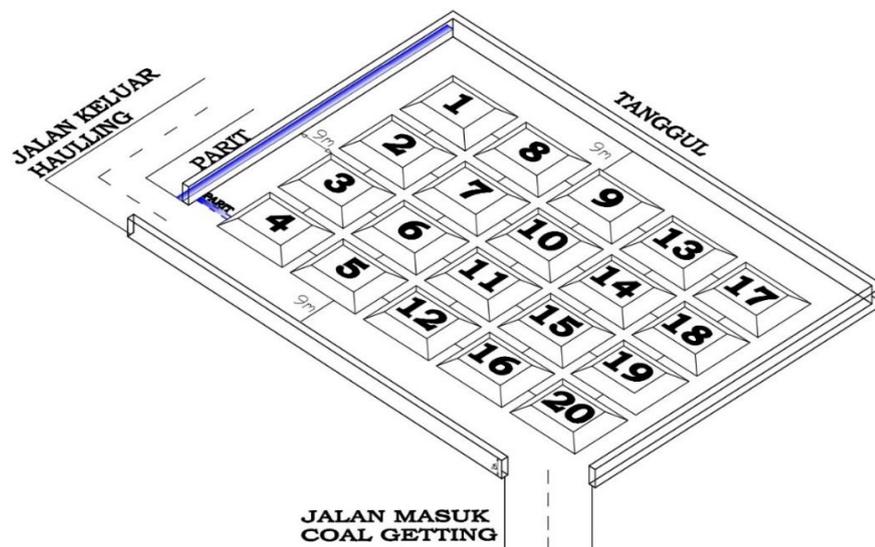
Rekomendasi Dimensi Saluran Terbuka	
Lebar Permukaan Saluran	1,85 m
Lebar Dasar Saluran	0,7m
Kedalaman Saluran	0,6 m
Kemiringan Saluran	60°
Panjang Sisi Miring Saluran	0,7 m



Gambar 22. Rekomendasi Saluran Terbuka

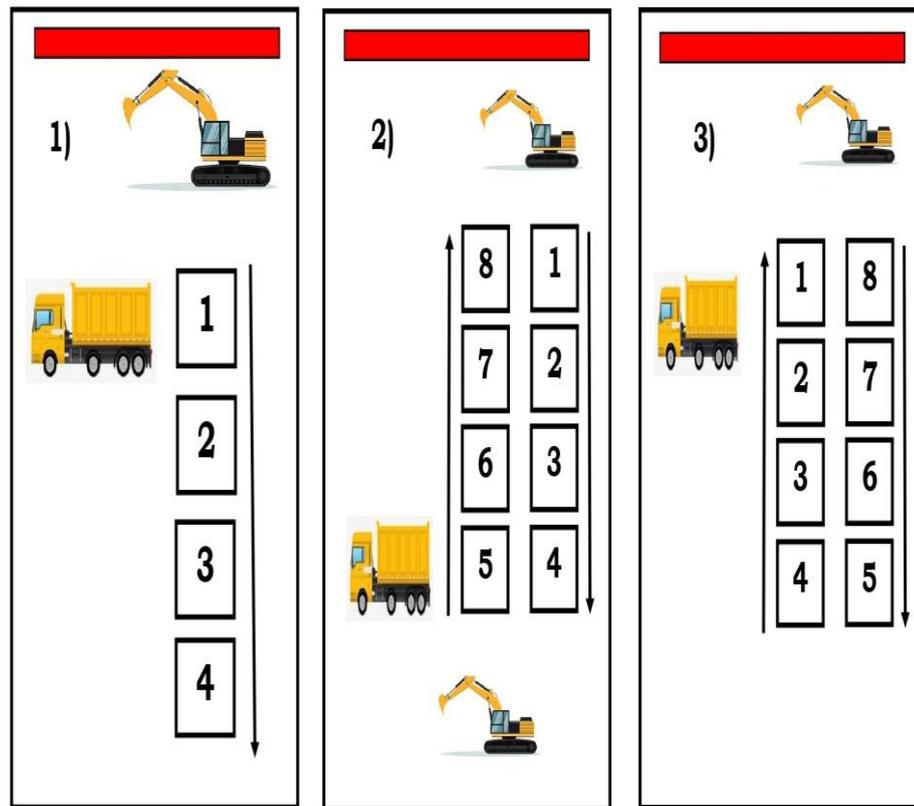
4.9.2 Rekomendasi Sistem Penimbunan dan Pola Penimbunan

Prinsip dasar pengelolaan *stockpile* adalah penerapan sistem FIFO (First In First Out) dimana batubara yang terdahulu masuk, harus dikeluarkan terlebih dahulu. Untuk mengatasi sistem FIFO yang tidak berjalan, upaya yang dapat dilakukan yaitu memperbaiki mekanisme penimbunan dan pembongkaran timbunan batubara agar terhindar dari terjadinya swabakar maka dimensi timbunan harus sesuai dengan standar timbunan yang telah ditentukan. Hal pertama dilakukan adalah dengan cara pemberian jarak di antara timbunan dari tanggul sekitar ± 9 meter dan jarak antara timbunan yaitu 2,5 meter. Dimana untuk nilai tanggul pada area penimbunan yaitu 2 m sedangkan untuk nilai lebar sebesar 0,5 m. Sehingga alat mekanis dapat memuat atau membongkar batubara yang pertama ditimbun.

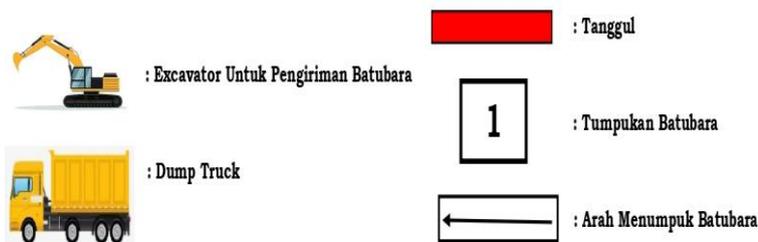


Gambar 23. Rekomendasi manajemen *stockpile*

Tujuan pemberian jarak ± 9 meter pada timbunan agar memberikan jarak untuk akses jalan alat muat dan alat angkut sehingga batubara yang ditimbun pertama bisa dibongkar terlebih dahulu. Kemudian upaya yang dilakukan adalah dengan membuat pola penimbunan dan pembongkaran (Gambar 23). Pola yang di rekomendasikan pada PT ini yaitu pola *Window* dengan penimbunan tumpukan diletakan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile*.



KETERANGAN :



Gambar 24. Sketsa Fifo

Pada sketsa gambar 24 terdapat nomor urutan untuk penumpukan batubara yang telah siap di *dumping* oleh *dump truck* dengan urutan penimbunan (1,2,3,4). Agar sistem FIFO dapat berjalan dengan baik, maka *excavator* mengambil timbunan dari urutan (1). Apabila urutan (1,2,3,4) telah habis *excavator* dapat melanjutkan pada urutan (5,6,7,8) dan selanjut nya sesuai

dengan urutan. Jika batubara yang akan ditimbun lagi, maka dapat mengikuti pola timbunan sebelumnya. Apabila diterapkan berharap sistem FIFO dapat terlaksana dengan baik.

Tabel 13. Geometri Rencana Timbunan *Stockpile*

No	Dimensi Stockpile	Kondisi Rencana
1	Tinggi (m)	5 m
2	Luas alas (m ²)	278,89 m ²
3	Luas Atas (m ²)	72,25 m ²
4	Volume (m ³)	852,67 m ³
5.	<i>Angel of Repose</i>	35 ⁰

Mencari volume timbunan dengan rumus limas terpancung:

$$V = \frac{1}{3} t \times (L_{\text{alas}} + \sqrt{L_{\text{alas}} \times L_{\text{atas}}} + L_{\text{atas}})$$

Keterangan:

t = Tinggi

L_{alas} = Luas alas

L_{atas} = Luas atas

V = Volume

Berikut perhitungan volume timbunan:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{3} t \times (L_{\text{alas}} + \sqrt{L_{\text{alas}} \times L_{\text{atas}}} + L_{\text{atas}}) \\
 &= \frac{1}{3} 5 \times (278,89 \text{ m}^2 + \sqrt{278,89 \text{ m}^2 \times 72,25 \text{ m}^2} + 72,25 \text{ m}^2) \\
 &= 1,7 (278,89 \text{ m}^2 + 146,12 \text{ m}^2 + 72,25 \text{ m}^2) \\
 &= 1,7 (501,57 \text{ m}^2) \\
 &= 852,67 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan rumus volume timbunan tersebut dapat disimpulkan bahwa batubara didalam satu urutan memiliki kapasitas 852,67 m³ selanjutnya hasil tersebut dikalikan dengan densitas sebesar 1,20 maka didapatkan hasil sebesar 1.000 ton. Untuk 1000 ton dibutuhkan 34 kali ritase dengan menggunakan *Mitsubishi Fuso 220ps 6x4* berkapasitas 30 ton satu ritase untuk *coal getting* sedangkan untuk *coal hauling* menggunakan alat *Dump truck Canter Ps SHDX* dengan kapasitas 10 ton satu unit dibutuh kan 100 kali ritase untuk 1000 ton.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pada PT Mutiara Fortuna Raya kondisi aktual *stockpile* belum dilakukan manajemen *stockpile* dengan optimal dan tidak memiliki SOP (Standar Operasional Prosedur) mengenai pelaksanaan manajemen *stockpile*, dari pengukuran di lapangan terdapat tinggi *stockpile* 6 m dengan *angle of repose* bervariasi mulai dari 20°-80°. Secara aktual didapatkan beberapa kendala yang terjadi pada area *stockpile*. Tidak adanya rancangan *stockpile*, lantai timbunan pada *stockpile* tidak diperhatikan yang mengakibatkan terjadinya cekungan membuat genangan air pada *stockpile* dan terjadinya permasalahan terhadap saluran *drainase* tidak berfungsi dengan baik.
2. Pada PT Mutiara Fortuna Raya secara aktual pola penimbunan yang diterapkan pada perusahaan ini yaitu *windrow* dengan metode *layering*. Belum adanya sistem penimbunan yang sesuai dengan manajemen *stockpile* berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827 K / 30 / MEM / 2018 mengakibatkan pengeluaran batubara tidak selaras dengan hasil *coal getting* sehingga batubara tertimbun terlalu lama pada area *stockpile*.
3. Upaya penanganan perbaikan sistem manajemen pada PT Mutiara Fortuna Raya dengan merekomendasikan penerapan sistem FIFO (*First In First Out*) dimana batubara dimana batubara yang terdahulu masuk, harus dikeluarkan terlebih dahulu, perbaikan sistem penimbunan perlu dilakukan untuk menghindari dan meminimalkan terjadinya efek potensial yang dapat terjadi pada penimbunan batubara yang terlalu lama.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat saya berikan atas permasalahan yang ada di PT Mutiara Fortuna Raya tepatnya di *stockpile* batubara yaitu:

1. Harus memiliki SOP (Standar Operasional Prosedur) mengenai pelaksanaan manajemen *stockpile*.
2. Harus ada pengawasan terhadap penumpukan dan pembongkaran batubara pada area *stockpile*.
3. Harus dilakukan kegiatan FIFO agar batubara yang terlebih dahulu masuk tidak mengalami penumpukan terlalu lama di area *stockpile*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. 2002. *Penambangan Cadangan Batubara Dengan Tambang Terbuka : Kajian Pertambangan Hidrologi dan Lingkungan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Angsory, Rodian. 2017. *Kualitas Batubara dan Stockpile Management*. PT.Geoservices, LTD.
- Bambang, S. (1985). *Perencanaan Drainase Tambang Terbuka*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Carpenter. A.M.(1999). *Management Of Coal Stockpile*. IEA Coal Reseach.
- Kaymakci,E., & Didari,V. 2002. *Relation between coal properties and spontaneous combustion parameter*. Jurnal engineering environmental, Vol 26 tahun 2002, 59-64.
- Chow. 1996. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Hartono, 2008. *Buku Panduan Praktek Tambang Terbuka*. Kapuks Production. Universitas Pembangunan Nasional. Yogyakarta.
- Hermawan, A. (2001). *Pengenalan Umum Batubara, Coal Quality Control & Quantity*, Sucifida.
- Jojo, Aliyusra. 2017. *Manajemen Stockpile Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Batubara di PT. PLN (Persero) Tidore*. Jurnal Teknik Dintek, vol 10 no. 02, September 2017: 6-14
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor : 1827.k/30/MEM/2018 tentang pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- Merja Arta dan Ansosry, 2019. *Rancangan Teknis Stockpile 2 Di PT Bukit AsamTbk, Unit Pelabuhan Tarahan – Lampung*. Jurnal Bina Tambang, Vol.4, No.1.
- Mulyana Hana, 2005. *“Kualitas Batubara dan Stockpile Management”*, PT. Geoservices, LTD, Yogyakarta.
- Olson, M. Riben, dan Wright, J Steven. 1993. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*. Gramedia Pustaka, Jakarta
- Sanwani,E. 1998. *Pencucian Batubara*. Jurusan Teknik Pertambangan – FTM, Pertambangan. Institut Teknologi Bandung.
- Sudjana, 1992. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung.
- Sukandarrumidi. 2009. *Batubara dan Pemanfaatan*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

- Suwandhi, A., 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Unisba
- Suyoto. 2010. *Kajian Terhadap Penimbunan Batubara Pada Live Stockpile I Untuk Mengurangi Terjadinya Penimbunan Batubara di Temporary Stockpile Tambang Air Laya Bukit Asam (persero) Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*.

LAMPIRAN 1**DATA PRODUKSI COAL GETTING DAN HAULING DARI JANUARI – JULI**

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	Ton
1-Jan-22	-	7,64
2-Jan-22	-	326,47
3-Jan-22	470,40	625,59
4-Jan-22	720,30	582,87
5-Jan-22	917,90	520,10
6-Jan-22	1.003,00	655,18
7-Jan-22	506,60	474,32
8-Jan-22	697,30	500,17
9-Jan-22	465,20	550,12
10-Jan-22	-	539,79
11-Jan-22	-	698,28
12-Jan-22	-	778,10
13-Jan-22	448,80	875,07
14-Jan-22	1.161,10	627,82
15-Jan-22	487,60	574,78
16-Jan-22	-	511,08
17-Jan-22	379,00	445,57
18-Jan-22	622,20	440,56
19-Jan-22	-	330,44
20-Jan-22	419,90	226,03
21-Jan-22	284,80	275,88
22-Jan-22	-	480,47
23-Jan-22	1.478,80	451,45
24-Jan-22	670,00	209,60
25-Jan-22	-	316,23
26-Jan-22	494,70	447,47
27-Jan-22	965,60	796,51
28-Jan-22	799,00	791,34
29-Jan-22	-	795,71
30-Jan-22	-	655,04
31-Jan-22	586,50	295,63
TOTAL	13.578,70	15.805,31

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	ton
1-Feb-22	805,20	332,64
2-Feb-22	587,60	304,28
3-Feb-22	856,80	502,94
4-Feb-22	297,00	532,10
5-Feb-22	753,20	581,66
6-Feb-22	-	759,81
7-Feb-22	-	589,88
8-Feb-22	657,90	246,66
9-Feb-22	725,90	356,05
10-Feb-22	1.173,00	522,61
11-Feb-22	221,00	507,10
12-Feb-22	126,00	288,06
13-Feb-22	-	413,65
14-Feb-22	1.184,90	710,72
15-Feb-22	-	697,39
16-Feb-22	404,60	471,94
17-Feb-22	736,10	354,58
18-Feb-22	159,00	563,03
19-Feb-22	-	502,33
20-Feb-22	-	32,08
21-Feb-22	-	-
22-Feb-22	-	-
23-Feb-22	-	-
24-Feb-22	-	-
25-Feb-22	787,10	-
26-Feb-22	785,40	-
27-Feb-22	545,70	-
28-Feb-22	1.004,70	73,82
TOTAL	11.811,10	9.343,33

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	Ton
1-Mar-22	540,60	248,78
2-Mar-22	-	357,34
3-Mar-22	-	393,48
4-Mar-22	-	390,01
5-Mar-22	-	365,16
6-Mar-22	-	270,27
7-Mar-22	-	225,90
8-Mar-22	413,10	278,81
9-Mar-22	-	215,82
10-Mar-22	1.069,30	169,96
11-Mar-22	948,60	253,26
12-Mar-22	1.162,80	313,28
13-Mar-22	671,60	309,50
14-Mar-22	-	270,05
15-Mar-22	249,90	341,73
16-Mar-22	-	280,36
17-Mar-22	326,40	328,17
18-Mar-22	-	190,28
19-Mar-22	-	379,55
20-Mar-22	-	385,98
21-Mar-22	-	72,85
22-Mar-22	1.389,70	-
23-Mar-22	699,00	-
24-Mar-22	440,30	-
25-Mar-22	263,50	-
26-Mar-22	-	-
27-Mar-22	715,70	-
28-Mar-22	826,90	104,76
29-Mar-22	734,30	310,52
30-Mar-22	559,30	422,48
31-Mar-22	266,90	287,22
TOTAL	11.277,9	7.165,5

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	Ton
1-Apr-22	625,60	404,01
2-Apr-22	384,20	643,23
3-Apr-22	-	437,99
4-Apr-22	-	692,21
5-Apr-22	-	834,13
6-Apr-22	-	175,87
7-Apr-22	-	421,09
8-Apr-22	-	975,57
9-Apr-22	-	1.078,34
10-Apr-22	-	950,61
11-Apr-22	149,60	993,34
12-Apr-22	397,80	878,82
13-Apr-22	493,00	534,66
14-Apr-22	187,00	243,88
15-Apr-22	-	-
16-Apr-22	595,00	-
17-Apr-22	-	-
18-Apr-22	-	-
19-Apr-22	-	-
20-Apr-22	-	-
21-Apr-22	-	-
22-Apr-22	-	-
23-Apr-22	-	-
24-Apr-22	-	-
25-Apr-22	523,60	71,93
26-Apr-22	-	598,57
27-Apr-22	-	608,77
28-Apr-22	-	11,14
29-Apr-22	-	-
30-Apr-22	-	-
1-May-22	-	-
TOTAL	3.355,8	10.554,2

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	ton
1-May-22	-	-
2-May-22	-	-
3-May-22	-	-
4-May-22	-	-
5-May-22	-	-
6-May-22	-	-
7-May-22	-	-
8-May-22	-	-
9-May-22	-	-
10-May-22	-	-
11-May-22	-	-
12-May-22	-	-
13-May-22	-	-
14-May-22	-	-
15-May-22	-	-
16-May-22	-	-
17-May-22	1.356,60	-
18-May-22	627,30	78,33
19-May-22	1.249,50	474,52
20-May-22	413,10	795,08
21-May-22	-	799,66
22-May-22	527,00	854,59
23-May-22	214,20	796,84
24-May-22	1.196,80	926,94
25-May-22	617,10	361,96
26-May-22	664,70	366,25
27-May-22	776,90	360,85
28-May-22	423,30	427,11
29-May-22	319,60	326,40
30-May-22	-	556,41
31-May-22	1.574,20	557,97
TOTAL	9.960,3	7.682,9

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	ton
1-Jun-22	2.247,40	499,63
2-Jun-22	277,10	470,24
3-Jun-22	1.103,30	449,68
4-Jun-22	122,40	397,55
5-Jun-22	-	441,25
6-Jun-22	-	640,93
7-Jun-22	-	637,29
8-Jun-22	-	624,72
9-Jun-22	-	356,74
10-Jun-22	504,90	452,52
11-Jun-22	2.594,20	636,70
12-Jun-22	2.696,20	702,57
13-Jun-22	311,10	671,33
14-Jun-22	-	689,95
15-Jun-22	-	942,10
16-Jun-22	2.813,50	1.155,55
17-Jun-22	882,30	1.027,68
18-Jun-22	-	910,41
19-Jun-22	-	915,59
20-Jun-22	-	965,51
21-Jun-22	3.063,40	1.154,28
22-Jun-22	2.917,20	1.051,99
23-Jun-22	2.454,80	1.037,33
24-Jun-22	596,70	904,40
25-Jun-22	-	701,25
26-Jun-22	-	436,34
27-Jun-22	-	576,70
28-Jun-22	-	302,54
29-Jun-22	-	810,53
30-Jun-22	-	573,12
	-	-
TOTAL	22.584,5	21.136,4

Date	COAL GETTING	COAL HAULING
	ton	ton
1-Jul-22	2.255,90	731,39
2-Jul-22	2.694,50	589,50
3-Jul-22	846,60	571,72
4-Jul-22	-	300,84
5-Jul-22	248,20	99,30
6-Jul-22	-	571,77
7-Jul-22	474,30	807,32
8-Jul-22	-	987,31
9-Jul-22	-	460,89
10-Jul-22	-	154,31
11-Jul-22	2.504,10	720,63
12-Jul-22	2.541,50	1.294,45
13-Jul-22	2.731,90	1.420,84
14-Jul-22	2.726,80	1.048,58
15-Jul-22	-	829,86
16-Jul-22	613,70	958,51
17-Jul-22	-	841,04
18-Jul-22	-	1.011,68
19-Jul-22	1.519,80	844,88
20-Jul-22	3.447,60	1.185,86
21-Jul-22	3.153,50	1.053,56
22-Jul-22	2.803,30	800,85
23-Jul-22	290,70	602,59
24-Jul-22	-	427,76
25-Jul-22	-	965,01
26-Jul-22	-	538,05
27-Jul-22	-	498,41
28-Jul-22	3.488,40	438,90
29-Jul-22	2.478,60	482,30
30-Jul-22	1.667,70	861,21
31-Jul-22	-	820,47
TOTAL	36.487,1	22.919,8

(Sumber : PT. Mutiara Fortuna Raya)

LAMPIRAN 2
DOKUMENTASI



Gambar 25. Proses Pengambilan Data Pengukuran Stockpile



Gambar 26. Proses Pengambilan Data Menggunakan Total Station



Gambar 27. Proses Pengambilan Data Menggunakan Meteran

LAMPIRAN 3

DATA KUALITAS BATUBARA PT MUTIARA FORTUNA RAYA



Marine & Cargo / Coal / Mineral & Metals / Agriculture / Petroleum & Other Services

No: **JKT-L 10012**

CERTIFICATE OF SAMPLING AND ANALYSIS

Description of Goods : **INDONESIAN STEAM COAL**
Quantity : **7,654.281 MT**
Name of Vessel : **TB. TROIS / BG. EMMERY**
Shipper : **PT. SURYA SATRIA NUSANTARA**
MAQNA OFFICE NO 22-25, BUSINESS PARK KEBON JERUK
JL. MERUYA ILIR RAYA NO. 88, KEMBANGAN, JAKARTA BARAT
Port of Loading : **JETTY KARYA BUANA SEJAHTERA, KUALA TUNGKAL, JAMBI**
Port of Discharge : **JETTY SARI DUMAI SEJATI, RIAU**
Consignee : **TO ORDER**
Notify Party : **TO ORDER**
Date of Attendance : **JUNE 14 - 17, 2022**

SAMPLING

Sampling performed as per ASTM standards (D2234/D2234M-20) Condition I-B-1/D7430-18ae1 in which portion of sample collected from freshly exposed surface while the material was on belt conveyor, in which the movements of individual increment collection are spaced evenly in time or in position over the lot. Samples were collected throughout the entire loading of the barge.

SAMPLE PREPARATION

Gross sample were taken to PT Tribhakti Inspektama laboratory and prepared for analysis as per ASTM D2013/D2013M-21

ANALYSIS

Analysis were performed at PT. Tribhakti Inspektama, Palembang Laboratory (accredited by KAN / National Accreditation Committee - Indonesia for ISO/IEC 17025:2017 Cert. No. LP-1137-IDN) in accordance with the following standard method. The results are as stated below:

TOTAL MOISTURE (ARB)	ASTM D3302/D3302M-19	52.33	PCT
INHERENT MOISTURE (ADB)	ASTM D3173-17a	16.77	PCT
ASH CONTENT (ADB)	ASTM D3174-12 (2018)e1	9.00	PCT
ASH CONTENT (ARB)	ASTM D3174-12 (2018)e1	5.15	PCT
VOLATILE MATTER (ADB)	ASTM D3175-20	42.94	PCT
FIXED CARBON (ADB)	ASTM D3172 - 13 (2021)e1	31.29	PCT
TOTAL SULPHUR (ADB)	ASTM D4239-18e1	0.26	PCT
TOTAL SULPHUR (ARB)	ASTM D4239-18e1	0.15	PCT
GROSS CALORIFIC VALUE (ADB)	ASTM D5865-19	4,903	KCAL/KG
GROSS CALORIFIC VALUE (ARB)	ASTM D5865-19	2,808	KCAL/KG

PALEMBANG, JUNE 24, 2022

Reported By

YEVAN SENONE POETRA
2018/TT/MINERBA/021

Issued by
PT TRIBHAKTI INSPEKTAMA
At loading port



DANANG DWE SASONGKO, S.Si
Branch Manager
Cert No : BTB-2204JMB.151

Head Office :

Jl. Pantai Indah Selatan I, Ruko Elang Laut Boulevard Blok F No. 31-33 Kamal Muara,
Jakarta Utara - Indonesia 14470. Phone: +62.21.2251.0022

Branch Offices :

JAKARTA, SAMARINDA, BERAU, BULUNGAN, BANJARMASIN, BATULICIN, MUARA TEWEH, ACEH,
MEDAN, BATAM, PADANG, JAMBI, BENGKULU, LAMPUNG, PALEMBANG, KENDARI



This report is made and issued by the Company upon the Principal's/Applicant's request and the analysis contained therein shall reflect the Company's findings on the analysis of sample submitted by Principal/Applicant and/or sample drawn by the Company at the time and place of performing the inspection/testing only. Under no circumstances will the Company be held responsible in any way for any parties on any business or any legal consequences from any transactions made using this report of analysis.

Gambar 28. Coa PT.Mutiara Fortuna Raya

LAMPIRAN 4
GAMBAR AKTUAL SUDUT TIMBUNAN DENGAN APLIKASI



Gambar 29. Sudut Timbunan 20°



Gambar 30. Sudut Timbunan 85°



Gambar 31. Sudut Timbunan 52°



Gambar 32. Sudut Timbunan 51°

LAMPIRAN 5
PERHITUNGAN CURAH HUJAN

Lampiran 1. Curah Hujan

Curah Hujan PT Mutiara Fortuna Raya (mm)

Tahun	Quarter I			Quarter II			Quarter III			Quarter IV		
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2017	185,5	115,3	287,5	516,5	321,4	231,6	143,8	147,8	148,2	250,4	350,3	248
2018	174,1	175,6	439,4	341,8	349,7	90,4	29	75,7	161,2	112,6	371,6	322,3
2019	290,1	371	21,3	399,1	183,2	126	63	80,5	39,3	158,9	160,9	185,4
2020	186	166,8	212,4	250,6	328,8	170,5	154,5	216,7	207,7	287,1	275,5	447
2021	183	28,1	411,3	320,1	437,5	173,7	273,9	164	336,1	165,3	285,9	125,8
Total	1018,7	856,8	1371,9	1828,1	1620,6	792,2	664,2	684,7	892,5	974,3	1444,2	1328,5
Rata-Rata	203,74	171,36	274,38	365,62	324,12	158,44	132,84	136,94	178,5	194,86	288,84	265,7
Minimal	174,1	28,1	21,3	250,6	183,2	90,4	29	75,7	39,3	112,6	160,9	125,8
Maksimal	290,1	371	439,4	516,5	437,5	231,6	273,9	216,7	336,1	287,1	371,6	447

(Sumber : Data Curah Hujan PT Mutiara Fortuna Raya 2017 – 2021)

Perhitungan curah hujan (mm) dengan metode *Gumbell*

No	(Xi)Curah Hujan (mm/bulan)	X (mm)	Xi - X	(Xi-X)^2
1	516,5	224,61	291,89	85199,77
2	447	224,61	222,39	49457,31
3	439,4	224,61	214,79	46134,74
4	437,5	224,61	212,89	45322,15
5	411,3	224,61	186,69	34853,16
6	399,1	224,61	174,49	30446,76
7	371,1	224,61	146,49	21459,32
8	371	224,61	146,39	21430,03
9	350,3	224,61	125,69	15797,98
10	349,7	224,61	125,09	15647,51
11	341,8	224,61	117,19	13733,50
12	336,1	224,61	111,49	12430,02
13	328,8	224,61	104,19	10855,56
14	322,3	224,61	97,69	9543,34
15	321,4	224,61	96,79	9368,30
16	320,1	224,61	95,49	9118,34
17	290,1	224,61	65,49	4288,94
18	287,5	224,61	62,89	3955,15
19	287,1	224,61	62,49	3905,00
20	285,9	224,61	61,29	3756,46
21	275,5	224,61	50,89	2589,79
22	273,9	224,61	49,29	2429,50
23	250,6	224,61	25,99	675,48
24	250,4	224,61	25,79	665,12
25	248	224,61	23,39	547,09
26	231,6	224,61	6,99	48,86
27	216,7	224,61	-7,91	62,57
28	212,4	224,61	-12,21	149,08
29	207,7	224,61	-16,91	285,95
30	186	224,61	-38,61	1490,73
31	185,5	224,61	-39,11	1529,59
32	185,4	224,61	-39,21	1537,42
33	183,2	224,61	-41,41	1714,79
34	183	224,61	-41,61	1731,39
35	175,6	224,61	-49,01	2401,98
36	174,1	224,61	-50,51	2551,26
37	173,7	224,61	-50,91	2591,83
38	170,5	224,61	-54,11	2927,89
39	166,8	224,61	-57,81	3342,00
40	165,3	224,61	-59,31	3517,68
41	164	224,61	-60,61	3673,57
42	161,2	224,61	-63,41	4020,83
43	160,9	224,61	-63,71	4058,96
44	158,9	224,61	-65,71	4317,80
45	154,5	224,61	-70,11	4915,41
46	148,2	224,61	-76,41	5838,49
47	147,8	224,61	-76,81	5899,78
48	143,8	224,61	-80,81	6530,26
49	126	224,61	-98,61	9723,93
50	125,8	224,61	-98,81	9763,42
51	115,3	224,61	-109,31	11948,68
52	112,6	224,61	-112,01	12546,24
53	90,4	224,61	-134,21	18012,32
54	80,5	224,61	-144,11	20767,69
55	75,7	224,61	-148,91	22174,19
56	63	224,61	-161,61	26117,79
57	39,3	224,61	-185,31	34339,80
58	29	224,61	-195,61	38263,27
59	28,1	224,61	-196,51	38616,18
60	21,3	224,61	-203,31	41334,96
Total	13.476			802356,9
Rata-Rata	224,60			
Maksimal	516,5			
Minimal	21,3			

Perhitungan Koreksi Simpangan

No	Urutan Sampel	Y_n	\bar{Y}_N	$Y_n - \bar{Y}_N$	$(Y_n - \bar{Y}_N)^2$
1	1	4,102620597	0,27604	3,82658	14,64272
2	2	3,401104778	0,27604	3,12506	9,76603
3	3	2,987152116	0,27604	2,71111	7,35013
4	4	2,690859860	0,27604	2,41482	5,83135
5	5	2,458979598	0,27604	2,18294	4,76523
6	6	2,267790710	0,27604	1,99175	3,96707
7	7	2,104637777	0,27604	1,82860	3,34377
8	8	1,961964682	0,27604	1,68592	2,84234
9	9	1,834895730	0,27604	1,55886	2,43003
10	10	1,720100060	0,27604	1,44406	2,08531
11	11	1,615200189	0,27604	1,33916	1,79335
12	12	1,518438985	0,27604	1,24240	1,54356
13	13	1,428480397	0,27604	1,15244	1,32812
14	14	1,344284225	0,27604	1,06824	1,14115
15	15	1,265024194	0,27604	0,98898	0,97809
16	16	1,190032509	0,27604	0,91399	0,83538
17	17	1,118761231	0,27604	0,84272	0,71018
18	18	1,050754706	0,27604	0,77471	0,60018
19	19	0,985629433	0,27604	0,70959	0,50352
20	20	0,923059092	0,27604	0,64702	0,41863
21	21	0,862763211	0,27604	0,58672	0,34424
22	22	0,804498454	0,27604	0,52846	0,27927
23	23	0,748051821	0,27604	0,47201	0,22280
24	24	0,693235281	0,27604	0,41720	0,17405
25	25	0,639881474	0,27604	0,36384	0,13238
26	26	0,587840222	0,27604	0,31180	0,09722
27	27	0,536975676	0,27604	0,26094	0,06809
28	28	0,487163945	0,27604	0,21112	0,04457
29	29	0,438291091	0,27604	0,16225	0,02633
30	30	0,390251436	0,27604	0,11421	0,01304
31	31	0,342946071	0,27604	0,06691	0,00448
32	32	0,296281563	0,27604	0,02024	0,00041
33	33	0,250168773	0,27604	-0,02587	0,00067
34	34	0,204521770	0,27604	-0,07152	0,00511
35	35	0,159256813	0,27604	-0,11678	0,01364
36	36	0,114291344	0,27604	-0,16175	0,02616
37	37	0,069542987	0,27604	-0,20650	0,04264
38	38	0,024928501	0,27604	-0,25111	0,06306
39	39	-0,019637330	0,27604	-0,29568	0,08743
40	40	-0,064242940	0,27604	-0,34028	0,11579
41	41	-0,108981384	0,27604	-0,38502	0,14824
42	42	-0,153951990	0,27604	-0,42999	0,18489
43	43	-0,199262337	0,27604	-0,47530	0,22591
44	44	-0,245030687	0,27604	-0,52107	0,27151
45	45	-0,291389050	0,27604	-0,56743	0,32198
46	46	-0,338487108	0,27604	-0,61453	0,37764
47	47	-0,386497376	0,27604	-0,66254	0,43896
48	48	-0,435622118	0,27604	-0,71166	0,50646
49	49	-0,486102848	0,27604	-0,76214	0,58086
50	50	-0,538233722	0,27604	-0,81427	0,66304
51	51	-0,592380968	0,27604	-0,86842	0,75415
52	52	-0,649012041	0,27604	-0,92505	0,85572
53	53	-0,708741122	0,27604	-0,98478	0,96979
54	54	-0,772403602	0,27604	-1,04844	1,09923
55	55	-0,841185386	0,27604	-1,11723	1,24819
56	56	-0,916864948	0,27604	-1,19290	1,42302
57	57	-1,002314105	0,27604	-1,27835	1,63419
58	58	-1,102691151	0,27604	-1,37873	1,90090
59	59	-1,228975618	0,27604	-1,50502	2,26507
60	60	-1,413635625	0,27604	-1,68968	2,85500
Total		33,125017851			87,3623
Rata-Rata		0,27604			0,72802

Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

Metode yang digunakan dalam perhitungan data curah hujan adalah metode distribusi Gumbel yang terdiri dari beberapa tahap dibawah ini:

Penentuan Simpangan Baku. Penentuan simpangan baku didapat dari jumlah data curah hujan (n) yaitu 60 dan sigma dari hasil pengurangan curah hujan dengan curah hujan rata-rata $((X_i - \bar{X})^2)$ yaitu : 802356,9mm/bulan (tabel)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$
$$= \sqrt{\frac{802356,9}{60-1}} = 116,62 \text{ mm/bulan}$$

Perhitungan Koreksi Variansi. Periode ulang yang digunakan adalah lima tahun maka $T = 5$, sehingga koreksi variansi adalah sebagai berikut:

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{T-1}{T} \right\} \right]$$
$$= -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{5-1}{5} \right\} \right]$$
$$= 1,4999$$

Perhitungan Koreksi Simpang. Koreksi simpang diperoleh dari jumlah data curah hujan (n) yaitu 60, jumlah urutan data (m) yaitu 1 sampai 60, sehingga dapat diperoleh koreksi rata-rata (Y_n) dan \bar{Y}_n , diketahui nilai $(Y_n - \bar{Y}_n)^2$ adalah 87,3623 sehingga dapat ditentukan nilai koreksi simpang sebagai berikut:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n - 1}}$$
$$= \sqrt{\frac{87,3623}{60-1}} = 1,21$$

Sehingga dari data diatas dapat ditentukan nilai curah hujan rencana sebagai berikut:

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

$$X_t = 224,61 + \frac{116,62}{1,21} (1,4999 - 0,27604)$$

$$X_t = 224,61 + 96,36 (1,22386)$$

$$X_t = 224,61 + 117,9311$$

$$X_t = 342,1211 \text{ mm/bulan}$$

$$X_t = 342,1211 / 30 = 11,40 \text{ mm/hari}$$

Intensitas Curah Hujan

Jumlah Jam Hujan (jam)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2018	4,580	5,287	2,905	3,734	4,293	1,882	1,183	2,832	2,432	2,572	3,124	1,634
2019	1,520	2,670	1,839	2,123	1,367	610	1,223	1,112	1,467	2,854	3,652	4,135
2020	1,830	3,670	3,053	3,100	1,117	1,492	315	213	543	1,235	1,589	1,843
2021	2,100	2,236	1,743	3,210	3,273	1,698	1,213	1,631	1,421	2,123	2,257	1,421
Total Jam Hujan (Jam)												1755,93
Total Jam Hujan (Menit)												105356
Rata-Rata Jam Hujan (Menit)												2194,92
Rata-Rata Jam Hujan (Jam)												36,58

Berdasarkan hasil menunjukkan jam hujan harian, dimana waktu hujan bulanan rata rata adalah sebesar 2194,92 menit atau sekitar 36,58 jam.

Jumlah Hari Hujan Bulanan (hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2018	10	13	9	12	17	8	5	13	13	16	18	16
2019	9	11	14	16	10	5	8	8	4	12	20	15
2020	15	13	11	14	6	9	5	3	6	4	18	12
2021	14	9	5	7	19	12	9	5	13	11	14	11
Total Hari Hujan												528
Rata-Rata Hari Hujan												11

menunjukkan hari hujan perbulan, hari hujan yang digunakan adalah hari hujan rata-rata yang terjadi sepanjang tahun yaitu 11 hari.

Berdasarkan hasil maka dapat dihitung intensitas curah hujan dalam mm/jam.

Diketahui :

R24 : 11,40 mm/hari

Jam hujan rata-rata : 2194,92 menit = 36,58jam.

Hari hujan rata-rata : 11 hari

$$\begin{aligned}tc &= \frac{\text{jam hujan rata-rata}}{\text{hari hujan rata-rata}} \\ &= \frac{36,58}{11} \\ &= 3,32 \text{ jam/hari}\end{aligned}$$

Intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah penambangan Pada Area *Stockpile* PT. Mutiara Fortuna Raya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{11,40}{24} \left(\frac{24}{3,32}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 0,48 (7,23)^{2/3} \\ &= 1,79 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

Debit Air Limpasan

Untuk menghitung besarnya debit air limpasan yang masuk pada suatu wilayah, dapat dihitung dengan rumus rasional sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

dimana :

Q = Debit limpasan (m³/jam)

C = Koefesien limpasan

I = Intensitas curah hujan (m³/jam)

A = Luas *catchment area* (Km²)

Debit Limpasan Rancangan Saluran Terbuka

Debit Limpasan

$$\begin{aligned}Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,7 \times 1,752 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,004248 \text{ km}^2 \\ &= 0,0014 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 5,21 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Volume Air Limpasan

Jadi dari debit air limpasan dapat ditentukan volume air yang terdapat didalam rancangan *drainase stockpile* PT. Mutiara Fortuna Raya yaitu :

Durasi hujan total (t) = 3,32 jam/hari

Hari hujan rata-rata = 11 hari

Debit air limpasan (Q) = 5,21 m³/jam

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{V}{t} \\
V &= Q \cdot t \\
&= 5,21 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3,32 \text{ jam/hari} \\
&= 17,2972 \text{ m}^3/\text{hari} \\
&= 17,2972 \text{ m}^3/\text{hari} \times 11 \text{ hari} \\
&= 190,2692 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Penentuan Rancangan Saluran Terbuka

Rancangan Dimensi Saluran Terbuka

Rancangan dimensi saluran yang didapat dengan cara *trial and error*. Untuk dimensi saluran terbuka berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan dinding saluran sebesar 60° , maka:

$$\begin{aligned}
m &= \frac{1}{\tan \alpha} \\
&= \frac{1}{\tan 60} \\
&= \frac{1}{1,73205} = 0,5774
\end{aligned}$$

Sehingga harga b/d dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
b/d &= 2\{(1 + m^2)^{0.5} - m\} \\
b &= 2\{(1 + m^2)^{0.5} - m\} d \\
&= 2\{(1 + 0,5774^2)^{0.5} - 0,5774\} d \\
&= 2\{(1 + 0,3334)^{0.5} - 0,5774\} d \\
&= 2\{(1,3334)^{0.5} - 0,5774\} d \\
&= 2 (1,1547 - 0,5774) d \\
&= 2 (0,5773) d \\
&= 1,1546 d
\end{aligned}$$

Dari persamaan diatas maka A:

$$\begin{aligned}
A &= (b + m \cdot d) \cdot d \\
&= (1,1546 d + 0,5774 d) d \\
&= 1,1546 d^2 + 0,5774 d^2 \\
&= 1,73 d^2
\end{aligned}$$

Debit air yang masuk kedalam rancangan saluran terbuka adalah debit limpasan, dihitung dengan cara menentukan luas *catchment area* rancangan saluran terbuka dan intensitas curah hujan serta koefisien limpasan, berikut perhitungan debit limpasan rancangan saluran terbuka:

Debit Limpasan.

$$\begin{aligned}
Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\
&= 0,278 \times 0,7 \times 1,752 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,004248 \text{ km}^2
\end{aligned}$$

$$= 0,0014 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 5,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi dari perhitungan diatas dapat dikatakan debit yang harus dialirkan pada saluran tambang adalah 0,0014 m³/detik atau 5,21 m³/jam, Kemiringan dasar saluran ditentukan dengan pertimbangan bahwa suatu aliran dapat mengalir secara alamiah S = 0.25 – 0.5% yang merupakan syarat agar tidak terjadi erosi yang berlebihan dan pengendapan parikel padatan. Dalam perhitungan menggunakan kemiringan dasar saluran sebesar 0.5 % dan koefisien kekerasan dinding saluran manning pada tabel 8 untuk tanah ditanami adalah 0,025-0,040 sehingga nilai n nya sebagai berikut :

$$n = (0,025 + 0,040) / 2$$

$$= 0,065 / 2$$

$$= 0,03$$

$$R = 0,5 \text{ d}$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot \sqrt{S} \cdot R^{2/3}$$

$$5,21 = \frac{1}{0,03} \cdot 1,73 \text{ d}^2 \cdot \sqrt{0,5} \cdot 0,5 \text{ d}^{2/3}$$

$$5,21 = \frac{1 \times 1,73 \times 0,71 \times 0,5 \times \text{d}^{\frac{8}{3}}}{0,03}$$

$$0,1563 = 1,73 \times 0,71 \times 0,5 \times \text{d}^{8/3}$$

$$0,1563 = 0,61415 \times \text{d}^{8/3}$$

$$\text{d}^{\frac{8}{3}} = \frac{0,1563}{0,61415}$$

$$\text{d} = 0,2545^{3/8}$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

Besar tinggi jagaan (Z) adalah 15% dari 0,6 m, sehingga tinggi jagaan saluran adalah sebagai berikut :

$$\text{Tinggi jagaan (F)} = 15\% \times 0,6 \text{ m}$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

$$b = 1,15 \times \text{d}$$

$$= 1,15 \times 0,6$$

$$= 0,7 \text{ m}$$

$$A = 1,73 \times 0,6^2$$

$$= 1,73 \times 0,36$$

$$= 0,62 \text{ m}$$

$$B = b + (2 \cdot \text{m} \times \text{d})$$

$$= 1,15 + (2 \cdot 0,58 \times 0,6)$$

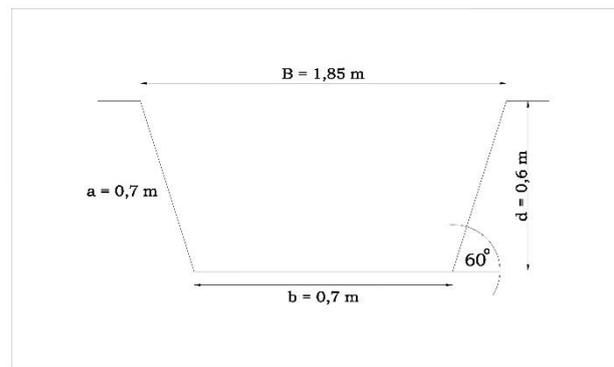
$$= 1,15 + (0,7)$$

$$= 1,85 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} a &= d / \sin \alpha \\ &= d / \sin 60 \\ &= 0,6 / 0,87 \\ &= 0,7 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka, dimensi saluran rencana, yaitu:

1. Lebar dasar saluran (b) = 0,7 m
2. Luas penampang basah saluran (A) = 0,62 m
3. Lebar permukaan saluran (B) = 1,85 m
4. Kedalaman saluran (d) = 0,6 m
5. Kemiringan dinding saluran (α) = 60°
6. Panjang sisi miring saluran terbuka (a) = 0,7 m



Gambar 33 Rekomendasi Dimensi Saluran Terbuka