

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH HASIL OPTIMASI KONSUMSI  
BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT PADA ALIRAN KAS  
*PIT RIVER REEF* PT CITRA PALU MINERALS**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**AISHA REZI AMALIA**

**D111 19 1028**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISIS PENGARUH HASIL OPTIMASI KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT PADA ALIRAN KAS *PIT RIVER REEF* PT CITRA PALU MINERALS

Disusun dan diajukan oleh

**Aisha Rezi Amalia**

**D111 19 1028**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 29 November 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

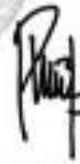
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, ST., MT.  
NIP 197010052008012026



Rizki Amalia, ST., MT.  
NIP 199205042019016001

Ketua Program Studi,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, ST., MT.  
NIP 197010052008012026



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;  
Nama : Aisha Rezi Amalia  
NIM : D111191028  
Program Studi : Teknik Pertambangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Pengaruh Hasil Optimasi Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada  
Aliran Kas *Pit River Reef* PT Citra Palu Minerals}

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 29 November 2023

Yang Menyatakan



Aisha Rezi Amalia



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang hingga saat ini masih memberikan kita nikmat iman dan kesehatan, sehingga penulis diberikan kesempatan untuk menyelesaikan kegiatan penelitian dan pengerjaan tugas akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Optimasi Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Aliran Kas *Pit River Reef* PT Citra Palu Minerals”

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, tentu saja terdapat beberapa hambatan yang dirasakan, oleh sebab itu tak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu mulai dari awal penelitian sampai seluruh rangkaian kegiatan selesai. Terima kasih khususnya kepada Bapak Dr. Yan Adriansyah, S.T, M.T selaku Kepala Teknik Tambang PT Citra Palu Minerals, Bapak Yudi Alfitri selaku pembimbing selama kegiatan penelitian, Bapak Peter Yapianto selaku Manager Departemen *Mine Engineer*, Ibu Muthmainah selaku *Supervisor* Departemen *Finance and Treasury*, Pak Mus Muliadi selaku *Supervisor* Departemen *Mine Operation*, Bapak Hafiz Zulkarami Rayendra, S.T. selaku *Supervisor* Departemen *Mine Engineer* sekaligus *Senior Mine Engineer*, Bapak Rifyan Sabaruddin, S.T. selaku *Junior Mine Engineer* dan seluruh karyawan PT Citra Palu Minerals yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya yang selalu membantu penulis selama kegiatan penelitian di PT Citra Palu Minerals.

Ungkapan terima kasih juga kepada Ibu Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T. dan Ibu Rizki Amalia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis mulai dari persiapan penelitian hingga penyusunan tugas akhir selesai. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Eng. Rini Novrianti Sutardjo Tui, S.T., M.T., MBA selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan saran dan masukan yang membangun untuk hasil tugas akhir yang lebih baik ke depannya.

Penulis juga ingin berterima kasih kepada teman-teman penulis yaitu Nurul Alifia Putri, Regina Cahyani Djamil Latief, Diva Vareliya Suharman yang telah kebersamai selama kurang lebih empat tahun dan rekan-rekan Laboratorium Perencanaan dan Tambang yang selalu memberi dukungan dan masukan selama proses belajar di atas Hasanuddin. Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua Ibu Fatmawati, SE dan Ayah M. Rusdi Palakia, SE serta kedua adik penulis



Muhammad Fauzan Gibran dan Mohammad Indra Saputra yang selalu sedia memberi dukungan kepada penulis. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan wawasan keilmuan dibidang optimasi konsumsi bahan bakar.

Gowa, 29 November 2023

Aisha Rezi Amalia



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## ABSTRAK

**AISHA REZI AMALIA.** *Analisis Pengaruh Optimasi Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Aliran Kas Pit River Reef PT Citra Palu Minerals* (dibimbing oleh Aryanti Virtanti Anas dan Rizki Amalia)

PT Citra Palu Minerals merupakan perusahaan pertambangan emas yang berlokasi di Palu, Sulawesi Tengah. Kegiatan penambangan dilakukan pada *Pit River Reef* dengan metode tambang terbuka menggunakan 2 unit alat gali-muat dan 15 unit alat angkut yang disewa dari kontraktor. Penggunaan alat berat membutuhkan biaya yang besar baik dari biaya sewa hingga biaya konsumsi bahan bakarnya. Saat ini, konsumsi bahan bakar khususnya alat angkut belum terencana dan jumlah alat yang digunakan bervariasi setiap harinya menjadi salah satu penyebab perusahaan masih kesulitan untuk menentukan jumlah konsumsi bahan bakar yang optimal. Hal ini berdampak pada penggunaan alat angkut dan konsumsi bahan bakar yang tidak sesuai, mengakibatkan biaya operasional meningkat dan berpengaruh terhadap laba yang diperoleh perusahaan. Rendahnya produksi yang dihasilkan per bulan akan mengakibatkan *fuel ratio* yang tinggi sehingga biaya operasional meningkat, sementara target produksi yang ditetapkan perusahaan tidak terpenuhi. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar alat angkut yang optimal tanpa mengurangi hasil produksinya dan menganalisis pengaruh hasil optimasi terhadap aliran kas *Pit River Reef*. Kegiatan optimasi biaya bahan bakar alat angkut dilakukan menggunakan metode *linear programming* dengan bantuan *software POM QM for Windows*. Hasil optimasi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam biaya operasional lalu membuat aliran kas yang baru untuk melihat pengaruh hasil optimasi konsumsi bahan bakar pada aliran kas sebelum dan setelah dilakukan optimasi. Setelah dilakukan optimasi, terjadi penurunan jumlah konsumsi bahan bakar alat angkut dari 62.201 liter turun menjadi 37.532 liter atau sebesar 40% pada bulan Januari, dan yang sebelumnya 51.590 liter turun menjadi 27.226 liter atau sebesar 47% pada bulan Februari. Pengaruh hasil optimasi bahan bakar alat angkut, mengakibatkan penurunan biaya operasional sebesar 13% pada bulan Januari dan penurunan sebesar 15% pada bulan Februari 2023. Nilai aliran kas mengalami kenaikan sebesar 0,75% pada bulan Januari dan kenaikan sebesar 0,67% pada bulan Februari 2023.

Kata Kunci: Optimasi, *Linear programming*, Konsumsi Bahan Bakar, Aliran Kas



## ***ABSTRACT***

**AISHA REZI AMALIA.** *Analysis of Fuel Consumption Optimization's Influence of Hauling Equipment on the Cash Flow at River Reef Pit PT Citra Palu Minerals* (supervised by Aryanti Virtanti Anas and Rizki Amalia)

PT Citra Palu Minerals is a gold mining company located in Palu, Central Sulawesi. The mining activities are carried out at the River Reef Pit using an open-pit mining method with 2 units of excavators and 15 units of hauling equipment rented from contractors. The use of heavy equipment entails significant costs, including rental and fuel consumption expenses. Currently, the fuel consumption, particularly of the hauling equipment, is not planned, and the number of units in use varies daily, which is one of the reasons the company struggles to determine the optimal fuel consumption. This has repercussions on equipment usage and fuel consumption, leading to increased operational costs and affecting the company's profit. Low monthly production results in a high fuel ratio, causing an increase in operational costs, while the company's production targets remain unmet. This research aims to calculate the optimal fuel consumption for haulage equipment without compromising production output and analyze the impact of optimization on the cash flow at Pit River Reef. The cost optimization of haulage equipment fuel is conducted using linear programming methods with the assistance of the POM QM for Windows software. The optimization results are then incorporated into the operational costs to create a new cash flow analysis, comparing the effects of fuel consumption optimization before and after implementation. After optimization, there was a reduction in fuel consumption for haulage equipment from 62,201 liters to 37,532 liters, representing a 40% decrease in January and a decrease from 51,590 liters to 27,226 liters, or a 47% decrease in February. The optimization of fuel consumption resulted in a 13% reduction in operational costs in January and a 15% reduction in February 2023. The cash flow increased by 0.75% in January and 0.67% in February 2023.

Keywords: Optimization, Linear programming, Fuel Consumption, Cash Flow



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Alat Angkut.....	5
2.2 Bahan Bakar.....	10
2.3 <i>Linear Programming</i> .....	11
2.4 Aliran Kas .....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	21
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.3 Teknik Analisis .....	27
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Produktivitas Alat Angkut .....	39
4.2 Waktu Kerja Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut .....	42
4.3 Optimasi Biaya Bahan Bakar Alat Angkut.....	44
4.4 Analisis Aliran Kas .....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Efisiensi kerja alat.....	7
Tabel 2. Rute menuju PT Citra Palu Minerals. ....	21
Tabel 3. Data jam kerja alat angkut .....	23
Tabel 4. Data konsumsi bahan bakar alat angkut.....	24
Tabel 5. Data produksi aktual. ....	25
Tabel 6. Rincian biaya bangunan. ....	25
Tabel 7. Rincian biaya infrastruktur.....	26
Tabel 8. Harga sewa alat berat .....	26
Tabel 9. Rincian biaya pengeluaran .....	27
Tabel 10. Data efisiensi kerja alat angkut .....	39
Tabel 11. Produksi aktual di lapangan .....	40
Tabel 12. Produksi aktual secara teori .....	41
Tabel 13. Perbandingan jam kerja mesin alat angkut .....	42
Tabel 14. Data <i>fuel burn</i> alat angkut.....	43
Tabel 15. Perbandingan konsumsi bahan bakar alat angkut .....	44
Tabel 16. Daftar koefisien batasan produksi aktual secara teori.....	46
Tabel 17. Daftar koefisien batasan bahan bakar ideal.....	48
Tabel 18. Daftar koefisien batasan produksi aktual secara teori.....	50
Tabel 19. Hasil optimasi pada bulan Januari yang nilainya kurang dari aktual.....	53
Tabel 20. Hasil optimasi pada bulan Januari yang nilainya lebih dari aktual.....	54
Tabel 21. Hasil optimasi pada bulan Februari yang nilainya kurang dari aktual.....	55
Tabel 22. Pendapatan kotor per minggu .....	58
Tabel 23. Biaya kapital .....	59
Tabel 24. Biaya sewa alat berat.....	59
Tabel 25. Biaya bahan bakar alat berat .....	60
Tabel 26. Biaya operasional per minggu.....	60
Tabel 27. Pengeluaran per minggu.....	60
Tabel 28. Pendapatan sebelum pajak per minggu .....	61
Tabel 29. Nilai depresiasi per minggu .....	61
Tabel 30. Nilai depleksi per minggu .....	62
Tabel 31. Nilai <i>taxable income</i> per minggu .....	62
Tabel 32. Data nilai pajak per minggu .....	63
Tabel 33. Nilai royalti per minggu .....	63
Tabel 34. Nilai <i>earning after tax</i> per minggu. ....	64
Tabel 35. Data aliran kas per minggu .....	64
Tabel 36. Perbandingan biaya operasional sebelum dan setelah optimasi.....	65
Tabel 37. Nilai aliran kas per minggu setelah optimasi. ....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Dump truck</i> Hino FM 260 JD.....	5
Gambar 2. Citra Satelit dan wilayah IUP PT Citra Palu Minerals.....	22
Gambar 3. Tampilan awal <i>software POM QM for Windows</i> .....	30
Gambar 4. Memilih menu <i>linear programming</i> .....	30
Gambar 5. Tampilan kotak <i>create data set for linear programming</i> .....	31
Gambar 6. Memilih fungsi tujuan dan mengatur nama baris.....	31
Gambar 7. Tampilan kolom nama.....	32
Gambar 8. Mengisi nilai koefisien pada tabel fungsi tujuan.....	32
Gambar 9. Mengisi tabel fungsi batasan .....	33
Gambar 10. Memilih tanda batasan .....	33
Gambar 11. Memilih menu <i>Solve</i> .....	33
Gambar 12. Tampilan hasil analisis <i>linear programming</i> .....	34
Gambar 13. Bagan alir penelitian.....	36
Gambar 14. Bagan alir penelitian (Lanjutan).....	37
Gambar 15. Kegiatan penambangan di <i>Pit River Reef</i> PT Citra Palu Minerals.....	38
Gambar 16. Hasil analisis optimasi <i>linear programming</i> pada bulan Januari .....	53
Gambar 17. Hasil analisis optimasi <i>linear programming</i> pada bulan Februari .....	55
Gambar 18. Perbandingan biaya bahan bakar alat angkut .....	57
Gambar 19. Perubahan aliran kas sebelum dan setelah optimasi.....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Spesifikasi Alat Angkut.....	73
Lampiran B Waktu Edar Alat Angkut .....	76
Lampiran C Produktivitas Alat Angkut .....	83
Lampiran D Aliran Kas.....	88



## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
F	<i>Forward</i>
M	<i>Medium</i> (berat muatan)
J	<i>Jumbo</i> (kode mesin)
D	<i>Dump</i> (karoseri)
DT	<i>Dump truck</i>
CT	<i>Cycle time</i>
T	Waktu
Ek	Efisiensi kerja
Wp	Waktu Produksi
Wk	Waktu Kerja
Qa	Produktivitas alat angkut
Na	Jumlah pengisian <i>bucket</i>
Kb	Kapasitas <i>bucket</i>
Ff	<i>Fill factor</i>
Sf	<i>Swell factor</i>
HM	<i>Hoursmeter</i>
EBT	<i>Earning before tax</i>
EAT	<i>Earning after tax</i>
NWA	<i>No Working Available</i>
AOU	<i>Awaiting Other Unit</i>



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

PT Citra Palu Minerals merupakan perusahaan pertambangan yang berlokasi di Kecamatan Poboya, Sulawesi Tengah dengan emas sebagai komoditas utama yang ditambang pada perusahaan ini. PT Citra Palu Minerals memiliki Hak Kontrak Karya atas konsesi pertambangan seluas 85.180 hektar di Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan. Wilayah kontrak PT Citra Palu Minerals terdiri dari lima blok terpisah, dengan empat blok terletak di Provinsi Sulawesi Tengah dan satu blok terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Izin konstruksi dan produksi disetujui pada November 2017 dengan masa konstruksi tiga tahun dan masa produksi 30 tahun hingga tahun 2050 (PT Bumi Resources Minerals, 2020).

Kegiatan penambangan PT Citra Palu Minerals dilakukan pada *Pit River Reef* dengan target produksi bijih emas sebesar 51.031 ton dan *overburden* sebesar 302.081 ton pada bulan Januari 2023 dan Februari 2023. Penambangan dilakukan dengan metode tambang terbuka, sebab material yang dimiliki tidak terlalu jauh dari permukaan dan mengikuti topografi yang ada. Kegiatan penambangan menggunakan alat gali-muat yaitu *excavator* tipe PC300 sebanyak 2 unit dan alat angkut *dump truck* tipe Hino FM 260 JD sebanyak 15 unit yang disewa dari PT Adijaya Karya Makmur yang merupakan kontraktor tambang emas PT Citra Palu Minerals.

Alat berat merupakan salah satu unsur penunjang pelaksanaan kegiatan pertambangan. Proses penerapan kebutuhan alat berat dilakukan berdasarkan target produksi dan kemampuan alat berat untuk dapat memenuhi target tersebut (Afaz dan Gusman, 2021). Pengadaan alat berat membutuhkan biaya yang sangat besar, harga sewa alat berat yang begitu mahal, dan biaya perawatan alat berat tergolong tinggi merupakan salah satu penyumbang terbesar biaya operasional (Octova dan Ramadhan, 2019). Selain itu, alat berat yang digunakan pada operasi penambangan

memerlukan bahan bakar (*fuel*), sehingga perusahaan tidak hanya perlu perencanaan untuk penggunaan alat berat tetapi juga perlu mengontrol bahan bakar alat berat untuk mengendalikan biaya operasional.



Penggunaan bahan bakar alat angkut saat ini belum terencana, dimana penggunaan jumlah alat angkut yang bervariasi setiap harinya menjadi salah satu penyebab perusahaan masih kesulitan untuk menentukan jumlah konsumsi bahan bakar yang optimal dan sesuai dengan sumber daya yang dimiliki. Hal ini akan berdampak pada penggunaan alat angkut yang berlebihan atau tidak sesuai dan mengakibatkan biaya operasional meningkat (Supit, 2020). Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian terhadap penggunaan bahan bakar agar dapat mengantisipasi tingginya angka *fuel ratio* dalam aktivitas penambangan. *Fuel ratio* adalah perbandingan antara penggunaan bahan bakar (*fuel*) yang digunakan untuk kegiatan penambangan dengan produksi yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *fuel ratio* adalah *fuel burn* (liter/jam) dan produktivitas alat angkut (bcm/jam) (Sari, 2021).

Permasalahan yang dihadapi terkait dengan bahan bakar adalah rendahnya produksi yang dihasilkan per bulan akan mengakibatkan *fuel ratio* yang tinggi sehingga biaya operasional meningkat, sementara target produksi yang ditetapkan perusahaan tidak terpenuhi. Penelitian ini mengkaji mengenai produktivitas alat angkut dan bagaimana sebaiknya perusahaan mengelola konsumsi bahan bakar agar dapat digunakan secara optimal dan mengurangi biaya operasional. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai optimal adalah dengan memodelkan sejumlah variabel terkait dalam suatu persamaan yaitu *linear programming* (Sriwidadi dan Agustina, 2013). Metode ini digunakan untuk menghasilkan solusi penggunaan bahan bakar alat angkut kedepannya. Penggunaan bahan bakar yang optimal dapat mengontrol biaya operasional yang merupakan salah satu komponen penting dari aliran kas.

Aliran kas merupakan rincian seluruh pemasukan dan pengeluaran suatu perusahaan pada titik waktu yang berbeda selama proyek berjalan. Penyusunan aliran kas merupakan hal yang penting dalam menganalisis jalannya suatu proyek atau mengetahui laba yang diperoleh (Subani, 2015). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya adalah dengan



ontrol pengeluaran seperti salah satunya adalah biaya bahan bakar alat angkut. Bahan bakar yang efektif dapat berpengaruh terhadap laba yang perusahaan. Oleh sebab itu, setelah melakukan optimasi biaya bahan

bakar alat angkut, dibutuhkan analisis aliran kas untuk melihat seberapa besar pengaruh hasil optimasi terhadap laba yang diperoleh perusahaan. Analisis aliran kas juga dapat berfungsi sebagai metode manajemen untuk mengatur dan menyesuaikan kebutuhan dari aktivitas penambangan dengan kemampuan keuangan perusahaan, serta mengetahui sejauh mana realisasi dari perencanaan yang dilakukan perusahaan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perusahaan tidak menetapkan batas konsumsi bahan bakar pada alat beratnya, sehingga berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah konsumsi bahan bakar alat angkut yang optimal.
2. Berapa biaya konsumsi bahan bakar alat angkut setelah dilakukan optimasi.
3. Bagaimana pengaruh optimasi konsumsi bahan bakar alat angkut terhadap aliran kas *Pit River Reef* PT Citra Palu Minerals.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menghitung jumlah konsumsi bahan bakar alat angkut yang optimal digunakan tanpa mengurangi hasil produksinya.
2. Menghitung biaya konsumsi bahan bakar optimal alat angkut.
3. Menganalisis pengaruh hasil optimasi konsumsi bahan bakar terhadap aliran kas *Pit River Reef* PT Citra Palu Minerals.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk pengembangan wawasan dan meningkatkan pengetahuan pada bidang analisis investasi tambang berdasarkan hasil optimasi konsumsi bahan bakar alat angkut menggunakan metode



inier pada aliran kas perusahaan, serta bermanfaat sebagai bahan masukan untuk menemukan solusi optimum dalam penggunaan alat berat yang lebih efektif menunjang kegiatan penambangan di perusahaan.

## 1.5 Ruang Lingkup

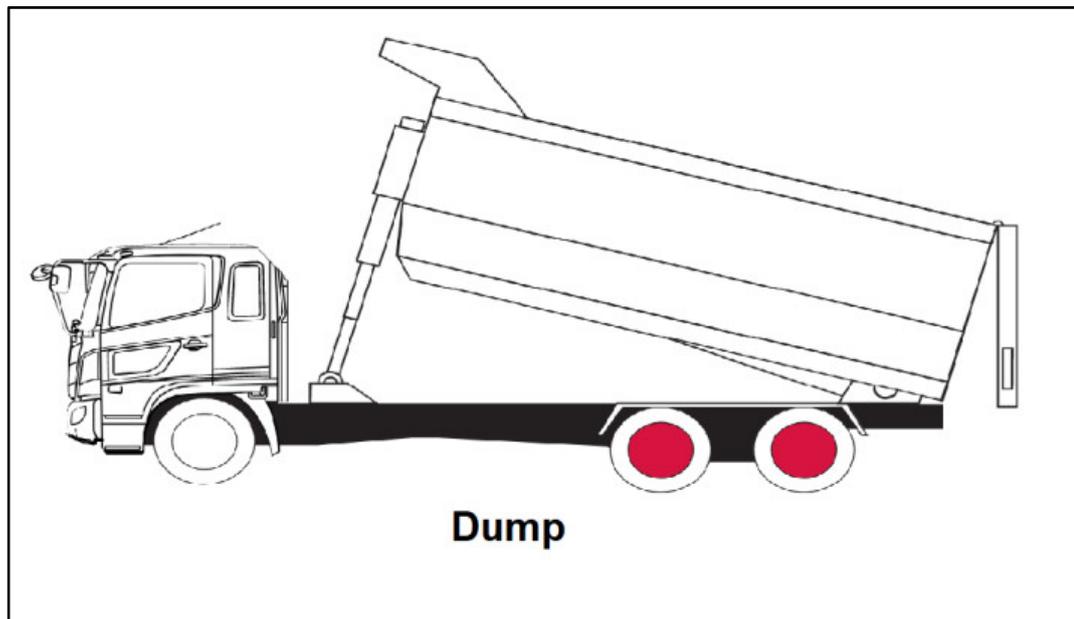
Ruang lingkup penelitian ini adalah di area *Pit River Reef* PT Citra Palu Minerals pada bulan Januari 2023 – Maret 2023. Optimasi bahan bakar hanya dilakukan pada 15 unit alat angkut tipe Hino FM 260 JD dengan faktor kendala jam kerja, jumlah produksi dan konsumsi bahan bakar sebagai variabel bebas.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alat Angkut

Dalam operasi tambang terbuka, sistem penambangan material terdiri dari pemuatan menggunakan alat angkut yang digunakan untuk memindahkan material dari jarak menengah hingga jarak yang lebih jauh, muatan material dimuat menggunakan alat penggali seperti *excavator* atau *loader* (Choudhary, 2015). Salah satu pilihan umum yang digunakan dalam industri pertambangan adalah varian yang diproduksi oleh pabrik Jepang yaitu Hino.



Gambar 1. *Dump truck* Hino FM 260 JD (PT Hino Motors, 2019)

Salah satu tipe alat angkut adalah Hino FM 260 JD, seperti yang tampak pada Gambar 1.

Arti kode FM 260 JD adalah sebagai berikut (*Manual Book Hino 500 Series*):

- F : *Forward* (kode kabin)
- M : *Medium* (berat muatan)
- 260 : 260 PS (*horse power unit*)
- J : *Jumbo* (kode mesin)
- D : *Dump* (karoseri)



### 2.1.1 Waktu Edar

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi. Waktu edar alat angkut (*dump truck*) pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk isi muatan, waktu mengatur posisi untuk mengisi muatan, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu *dumping*, dan waktu kembali dalam keadaan kosong. Waktu edar dapat dinyatakan dalam Persamaan 1 (Oemiati dkk, 2020):

$$CTa = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 \quad (1)$$

dimana,

- CTa = waktu edar alat angkut (menit)
- T<sub>1</sub> = waktu pemuatan (menit)
- T<sub>2</sub> = waktu angkut dengan muatan (menit)
- T<sub>3</sub> = waktu timbang di jembatan timbang (menit)
- T<sub>4</sub> = waktu manuver *dumping* (menit)
- T<sub>5</sub> = waktu menumpahkan muatan (menit)
- T<sub>6</sub> = waktu angkut tanpa muatan (menit)
- T<sub>7</sub> = waktu manuver (menit)
- T<sub>8</sub> = waktu antre (menit)

### 2.1.2 Efisiensi Kerja Alat

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dalam perhitungannya digunakan pengertian persentase waktu kerja efektif (%). Efisiensi kerja dapat dinyatakan dengan perbandingan waktu yang digunakan untuk beroperasi dengan waktu kerja yang direncanakan. Nilai efisiensi kerja alat dapat dinyatakan dengan Persamaan 2 (Hustrulid *et al.*, 2013).

$$F_k = \frac{W_p}{W_k} \quad (2)$$



- k = efisiensi kerja (%)
- 'p = waktu produksi (jam)

Wk = waktu kerja (jam)

Nilai efisiensi kerja alat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Efisiensi kerja alat.

Kondisi Operasi	Efisiensi Kerja
Sangat Baik	0,95
Baik	0,85
Rata-rata	0,75
Cukup	0,65
Buruk	0,55

Sumber: Sharkhel *and* Dey (2015)

Kegiatan pengangkutan yang dilakukan di lapangan, biasanya masih terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jam kerja efektif berkurang. Hambatan-hambatan yang terjadi selama jam kerja dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (Sitangger dkk, 2019):

1. Hambatan yang dapat dihindari

Hambatan yang dapat dihindari merupakan hambatan yang terjadi karena adanya penyimpanan terhadap waktu kerja yang telah dijadwalkan, terdiri dari:

a. Terlambat di awal *shift*

Keterlambatan pada awal *shift* dikarenakan kurangnya disiplin dari operator, sehingga terlambat datang untuk bekerja.

b. Berhenti bekerja lebih awal

Disebabkan karena berhentinya aktivitas kerja sebelum waktu yang ditentukan, seperti cepat berhenti untuk istirahat dan cepat berhenti kerja untuk pulang.

c. Istirahat lebih lama

Disebabkan kurangnya disiplin dari operator, baik untuk beristirahat maupun keperluan pribadi sehingga melebihi batas waktu yang telah diberikan untuk beristirahat. Hal ini mengakibatkan terlambatnya waktu untuk mulai bekerja pada *shift* selanjutnya.



d. Keperluan operator

Waktu yang digunakan oleh operator untuk keperluan pribadi misalnya minum atau ke kamar kecil.

e. *Delay time*

Waktu yang diperlukan menunggu alat muat lewat.

2. Hambatan yang tidak dapat dihindari

Hambatan yang tidak dapat dihindari merupakan hambatan yang terjadi pada waktu jam kerja yang menyebabkan hilangnya waktu kerja yang terdiri dari:

a. Hujan dan pengeringan jalan

Waktu yang hilang dikarenakan turunnya hujan. Hujan menyebabkan jalan menjadi licin sehingga kegiatan operasi harus dihentikan dan setelah hujan berhenti dibutuhkan waktu untuk pengeringan jalan.

b. Kerusakan alat (*breakdown*)

Waktu yang hilang karena adanya gangguan-gangguan tak terduga pada alat, misalnya ban *dump truck* kempes atau bocor, ban pecah, rem aus dan lainnya sehingga dibutuhkan waktu perbaikan pada alat.

c. Pemeriksaan harian oleh operator

Waktu yang digunakan oleh operator untuk memeriksa alat secara rutin sebelum mulai beroperasi.

d. Pengisian bahan bakar

Waktu yang digunakan alat angkut untuk mengisi bahan bakar pada saat jam kerja.

e. *Safety talk*

Waktu yang digunakan untuk *safety talk* atau pembicaraan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebelum melakukan pekerjaan. *Safety talk* biasanya dilakukan 2 (dua) minggu sekali setelah *overshift*.

f. *Awaiting other unit* (AOU)

Waktu yang hilang disebabkan alat berhenti beroperasi karena menunggu alat lain atau tidak ada pasangan.



g. *No working available* (NWA)

Waktu yang hilang karena tidak ada pekerjaan tersedia bagi alat tersebut, misal tidak ada operator, tidak ada lokasi, menunggu perintah, atau kejadian lainnya.

h. *Travel*

Waktu yang dibutuhkan alat untuk berpindah tempat dengan menggunakan tenaganya sendiri.

### 2.1.3 Produktivitas

Produktivitas pekerjaan galian dipengaruhi oleh efisiensi alat berat yang memerlukan estimasi akurat mengenai kuantitas pekerjaan tanah, kondisi pengerjaan, dan ketepatan dalam memilih alat yang digunakan serta kompetensi dari manajemennya (Nunnally, 2007). Empat hal yang mutlak untuk diperhitungkan dalam menentukan alat berat yang akan digunakan adalah kapasitas alat berat, kapasitas alat angkut, waktu siklus, dan faktor operator. Efektivitas alat dapat tergantung dari beberapa hal, antara lain kemampuan operator alat berat, pemilihan dan pemeliharaan alat, perencanaan dan pengaturan letak alat, topografi, kondisi cuaca, dan metode pelaksanaan. Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat (Rostiyanti, 2008).

Tingkat efisiensi dan efektivitas sebuah alat angkut ditentukan berdasarkan besaran yang dinyatakan dengan produktivitas alat. Produktivitas digunakan sebagai pedoman dalam menentukan jumlah alat berat yang diperlukan. Berbagai faktor dapat mempengaruhi produktivitas suatu alat berat, oleh karena itu diperlukan pengamatan lapangan terhadap aktivitas alat berat selama beberapa hari untuk dapat memperoleh nilai produktivitas alat berat (Sutanto dkk, 2015). Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai produktivitas alat gali muat dan angkut (Peurifoy, 2006):

$$Q_a = N_a \times \left(\frac{60}{CT}\right) \times K_b \times F_f \times S_f \times E_k \quad (3)$$

dimana,



- a = jumlah pengisian dalam satu kali angkut  
 T = *cycle time dump truck* (menit)  
 b = kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)

- Ff = *fill factor* (%)  
 Sf = *swell factor* (%)  
 Ek = efisiensi kerja (%)

## 2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar minyak (BBM) adalah energi utama untuk kendaraan bermotor dimana setiap pemilik kendaraan bermotor membutuhkan BBM tersebut, sehingga BBM adalah kebutuhan yang sangat penting pada kendaraan bermotor (Budi dkk, 2014). Beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk menghubungkan antara produksi dan bahan bakar alat angkut, terdiri dari:

### 1. *Fuel consumption*

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada alat gali muat maupun alat angkut diperlukan data pengisian bahan bakar pada alat tersebut dan data waktu kerja dari masing-masing unit. Perhitungan *fuel consumption* dapat dihitung dengan Persamaan 4 (Merlin, 2016).

$$\text{Fuel Consumption (ltr/jam)} = \frac{\text{Jumlah Pemakaian Solar (ltr)}}{\text{Produksi}} \quad (4)$$

### 2. *Fuel ratio*

*Fuel ratio* merupakan jumlah bahan bakar yang diperlukan dalam membongkar satu BCM *overburden*. *Fuel ratio* ini diketahui setelah diperoleh *fuel consumption* per jam dan produksi alat angkut. Perhitungan *fuel ratio* dapat dihitung dengan Persamaan 5 (Merlin, 2016).

$$FIRatio \text{ (ltr/bcm)} = \frac{\text{Fuel Consumption (ltr/jam)}}{\text{Produksi } \left(\frac{\text{bcm}}{\text{jam}}\right)} \quad (5)$$

### 3. *Fuel cost*

*Fuel cost* merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk membongkar satu BCM *overburden*. *Fuel cost* ini diperoleh dengan cara mengalikan *fuel ratio* dengan harga bahan bakar per liternya. Perhitungan *fuel cost* dapat dihitung dengan Persamaan 6 (Merlin, 2016).

$$\text{Fuel Cost (Rp/bcm)} = \text{Fuel Ratio} \times \text{Harga Solar} \quad (6)$$



## 2.3 *Linear Programming*

Pemrograman linier telah banyak diterapkan dalam beberapa industri karena sebagian besar masalah manajerial melibatkan alokasi sumber daya. Sebagai contoh, masalah keputusan manajemen seperti perencanaan produksi, pembuatan anggaran modal, alokasi personil, perencanaan iklan dan promosi, berkaitan dengan pencapaian tujuan tertentu (maksimalisasi keuntungan atau minimasi biaya) yang terbatas oleh sumber daya yang ada (uang, bahan baku, tenaga kerja, dan waktu). Pemrograman linier atau dikenal dengan optimisasi linier adalah sesuatu metode optimasi yang memaksimalkan atau meminimalkan fungsi linier yang ditentukan oleh kendala-kendala linear dan non-negatif (Ekwonwune *and* Edebatu, 2016).

### 2.3.1 Optimasi

Manajemen produksi dan operasi melibatkan tindakan mengatur dan mengoordinasikan pemanfaatan sumber daya secara efisien dan efektif, termasuk sumber daya manusia, peralatan, dana, dan material untuk menciptakan atau meningkatkan barang atau layanan. Istilah manajemen mencakup semua kegiatan yang berkaitan dengan pembuatan barang atau pemberian layanan. Proses penelitian mengenai riset operasi melibatkan beberapa langkah utama (Zaenal, 2008):

1. Definisi masalah

Pada tahap ini, perlu dijelaskan dengan jelas sasaran atau tujuan dari penelitian, mengidentifikasi berbagai alternatif keputusan yang berkaitan dengan sistem yang sedang diteliti, dan memberikan gambaran mengenai batasan, kendala, serta syarat-syarat yang mengikat sistem tersebut.

2. Pengembangan model

Model yang dibangun harus mampu merepresentasikan sistem yang sedang dipelajari secara akurat, dan juga harus mampu mencakup unsur-unsur kuantitatif dari tujuan serta batasan masalah dalam bentuk variabel keputusan.

3. Pemecahan masalah



Tahap ini melibatkan penerapan teknik optimasi yang telah diidentifikasi dengan baik untuk mencapai solusi yang optimal dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada.

### 2.3.2 Model *Linear programming*

Metode program linear atau *linear programming* mencakup fungsi tujuan dan kendala. *Linear programming* adalah cabang matematika terapan yang berhubungan dengan pemecahan masalah optimasi bentuk tertentu. *Linear programming* merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan masalah optimasi suatu model linear dengan keterbatasan-keterbatasan sumberdaya yang tersedia (Margaretta dan Gondokusuma, 2017). Masalah *linear programming* terdiri dari sejumlah variabel tertentu yang harus diminimalkan atau dimaksimalkan suatu subjek pada sejumlah kendala tertentu (Schulze, 1998). *Linear programming* merupakan model matematika yang diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai beberapa penentuan sebagai berikut (Fauzy, 2008):

1. Jumlah data *input* yang dipakai dalam suatu masalah.
2. Kombinasi data *input* yang tersedia atau kombinasi data *output* yang akan dihasilkan.
3. Jumlah data *output* yang dihasilkan untuk mencapai sasaran (*objective*) pengoptimalan suatu kasus, misalnya untuk mencapai keuntungan maksimum atau biaya modal minimum.

Dalam merancang model dari kasus *linear programming* ditentukan variabel sebagai berikut (Nasution dkk, 2016):

1. Variabel keputusan merupakan nilai keputusan-keputusan yang akan dibuat. Dalam hal ini variabel keputusan dinyatakan dalam bentuk  $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$ .
2. Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan.
3. Fungsi pembatas merupakan beberapa kendala atau batasan yang dihadapi sehingga nilai dari variabel keputusan tidak bisa sembarangan ditetapkan harganya.
4. Pembatas tanda adalah pembatas yang menentukan apakah nilai variabel keputusannya diasumsikan boleh berharga positif, boleh juga negatif (tidak terbatas dalam tanda).



Secara umum *linear programming* adalah suatu metode untuk memecahkan masalah optimasi dari suatu nilai maksimum atau nilai minimum dengan

menggunakan persamaan dan ketidaksamaan linear dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada. *Linear programming* merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya. *Linear programming* banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain. *Linear programming* berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematika yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linier dengan beberapa kendala linier. Pada dasarnya, metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan model program linier ditujukan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum (Hasibuan, 2019).

Karakteristik permasalahan pemrograman linear. Semua permasalahan menggunakan metode pemrograman linear memiliki tujuan (*objective function*) untuk memaksimalkan atau meminimumkan sesuatu, seperti profit atau biaya. Metode *linear programming* juga memiliki fungsi kendala (*constraint*) yang membatasi tingkatan pencapaian tujuan (*objective function*). Fungsi tujuan (*objective function*) dalam permasalahan pemrograman linear secara matematis dirumuskan seperti pada Persamaan 7 (Sriwidadi dan Agustina, 2013).

$$C_1X_1 + C_2X_2 \quad (7)$$

Fungsi kendala (*constraint*) secara matematis dirumuskan seperti pada Persamaan 8, 9, dan 10.

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 \leq B_1 \quad (8)$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 \leq B_2 \quad (9)$$

$$A_{31}X_1 + A_{32}X_2 \leq B_3 \quad (10)$$

Beberapa program komputer untuk memecahkan soal program linier telah banyak dibuat oleh beberapa *programmer* untuk memudahkan proses penentuan optimasi. Program-program ini dapat diperoleh dari produsen-produsen perangkat keras komputer atau dari pembuat program-program komputer. *Software POM (Production and Operations Management) QM for Windows* adalah sebuah



yang dirancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan pihak en untuk mengambil keputusan di bidang produksi dan pemasaran. ini dirancang oleh Howard J. Weiss tahun 1996 untuk membantu manajer

produksi khususnya dalam menyusun prakiraan dan anggaran untuk produksi bahan baku menjadi produk jadi atau setengah jadi dalam proses pabrikasi, dilengkapi dengan berbagai perintah yang memungkinkan pemakai menikmati kemudahan-kemudahan di dalam memperoleh informasi maupun mengolah data (Isabella, 2016).

*Linear programming* memiliki beberapa keterbatasan dalam operasinya, seperti (Tiwari and Agrawal, 2022):

1. Pemrograman linear menganggap semua hubungan sebagai linier, padahal situasi di dunia nyata seringkali tidak sesederhana itu.
2. Seiring dengan bertambahnya jumlah variabel dan batasan, masalah menjadi sangat kompleks dan sulit untuk diselesaikan.
3. Pemrograman linear memberikan solusi dalam bentuk pecahan yang tidak selalu sesuai dalam banyak situasi praktis. Sebagai contoh, mungkin memberikan solusi dalam bentuk pembangunan  $25/4$  apartemen dan  $35/3$  toko sebagai solusi optimal, yang tidak mungkin dilakukan oleh perusahaan konstruksi.
4. Faktor-faktor yang berkaitan dengan ketidakpastian seperti mogok kerja, ketidakhadiran pekerja, kondisi cuaca, dan sebagainya tidak dipertimbangkan dalam perumusan masalah.
5. Pemrograman linear hanya mempertimbangkan satu fungsi tujuan tunggal, padahal dalam kehidupan dan bisnis nyata, mungkin ada lebih dari satu tujuan yang harus diperhatikan.

### 2.3.3 Metode Simpleks

Teknik penentuan solusi optimal yang digunakan dalam *linear programming* salah satunya adalah metode simpleks. Dalam menentukan solusi optimal menggunakan metode simpleks didasarkan pada teknik eliminasi Gauss Jordan yang dilakukan dengan memeriksa titik ekstrim satu per satu dengan cara perhitungan iteratif, sehingga penentuan solusi optimal dengan simpleks dilakukan

ni tahap yang disebut dengan iterasi. Iterasi ke- $i$  hanya tergantung dari sebelumnya ( $i-1$ ) (Siringoringo, 2005).



### 1. Istilah dalam metode simpleks

Terdapat beberapa istilah yang lazim digunakan dalam metode simpleks, diantaranya (Siringoringo, 2005):

- a. Iterasi adalah tahapan perhitungan dimana nilai dalam perhitungan itu tergantung dari nilai tabel sebelumnya.
- b. Variabel non basis adalah variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi. Dalam terminologi umum, jumlah variabel non basis selalu sama dengan derajat bebas dalam sistem persamaan.
- c. Variabel basis merupakan variabel yang nilainya bukan nol pada sembarang iterasi. Pada solusi awal, variabel basis merupakan variabel *slack* (jika fungsi kendala merupakan pertidaksamaan  $\leq$ ) atau variabel buatan (jika fungsi kendala menggunakan pertidaksamaan  $\geq$  atau  $=$ ). Secara umum, jumlah variabel basis selalu sama dengan jumlah fungsi pembatas (tanpa fungsi non negatif).
- d. Solusi atau nilai kanan merupakan nilai sumber daya pembatas yang masih tersedia. Pada solusi awal, nilai kanan atau solusi sama dengan jumlah sumber daya pembatas awal yang ada, karena aktivitas belum dilaksanakan.
- e. Variabel *slack* adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan  $\leq$  menjadi persamaan ( $=$ ). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel *slack* akan berfungsi sebagai variabel basis.
- f. Variabel surplus adalah variabel yang dikurangkan dari model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan  $\geq$  menjadi persamaan ( $=$ ). Penambahan ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel surplus tidak dapat berfungsi sebagai variabel basis.
- g. Variabel buatan adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala dengan bentuk  $\geq$  atau  $=$  untuk difungsikan sebagai variabel basis awal. Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Variabel ini harus bernilai 0 pada solusi optimal, karena kenyataannya variabel ini tidak
- la. Variabel hanya ada di atas kertas.



- h. Kolom pivot (kolom kerja) adalah kolom yang memuat variabel masuk. Koefisien pada kolom ini akan menjadi pembagi nilai kanan untuk menentukan baris pivot (baris kerja).
- i. Baris pivot (baris kerja) adalah salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar.
- j. Elemen pivot (elemen kerja) adalah elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Elemen pivot akan menjadi dasar perhitungan untuk tabel simpleks berikutnya.
- k. Variabel masuk adalah variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk dipilih satu dari antara variabel non basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif.
- l. Variabel keluar adalah variabel yang keluar dari variabel basis pada iterasi berikutnya dan digantikan oleh variabel masuk. Variabel keluar dipilih satu dari antara variabel basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai nol.

## 2. Syarat-syarat optimal

Terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi agar hasil optimasi menggunakan metode simpleks dapat dikatakan telah optimal (Alfaris, dkk. 2022):

- a. *Feasible solution*: solusi yang diperoleh harus memenuhi semua batasan atau *constraint* yang ada pada masalah *linear programming*. Solusi ini disebut juga sebagai solusi yang memenuhi syarat atau *feasible solution*.
- b. *Objective function*: solusi yang diperoleh harus memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan atau *objective function* yang telah ditentukan pada masalah *linear programming* (Gerard and Zwols, 2015).
- c. *Non-negativity*: variabel keputusan dalam solusi optimal harus non-negatif (tidak boleh negatif).



## ran Kas

merupakan alat pengukur dari setiap aktifitas pembiayaan dalam kegiatan n barang dan jasa. Setiap aktifitas perusahaan membutuhkan penyelesaian

dengan menggunakan alat tukar. Alat tukar yang standar adalah kas, sehingga hampir semua kegiatan perusahaan melibatkan kas baik secara langsung maupun tidak langsung, sedangkan arus kas merupakan satu kesatuan yang sangat penting dalam menjalankan aktivitas kerja operasional keuangan baik untuk perencanaan atau pelaksanaan audit maupun investasi baru sebagai salah satu tonggak berjalannya aktivitas operasional keuangan. Dengan demikian, upaya manajemen untuk mencapai tujuan organisasi yang bertumpu pada fungsi anggaran keuangan yaitu dengan menggunakan aliran kas (Maruta, 2009).

Analisis aliran kas adalah suatu metode analisa ekonomi yang memasukan pergerakan kas yang positif (aliran kas masuk) dan pergerakan kas yang negatif (aliran kas keluar) yang disebabkan oleh aktivitas suatu perusahaan untuk selanjutnya menentukan kebutuhan relatif dari aktivitas tersebut. Termasuk di dalamnya metode aliran kas yang dikontrol, analisis laporan arus kas ini menggunakan komponen dalam laporan arus kas dan laporan laba rugi sebagai informasi yang digunakan untuk mengetahui sampai sejauh mana realisasi dari perencanaan dan kebijakan-kebijakan apa yang harus disesuaikan dimasa mendatang sesuai dengan kemampuan keuangan perusahaan (Subani, 2015).

#### 2.4.1 Klasifikasi Aliran Kas

Laporan aliran kas disusun dengan cara yang paling sesuai dengan perusahaan. Menurut Ikatan Akuntan Indonesia Tahun 2011, laporan aliran kas diklasifikasikan menjadi tiga menurut aktivitas yaitu operasi, investasi, dan pendanaan (Subani, 2015):

1. Arus kas dari aktivitas operasi

Aktivitas operasi adalah aktivitas penghasil utama pendapatan perusahaan (*principal revenue-producing activities*) dan aktivitas lain yang bukan merupakan aktivitas investasi dan aktivitas pendanaan. Aliran kas operasional digunakan untuk menentukan apakah operasi perusahaan cukup untuk melunasi utang jangka pendek dan membayar biaya yang terkait dengan operasi perusahaan (Andreas, 2017). Arus kas dari aktivitas operasi terutama diperoleh dari aktivitas penghasil utama pendapatan perusahaan. Oleh karena



itu, arus kas tersebut pada umumnya berasal dari transaksi dan peristiwa lain yang mempengaruhi penetapan laba atau rugi bersih.

2. Arus kas dari aktivitas investasi

Aktivitas investasi yang dimaksud adalah perolehan dan pelepasan aktiva jangka panjang serta investasi lain yang tidak termasuk setara kas (*cash equivalent*). Pengungkapan arus kas yang berasal aktivitas investasi perlu dilakukan sebab arus kas tersebut mencerminkan penerimaan dan pengeluaran kas sehubungan dengan sumber daya yang bertujuan untuk menghasilkan pendapatan dan arus kas masa depan.

3. Arus kas dari aktivitas pendanaan

Arus kas dari aktivitas pendanaan adalah aktivitas yang mengakibatkan perubahan dalam jumlah serta komposisi modal dan pinjaman perusahaan. Aktivitas ini perlu diungkapkan secara terpisah untuk memprediksi klaim terhadap arus kas masa depan oleh para pemasok modal perusahaan.

#### 2.4.2 Komponen Penyusun Aliran Kas

Sebelum melakukan analisis aliran kas, terlebih dahulu perlu dilakukan penyusunan aliran kas. Komponen penyusun aliran kas adalah (Romansyah, 2016):

1. Parameter dasar analisis kelayakan finansial

Sebagai titik tolak analisis keuangan pada rencana investasi adalah hasil kajian teknis dan pemasaran dari studi kelayakan dalam kegiatan penambangan. Kajian teknis penambangan menghasilkan parameter dasar yang melandasi perhitungan nilai-nilai investasi dari proyek tersebut, seperti jumlah cadangan tertambang (*mineable reserve*), kapasitas produksi, jenis dan jumlah peralatan utama dan pendukung, infrastruktur dalam dan luar tambang, segmen pasar dan harga jual komoditas.

2. Biaya kapital (investasi)

Biaya kapital dalam industri pertambangan didefinisikan sebagai biaya yang diperlukan pada saat awal proyek sampai dapat dicapainya tahapan produksi (Romansyah, 2016). Biaya kapital terdiri dari dua bagian, yaitu:

Modal tetap (*capital cost*), adalah meliputi dana yang dikeluarkan sebagai akibat realisasi kegiatan dalam masa pra penambangan yang mencakup kegiatan studi eksplorasi, studi kelayakan, studi AMDAL,



biaya ganti rugi lahan, biaya persiapan pengembangan daerah (development), biaya konstruksi infrastruktur baru, pembelian atau pengadaan peralatan, dan lain-lain sampai kegiatan proyek penambangan tersebut siap dilakukan.

b. Biaya modal kerja (*working capital*), yaitu dana yang dikeluarkan sebagai akibat keharusan pemenuhan biaya operasi penambangan sebelum diproduksi dan produk dijual.

### 3. Biaya operasional

Biaya operasi didefinisikan sebagai segala macam biaya yang harus dikeluarkan agar proyek penambangan dapat beroperasi atau berjalan sesuai dengan modal awal perusahaan (Romansyah, 2016). Biaya operasi terdiri atas dua komponen, yaitu biaya operasional langsung dan biaya operasional tidak langsung. Biaya operasional langsung adalah perkiraan dana yang dikeluarkan sebagai akibat dari kegiatan operasi untuk menghasilkan produk bersih yang siap dijual ke pasar. Biaya operasional tidak langsung adalah biaya pengeluaran yang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi atau biaya yang terkait dengan penyelenggaraan proyek dan tidak bisa dibebankan secara langsung.

### 4. Proyeksi pendapatan

Perhitungan proyeksi pendapatan adalah perkiraan dana yang masuk atau diterima sebagai hasil penjualan (*sales*) produksi yang dihasilkan sesuai dengan skenario produksi dan harga komoditas yang direncanakan.

### 5. Pajak penghasilan badan

Pajak Penghasilan Badan adalah pajak yang dikenakan atas penghasilan dari badan usaha. Objek pajak penghasilan badan adalah pendapatan yang diterima oleh badan usaha tersebut. Namun, ada juga jenis penghasilan yang menjadi objek pajak penghasilan badan meskipun tidak berasal dari penghasilan badan itu sendiri, seperti bantuan atau sumbangan dari perusahaan, dana hibah perusahaan, warisan, penggantian atau imbalan, dan

oran tunai.



#### 6. Royalti

Royalti adalah pembayaran yang diberikan oleh satu pihak kepada pihak lain yang memiliki aset tertentu, untuk hak penggunaan aset tersebut secara berkelanjutan. Aset yang dimaksud bisa berupa hak paten, hak cipta, atau sumber daya alam. Pembayaran royalti ini penting bagi pencipta dan pemilik hak kekayaan intelektual karena memberikan pengakuan, penghargaan, insentif inovasi, dan kompensasi finansial yang pantas bagi mereka.

#### 7. Depresiasi

Depresiasi adalah proses pengurangan nilai aset tetap yang dimiliki oleh perusahaan atau badan usaha untuk keperluan bisnis. Penurunan nilai aset tersebut bisa terjadi karena penggunaan, keausan, atau faktor lainnya. Depresiasi dilakukan untuk mencatat pengurangan nilai aset tersebut dalam laporan keuangan perusahaan. Depresiasi biasanya dilakukan secara sistematis dan rasional dengan memperhatikan beberapa kriteria, seperti biaya aset, umur ekonomis, nilai residu, dan metode depresiasi yang digunakan. Ada beberapa metode depresiasi yang umum digunakan, seperti metode garis lurus, metode saldo menurun, dan metode aktivitas.

#### 8. Depleksi

Depleksi adalah metode penyusutan aset yang terjadi karena adanya pengelolaan sumber daya alam seperti cadangan minyak, batu bara, cadangan mineral, dan hutan kayu. Depleksi berbeda dengan depresiasi karena depleksi lebih fokus pada penyusutan aktiva dalam bentuk sumber daya alam, sedangkan depresiasi lebih cenderung berimbang pada pengurangan penghasilan kena pajak. Tujuan dari perhitungan depleksi adalah untuk mengetahui sisa stok sumber daya setelah dimanfaatkan atau akibat kerusakan, serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

