

SKRIPSI

**EVALUASI BIAYA OPERASIONAL PENAMBANGAN BIJIH
NIKEL *PIT* BAROKAH DAN *PIT* GARUDA DI PT CERIA
NUGRAHA INDOTAMA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh:

**MEISKE TAMPI
D111 18 1021**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EVALUASI BIAYA OPERASIONAL PENAMBANGAN BIJIH
NIKEL *PIT* BAROKAH DAN *PIT* GARUDA DI PT CERIA
NUGRAHA INDOTAMA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh

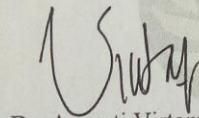
**MEISKE TAMPI
D111 18 1021**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 20 Oktober 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

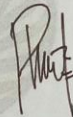
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

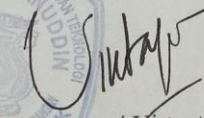
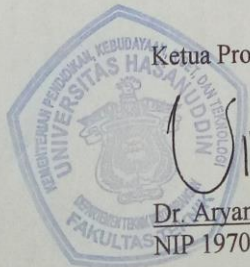


Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T.
NIP 19701005 200801 2 026



Rizki Amalia, S.T., M.T.
NIDK 8889211019

Ketua Program Studi,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T.
NIP 19701005 200801 2 026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Meiske Tampi
NIM : D111 18 1021
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Evaluasi Biaya Operasional Penambangan Bijih Nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda
di PT Ceria Nugraha Indotama, Provinsi Sulawesi Tenggara

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, 20 Oktober 2023

Yang Menyatakan



Meiske Tampi

ABSTRAK

MEISKE TAMPI. *Evaluasi Biaya Operasional Penambangan Bijih Nikel Pit Barokah dan Pit Garuda di PT Ceria Nugraha Indotama, Provinsi Sulawesi Tenggara* (dibimbing oleh Aryanti Virtanti Anas dan Rizki Amalia)

PT Ceria Nugraha Indotama pada bulan September 2022 melakukan penambangan di dua *pit*, yaitu *Pit Barokah* dan *Pit Garuda*, sehingga menyebabkan PT Ceria Nugraha Indotama bertanggung jawab atas penggunaan biaya operasional kedua *pit* tersebut. PT Ceria Nugraha Indotama belum melakukan perhitungan terhadap biaya operasional yang digunakan di *Pit Barokah* dan *Pit Garuda*, sehingga evaluasi biaya operasional terhadap anggaran akan dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit Barokah* dan *Pit Garuda* dan menghitung selisih antara anggaran dan biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit Barokah* dan *Pit Garuda*. Metode yang digunakan untuk menghitung biaya operasional adalah metode *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) dan *Activity-Based Costing* (ABC) dengan pemicu biaya adalah waktu kerja dan produksi bijih nikel. Hasil yang didapatkan adalah biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit Barokah* adalah Rp2.145.867.224,79 dan biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit Garuda* adalah Rp2.052.060.573,41. Anggaran *Pit Barokah* adalah sebesar Rp3.375.939.300,00, sehingga total biaya operasional tidak melebihi anggaran dengan sisa anggaran sebesar Rp1.230.072.075,21, walaupun aktivitas pengambilan bijih nikel dan penataan bijih nikel *Pit Barokah* melebihi anggaran. Anggaran *Pit Garuda* adalah sebesar Rp1.614.972.300,00. Aktivitas pengupasan tanah penutup, pengambilan bijih nikel, pengangkutan bijih nikel menuju *stockpile* dan penataan bijih nikel melebihi anggaran, sehingga membuat total biaya operasional pada bulan September 2022 melebihi anggaran dengan kelebihan biaya sebesar Rp-437.088.273,41.

Kata Kunci: Biaya operasional, *Time-Driven Activity-Based Costing*, *Activity-Based Costing*.

ABSTRACT

MEISKE TAMPI. *Operating Cost Evaluation of Nickel Ore Mining in Pit Barokah and Pit Garuda at PT Ceria Nugraha Indotama, Southeast Sulawesi Province (supervised by Aryanti Virtanti Anas and Rizki Amalia)*

PT Ceria Nugraha Indotama mined two of their pits, Pit Barokah and Pit Garuda in September 2022, therefore, PT Ceria Nugraha Indotama is responsible of the operating cost. PT Ceria Nugraha has not calculated the operating cost of Pit Barokah and Pit Garuda yet, so that the evaluation of operating cost against budget will be calculated. The purpose of the research is to calculate the operating cost of nickel ore mining in Pit Barokah and Pit Garuda and to calculate the cost difference between budget and operating cost of nickel ore mining in Pit Barokah and Pit Garuda. The method used to calculate operating cost are Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC) and Activity-Based Costing (ABC) with cost drivers used are working time and nickel ore production. The result is operating cost of nickel ore mining in Pit Barokah is Rp2,145,867,224.79 and operating cost of nickel ore mining in Pit Garuda is Rp2,052,060,573.41. Total budget of operating cost of nickel ore mining in Pit Barokah is Rp3,375,939,300.00 and made the operating cost doesn't exceed the budget with the cost difference is Rp1,230,072,075.21, even though ore getting and ore trimming activities exceeds budget. Total budget of operating cost of nickel ore mining in Pit Garuda is Rp1,614,972,300.00. Overburden stripping, ore getting, hauling ore to stockpile and ore trimming exceeds budget and cause the operating cost exceeds with the cost difference is Rp-437,088,273.41.

Keywords: *Operating cost, Time-Driven Activity-Based Costing, Activity-Based Costing.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Peralatan Tambang.....	4
2.2 Alur Penambangan Bijih Nikel.....	10
2.2 Biaya Operasional.....	12
2.3 Sistem Penyewaan Alat.....	14
2.4 <i>Hour Meter</i>	18
2.5 Metode <i>Activity-Based Costing</i> (ABC).....	19
2.6 Metode <i>Time-Driven Activity-Based Costing</i> (TDABC).....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.3 Teknik Analisis.....	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Tarif Sumber Daya.....	34
4.2 Tarif Sewa Alat.....	37
4.3 Kelompok Biaya Aktivitas.....	39
4.4 Biaya Aktivitas.....	41
4.5 Tarif Aktivitas <i>Stockpile</i>	53
4.6 Pembebanan Biaya Aktivitas kepada <i>Pit Barokah</i> dan <i>Pit Garuda</i>	54
4.7 Biaya Operasional Penambangan Bijih Nikel.....	57
4.8 Anggaran <i>Pit Barokah</i> dan <i>Pit Garuda</i>	58
4.9 Selisih Anggaran Biaya Operasional Penambangan Bijih Nikel.....	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Bulldozer</i> Komatsu D85ESS-2 (United Tractors, 2022).....	5
Gambar 2. <i>Motor grader</i> Komatsu GD535 (United Tractors, 2022).....	5
Gambar 3. <i>Backhoe</i> Cat 320 NG (Caterpillar, 2023).....	6
Gambar 4. <i>Rear dump</i> oleh Howo HW19710 (Titan Vehicle, 2022)	7
Gambar 5. <i>Vibratory roller</i> Bomag BW211 D-40 (United Tractors, 2022)	8
Gambar 6. <i>Tower lamp</i> JCB LTM9 (Gunn JCB, 2022).....	9
Gambar 7. <i>Water truck</i> Cat 777 (Cat, 2022).....	9
Gambar 8. Alur penambangan bijih nikel (Sulawesi Mining, 2023)	12
Gambar 9. <i>Hour meter</i> (Prabowo dan Putra, 2022)	19
Gambar 10. Prinsip sederhana metode ABC (Man <i>et al.</i> , 2012).....	20
Gambar 11. Langkah-langkah metode TDABC (Ganorkar <i>et al.</i> , 2019).....	24
Gambar 12. Bagan alir penelitian.....	33
Gambar 13. Selisih anggaran dan biaya operasional	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Harga sewa <i>wet hire</i>	28
Tabel 2. Harga sewa <i>dry hire</i>	28
Tabel 3. Harga sewa <i>lump sum</i>	29
Tabel 4. Jumlah penggantian ban.....	29
Tabel 5. Jumlah penggunaan solar	30
Tabel 6. Anggaran aktivitas penambangan bijih nikel.....	31
Tabel 7. Biaya sewa <i>lump sum</i>	35
Tabel 8. Biaya penggantian ban	36
Tabel 9. Biaya penggunaan solar	37
Tabel 10. Tarif sewa <i>dump truck, water truck</i> dan <i>tower lamp</i>	38
Tabel 11. Tarif sewa alat.....	39
Tabel 12. Klasifikasi aktivitas di <i>Pit Barokah</i>	40
Tabel 13. Klasifikasi aktivitas di <i>Pit Garuda</i>	41
Tabel 14. Klasifikasi aktivitas di <i>stockpile</i>	41
Tabel 15. Biaya pengupasan tanah penutup di <i>Pit Barokah</i>	42
Tabel 16. Biaya pengambilan bijih nikel di <i>Pit Barokah</i>	43
Tabel 17. Biaya pengangkutan bijih nikel dari <i>Pit Barokah</i>	43
Tabel 18. Biaya konstruksi di <i>Pit Barokah</i>	44
Tabel 19. Biaya aktivitas pendukung di <i>Pit Barokah</i>	45
Tabel 20. Biaya aktivitas di <i>Pit Barokah</i>	45
Tabel 21. Biaya pengupasan tanah penutup di <i>Pit Garuda</i>	46
Tabel 22. Biaya pengambilan bijih nikel di <i>Pit Garuda</i>	47
Tabel 23. Biaya pengangkutan bijih nikel dari <i>Pit Barokah</i>	47
Tabel 24. Biaya konstruksi di <i>Pit Garuda</i>	48
Tabel 25. Biaya aktivitas pendukung di <i>Pit Garuda</i>	49
Tabel 26. Biaya aktivitas di <i>Pit Garuda</i>	50
Tabel 27. Biaya konstruksi di <i>stockpile</i>	50
Tabel 28. Biaya aktivitas pendukung di <i>stockpile</i>	51
Tabel 29. Biaya penataan bijih nikel di <i>stockpile</i>	51
Tabel 30. Biaya pengangkutan bijih nikel ke tongkang.....	52
Tabel 31. Biaya aktivitas di <i>stockpile</i>	53
Tabel 32. Tarif aktivitas	54
Tabel 33. Biaya beban untuk produksi <i>Pit Barokah</i>	56
Tabel 34. Biaya beban untuk produksi <i>Pit Garuda</i>	57
Tabel 35. Biaya operasional penambangan bijih nikel <i>Pit Barokah</i>	57
Tabel 36. Biaya operasional penambangan bijih nikel <i>Pit Garuda</i>	58
Tabel 37. Anggaran <i>Pit Barokah</i> dan <i>Pit Garuda</i>	59
Tabel 38. Selisih anggaran <i>Pit Barokah</i>	60
Tabel 39. Selisih anggaran <i>Pit Garuda</i>	61

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ABC	<i>Activity-Based Costing</i>
BBM	Bahan bakar minyak
Cr	Biaya kerusakan alat
N	Jumlah alat yang rusak
TCr	Total biaya perbaikan
TDABC	<i>Time-Driven Activity-Based Costing</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Aktivitas dan jam kerja alat di <i>Pit Barokah</i>	69
Lampiran 2. Aktivitas dan jam kerja alat di <i>Pit Garuda</i>	72
Lampiran 3. Aktivitas dan jam kerja alat di <i>Stockpile</i>	75
Lampiran 4. Peta jalur pengangkutan bijih nikel menuju <i>stockpile</i>	77

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “Evaluasi Biaya Operasional Penambangan Bijih Nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda di PT Ceria Nugraha Indotama, Provinsi Sulawesi Tenggara” dapat diselesaikan.

Izinkan penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Agus Satria selaku *Manager Short Term Planning and Technical Service* (STP-TS) PT Ceria Nugraha Indotama yang telah mengizinkan dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir, Ibu Inggit Mayansari Lukman selaku *Junior Production Control Engineer* PT Ceria Nugraha Indotama yang telah menyediakan data penelitian dan menjadi pembimbing penulis, Ibu Noviana Tonapa dan Ibu Yuliana selaku *staff Short Term Planning and Technical Service* PT Ceria Nugraha Indotama yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, para *mining engineer* dan seluruh *staff* PT Ceria Nugraha Indotama yang telah memberikan saran, masukan dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih juga kepada teman-teman mahasiswa yang bersama-sama dengan penulis melaksanakan penelitian di PT Ceria Nugraha Indotama.

Terima kasih kepada Ibu Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Rizki Amalia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping penulis yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Eng. Rini Novrianti Sutardjo Tui, S.T., M.BA., M.T. yang telah membimbing penulis selama menjadi bagian dari Laboratorium Perencanaan dan Valuasi Tambang (PVT), Bapak Dr. Eng. Muhammad Ramli, S.T., M.T. selaku penguji tugas akhir, para dosen dan *staff* Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Terima kasih kepada seluruh saudara Teknik Pertambangan 2018 dan rekan-rekan anggota PVT yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua penulis dan kakak penulis atas segala doa, semangat, dukungan, motivasi dan segala-galanya yang telah diberikan kepada penulis agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan meraih gelar Sarjana.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh kalangan. Mohon maaf jika masih terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan ini. Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih.

Makassar, 20 Oktober 2023

Meiske Tampi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Ceria Nugraha Indotama merupakan perusahaan tambang bijih nikel laterit yang memiliki IUP seluas 6.785 hektar di Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. PT Ceria Nugraha Indotama pada bulan September 2022 melakukan penambangan di dua *pit*, yaitu *Pit Barokah* dan *Pit Garuda*, sehingga biaya operasional penambangan bijih nikel di *Pit Barokah* dan *Pit Garuda* ditanggung oleh PT Ceria Nugraha Indotama. PT Ceria Nugraha Indotama memiliki anggaran untuk melakukan penambangan bijih nikel sebesar \$6,92/ton bijih nikel, tetapi perusahaan belum melakukan perhitungan terhadap biaya yang digunakan di *Pit Barokah* dan *Pit Garuda*, sehingga evaluasi biaya yang digunakan di *Pit Barokah* dan *Pit Garuda* terhadap anggaran yang telah disusun oleh PT Ceria Nugraha Indotama akan dilakukan. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung biaya yang digunakan untuk menambang bijih nikel adalah metode *Activity-Based Costing* (ABC).

Metode *Activity-Based Costing* (ABC) adalah metode yang sudah digunakan sejak tahun 1980-an untuk menghitung biaya yang dikeluarkan perusahaan. Metode ini didasarkan pada pemahaman bahwa untuk menghasilkan produk membutuhkan aktivitas dan aktivitas membutuhkan sumber daya dan biaya (Quesado dan Silva, 2021). Metode ABC menyediakan informasi terkait biaya aktivitas dan sumber daya yang digunakan serta menelusuri biaya-biaya secara akurat melalui pemicu-pemicu biaya yang beragam (Andriyanto dkk., 2016). Metode ABC cukup banyak diterapkan di industri manufaktur, namun seiring berjalannya waktu, metode ABC mulai ditinggalkan karena penerapan metode ABC membutuhkan data yang cukup banyak serta kerumitan yang dihadapi perusahaan jika adanya tambahan aktivitas-aktivitas baru di perusahaan. Robert Kaplan dan Steven Anderson menyadari pentingnya memperbaharui metode ABC agar tetap digunakan di berbagai perusahaan dan akhirnya menemukan inovasi baru dari metode ABC yang diberi nama metode TDABC atau metode *Time-Driven Activity-Based Costing* (Kaplan dan Anderson, 2007; Haroun, 2015).

Metode *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) merupakan inovasi dari metode ABC yang menggunakan waktu kerja sebagai pemicu biaya berdasarkan aktivitas-aktivitas yang dilakukan. Metode TDABC ditemukan oleh Robert Kaplan dan Steven Anderson untuk memberikan kemudahan bagi perusahaan dalam menghitung biaya yang digunakan (Kaplan dan Anderson, 2007). Metode TDABC memberikan manfaat bagi perusahaan untuk menghitung biaya dengan lebih mudah, sehingga pada penelitian ini, perhitungan biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda akan dilakukan dengan menggunakan metode TDABC dan akan dibantu dengan metode ABC untuk aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki waktu kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Biaya operasional penambangan bijih nikel perlu diawasi dan dikontrol agar tidak melebihi dari anggaran yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh sebab itu, rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda menggunakan metode TDABC dan ABC.
2. Berapa selisih biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda dengan anggaran yang telah disusun oleh PT Ceria Nugraha Indotama.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda menggunakan metode TDABC dan ABC.
2. Menghitung selisih biaya operasional penambangan bijih nikel *Pit* Barokah dan *Pit* Garuda dengan anggaran yang telah disusun oleh PT Ceria Nugraha Indotama.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah mengembangkan wawasan dan pengetahuan tentang perhitungan biaya operasional penambangan

bijih nikel dengan menggunakan metode *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) dan metode *Activity-Based Costing* (ABC).

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Perhitungan biaya operasional pada penelitian ini hanya menghitung biaya langsung (*direct cost*) pada bulan September 2022 tanpa memasukkan biaya perbaikan alat dan gaji operator.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peralatan Tambang

Peralatan tambang merupakan peralatan yang digunakan untuk mendukung kegiatan operasional tambang, dimulai dari aktivitas eksplorasi hingga pada tahap penambangan (Kepmen ESDM No.1827, 2018). Peralatan tambang memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung kelancaran aktivitas penambangan, termasuk dalam aktivitas penambangan bijih nikel. Peralatan tambang yang umumnya digunakan dalam aktivitas penambangan bijih nikel adalah sebagai berikut (Rostiyanti, 2008):

2.1.2 Alat pengolah lahan

Alat pengolah lahan adalah alat yang digunakan untuk membersihkan lahan dari semak dan pepohonan agar lahan tersebut dapat digunakan sebagai lokasi tambang. Alat pengolah lahan yang dapat digunakan untuk membersihkan lahan adalah *bulldozer* sedangkan untuk membentuk permukaan lahan agar menjadi rata dapat menggunakan *motor grader* (Rostiyanti, 2008).

a. *Bulldozer*

Bulldozer adalah jenis alat berat yang memiliki pisau atau *blade* di bagian depannya yang berfungsi untuk mendorong material. *Bulldozer* memiliki kemampuan dorong yang tinggi yang biasanya digunakan untuk beberapa jenis pekerjaan, seperti (Kusrin, 2008, Rostiyanti, 2008):

- 1) Membersihkan lahan dari pepohonan
- 2) Mengupas tanah pucuk
- 3) Mengisi/menutup kembali bekas galian
- 4) Membuat jalan masuk ke lokasi tambang
- 5) Mendorong material pada jarak pendek sampai 100 meter

Bulldozer memiliki penggerak (roda) agar dapat berpindah tempat. *Bulldozer* memiliki roda *crawler* yang mampu bekerja pada permukaan yang kasar dan berair dan mampu mendorong material yang berat. Contoh *bulldozer* beroda *crawler* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Bulldozer* Komatsu D85ESS-2 (United Tractors, 2022)

b. *Motor grader*

Motor grader adalah jenis alat yang digunakan untuk meratakan tanah dan membentuk permukaan tanah sesuai dengan yang diinginkan. *Motor grader* memiliki penggerak (roda), yaitu ban. *Motor grader* mampu meratakan tanah sesuai keinginan karena memiliki pisau atau *moldboard* yang dapat dengan mudah digerakkan sesuai dengan kebutuhan. Panjang *moldboard* bermacam-macam, biasanya berkisar antara 3 meter sampai 5 meter. *Motor grader* sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan jalan untuk memudahkan alat angkut melewati jalan tersebut. (Kusrin, 2008; Rostiyanti, 2008). Contoh *motor grader* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Motor grader* Komatsu GD535 (United Tractors, 2022)

2.1.3 Alat penggali

Alat penggali adalah alat yang digunakan untuk menggali material tanah ataupun batuan. Alat penggali disebut juga sebagai *excavator*. Salah satu jenis alat penggali (*excavator*) adalah *backhoe*. *Backhoe* adalah alat penggali yang digunakan untuk menggali material serta dapat memuat material tersebut ke dalam alat angkut. Alat penggerak (roda) *backhoe* ada dua, yaitu ban dan *crawler*. *Backhoe* beroda ban biasanya tidak digunakan di industri pertambangan karena daya tahan ban yang kurang baik. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan *bucket* ke arah bawah dan kemudian menarik material menuju badan alat (Rostiyanti, 2008). Contoh *backhoe* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Backhoe* Cat 320 NG (Caterpillar, 2023)

2.1.4 Alat pengangkut material

Alat pengangkut material merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan material dengan jarak tempuh yang relatif jauh. Salah satu contoh alat angkut yang sering digunakan di industri pertambangan bijih nikel adalah *dump truck*. *Dump truck* adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi yang lainnya. *Dump truck* sangat bergantung dengan alat lain (*excavator*) untuk melakukan pemuatan, sehingga ada beberapa hal yang perlu diperhatikan (Rostiyanti, 2008):

- a) Jumlah *dump truck* perlu dihitung untuk mengurangi waktu tunggu *excavator*.

- b) Kebutuhan *dump truck* perlu disesuaikan dengan kapasitas alat gali-muat.
- c) Pengisian *dump truck* sampai kapasitas maksimum.
- d) Ban *dump truck* di ganjal saat melakukan pemuatan.

Material yang dibawa oleh *dump truck* dapat dibongkar dengan cara *rear dump*. *Rear dump* adalah sistem pembongkaran dengan cara menaikkan bak *dump truck* bagian depan dan menumpahkan muatan ke belakang. Ukuran bak *dump truck* bermacam-macam, berkisar antara 25 ton sampai 250 ton (Rostiyanti, 2008). *Dump truck* dengan sistem *rear dump* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Rear dump* oleh Howo HW19710 (Titan Vehicle, 2022)

2.1.5 Alat pemadat

Alat pemadat adalah alat yang digunakan untuk memadatkan material. Alat pemadat sering disebut sebagai *compactor*. Tujuan dari pemadatan adalah (Rostiyanti, 2008):

- a) Mendapatkan permukaan yang padat
- b) Mengurangi perubahan bentuk permukaan tanah
- c) Memperkecil penurunan permukaan tanah
- d) Meningkatkan kekuatan tanah

Jenis *compactor* yang cukup sering digunakan pada kegiatan pemadatan jalan adalah *vibratory roller*. *Vibratory roller* adalah alat yang digunakan untuk pekerjaan pemadatan tanah dengan menggunakan efek getaran mesin. Jenis

material seperti batuan dapat dipadatkan dengan lebih baik karena alat dapat memberikan tekanan yang kuat terhadap batuan. Adanya getaran membuat butir-butir partikel yang kecil akan mengisi rongga-rongga di antara partikel-partikel yang lebih besar. Cara kerja dari *vibratory roller* adalah dengan cara bergerak maju dan mundur di tempat yang sama hingga mencapai kepadatan yang diharapkan (Kusrin, 2008). Contoh *vibratory roller* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Vibratory roller* Bomag BW211 D-40 (United Tractors, 2022)

2.1.6 Alat penerangan

Alat penerangan merupakan alat yang digunakan untuk mendukung aktivitas penambangan yang dilaksanakan pada malam hari. Lokasi tambang yang berada di daerah terpencil membuat alat penerangan sangat dibutuhkan. Alat penerangan dibutuhkan untuk melihat kondisi sekitar tambang agar lebih jelas. Salah satu jenis alat penerangan yang umum digunakan adalah *tower lamp*. *Tower lamp* harus memiliki kemampuan pencahayaan yang tinggi, sehingga *tower lamp* dirancang untuk memiliki satu atau lebih lampu yang berintensitas tinggi. *Tower lamp* juga dilengkapi dengan genset dan tangki bahan bakar untuk menyalakan lampu serta dipadukan dengan menara hidrolis yang ketinggiannya bervariasi tergantung dari kebutuhan (Ahmad dkk., 2023). Contoh *tower lamp* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Tower lamp* JCB LTM9 (Gunn JCB, 2022)

2.1.7 Alat penyiram

Alat penyiram adalah alat yang digunakan untuk menyiram permukaan jalan akibat debu yang dihasilkan dari aktivitas penambangan. Salah satu jenis alat penyiram yang umum digunakan adalah *water truck*. *Water truck* adalah kendaraan yang berfungsi untuk membawa air dan menyiram jalan untuk mengurangi debu serta mencegah terbatasnya kondisi jarak pandang (Ismuhadi dkk., 2020). Contoh dari *water truck* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Water truck* Cat 777 (Cat, 2022)

2.2 Alur Penambangan Bijih Nikel

Tahapan kegiatan penambangan untuk mendapatkan bijih nikel adalah (Kementrian ESDM, 2017; Milwadi dkk., 2023):

2.2.1 Pembersihan lahan (*land clearing*) dan pengupasan tanah pucuk (*top soil removal*)

Tahap awal dari kegiatan penambangan bijih nikel adalah pembersihan lahan (*land clearing*). Pembersihan lahan adalah kegiatan membersihkan lahan dari semak dan pepohonan. Semua vegetasi yang berada pada lokasi yang akan ditambang harus dibersihkan. Pembersihan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *bulldozer* dan *excavator (backhoe)*. *Bulldozer* digunakan karena mampu memangkas pohon-pohon yang besar. Kegiatan pembersihan lahan sebaiknya dilakukan pada saat musim kemarau.

Pengupasan tanah pucuk (*top soil removal*) dapat dilakukan setelah membersihkan lahan dari pepohonan. Tanah pucuk yang dikupas akan dibawa dan disimpan di suatu daerah yang biasa dinamakan *top soil area* atau *bank soil*. Tanah pucuk memiliki kandungan unsur hara yang sangat tinggi dan akan digunakan pada saat ingin melakukan kegiatan reklamasi sebagai lapisan paling atas di area reklamasi tersebut.

2.2.2 Pengupasan tanah penutup (*overburden removal*)

Pengupasan tanah penutup (*overburden removal*) dapat dilakukan setelah pengupasan tanah pucuk selesai dilakukan. Tanah penutup merupakan bagian yang menutupi bijih nikel, sehingga tanah penutup perlu dikupas agar bijih nikel dapat ditambang. Tanah penutup dikupas menggunakan *excavator* dan dibuang ke daerah penimbunan tanah penutup yang biasa disebut sebagai *disposal* atau *waste dump area*. Pengangkutan tanah penutup menuju lokasi penimbunan tanah penutup dapat dilakukan dengan cara *direct dozing* jika jarak pengangkutan tidak jauh atau sekitar 100 meter. *Direct dozing* adalah kegiatan mengangkut tanah penutup dengan cara mendorong material menggunakan *bulldozer* menuju *waste dump area*.

2.2.3 Penambangan bijih nikel

Bijih nikel dapat ditambang setelah tanah penutup yang menutupi bijih nikel dikupas. Penambangan bijih nikel dilakukan dengan menggunakan *excavator*

(*backhoe*) untuk mengambil bijih nikel. Kegiatan pemisahan antara batuan dan bijih nikel juga dilakukan pada tahap ini. Kegiatan pemisahan yang dilakukan berguna untuk menghindari penurunan kadar nikel karena batuan yang berada diantara bijih nikel dapat menyebabkan penurunan kadar nikel. Bijih nikel yang telah dipisahkan dengan batuan selanjutnya akan dimuat oleh *excavator (backhoe)* ke dalam alat angkut.

2.2.4 Pengangkutan bijih nikel

Bijih nikel yang telah ditambang akan dimuat ke dalam alat angkut untuk dibawa menuju tempat penyimpanan bijih (*port stockpile*). Proses pengangkutan bijih nikel dilakukan dengan menggunakan alat angkut. Alat angkut yang biasanya digunakan adalah *dump truck*. Kegiatan pengangkutan bijih nikel menuju *port stockpile* bertujuan untuk menyimpan bijih nikel di suatu lokasi dekat dengan kapal untuk menghindari masuknya material pengotor yang dapat menyebabkan penurunan kadar nikel. *Port stockpile* adalah lokasi yang disediakan untuk menyimpan bijih nikel sebelum melakukan pengapalan.

2.2.5 Barging

Barging adalah kegiatan pengangkutan bijih nikel menuju kapal tongkang. Kegiatan *barging* dilakukan dengan menggunakan alat angkut, biasanya menggunakan *dump truck* untuk mengangkut bijih nikel menuju kapal tongkang. Kapal tongkang yang telah terisi dengan muatan bijih nikel akan ditarik dengan menggunakan kapal tunda (*tug boat*) untuk dibawa dan dijual ke *smelter* yang telah ditentukan. Kegiatan *barging* akan dilakukan oleh perusahaan yang belum memiliki *smelter* sendiri.

2.2.6 Konstruksi

Konstruksi adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan dan membangun fasilitas penunjang kegiatan penambangan bijih nikel. Fasilitas penunjang meliputi akses jalan tambang, perkantoran, tempat tinggal karyawan, listrik, air dan berbagai konstruksi lainnya yang dibutuhkan.

Gambar 8 memperlihatkan alur penambangan bijih nikel PT Sulawesi Mining yang merupakan salah satu perusahaan tambang bijih nikel yang ada di Indonesia.



Gambar 8. Alur penambangan bijih nikel (Sulawesi Mining, 2023)

2.3 Biaya Operasional

Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menjalankan aktivitas-aktivitas dalam rangka menghasilkan sebuah produk. Biaya operasional terbagi menjadi empat kelompok biaya, yaitu biaya langsung (*direct cost*), biaya tidak langsung (*indirect cost*), biaya kontingensi (*contingency cost*) dan biaya distribusi (*distribution cost*) (Gentry and O'Neil, 1984; Rostiyanti, 2008):

2.3.1 Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang dapat ditelusuri dan dapat dilacak langsung kepada produk yang ingin dihasilkan (Gentry and O'Neil, 1984; Cremonese *et al.*, 2016). Biaya yang masuk ke dalam kategori biaya langsung adalah biaya-biaya yang dibutuhkan dalam mengoperasikan peralatan. Biaya-biaya tersebut adalah (Rostiyanti, 2008):

a. Biaya bahan bakar minyak (BBM)

Setiap jenis alat memiliki konsumsi bahan bakar yang berbeda-beda. Penggunaan bahan bakar ditentukan dari pekerjaan yang dilakukan oleh alat yang digunakan. Catatan penggunaan bahan bakar dapat menjadi acuan dalam perhitungan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh alat dalam periode waktu tertentu dan jenis pekerjaannya. Biaya bahan bakar diperoleh dengan mengalikan harga bahan bakar per liter dengan jumlah bahan bakar

yang digunakan yang dapat dilihat pada Persamaan 1 (Palayukan *et al.*, 2018).

$$\text{Biaya BBM} = \text{Harga BBM (Rp/liter)} \times \text{Jumlah BBM (liter)} \quad (1)$$

b. Biaya penggantian ban

Salah satu komponen penting dari alat angkut adalah komponen ban. Ban adalah komponen yang bersentuhan langsung dengan permukaan jalan, sehingga menyebabkan ban sangat cepat mengalami aus. Biaya penggantian ban dihitung menggunakan Persamaan 2 (Wahab dan Ardian, 2018).

$$\text{Biaya ban} = \text{Harga ban (Rp)} \times \text{Jumlah ban} \quad (2)$$

c. Biaya perbaikan

Alat memiliki komponen-komponen yang seringkali mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan perbaikan pada komponen tersebut. Biaya perbaikan alat bergantung pada frekuensi komponen alat tersebut mengalami kerusakan. Biaya perbaikan dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 (Fauziyyah dan Sriyanto, 2015).

$$\text{TCr} = \text{Cr} \times \text{N} \quad (3)$$

dimana,

TCr = Total biaya perbaikan (Rp),

Cr = Biaya kerusakan alat (Rp),

N = Jumlah alat yang rusak

d. Gaji operator

Gaji operator merupakan bagian dari biaya operasional karena alat tidak dapat digunakan jika tidak ada operator yang mengoperasikan alat tersebut. Gaji operator dapat diketahui melalui data yang dimiliki oleh perusahaan.

2.3.2 Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak dapat ditelusuri dan tidak dapat dilacak secara langsung kepada produk yang ingin dihasilkan. Adanya perubahan produksi tidak terlalu mempengaruhi biaya tidak langsung. Biaya yang masuk ke dalam kategori biaya tidak langsung adalah pajak peralatan, bunga sewa peralatan, asuransi peralatan dan lain-lain.

2.3.3 Biaya kontingensi (*contingency cost*)

Biaya kontingensi adalah biaya-biaya yang tidak terduga yang digunakan selama pelaksanaan pekerjaan. Biaya kontingensi berupa sejumlah dana yang disediakan sebagai perkiraan atau cadangan dalam menghadapi risiko-risiko dari kondisi yang tidak pasti dalam pekerjaan. Sebagian besar anggaran konstruksi ditambahkan dengan biaya kontingensi karena menganggap bahwa biaya kontingensi sangatlah penting terlebih jika pekerjaan sebelumnya menunjukkan adanya kemungkinan akan terjadi peristiwa-peristiwa yang tidak dapat diramalkan dan mengakibatkan biaya meningkat. Besarnya angka biaya kontingensi tidak dapat ditentukan dengan rumus yang baku, sehingga penentuan biaya hanya bergantung pada pemahaman terhadap risiko pekerjaan dan pengalaman estimator atau perusahaan kontraktor yang bersangkutan (Latupeirissa dkk., 2009; Peginusa dkk., 2020; Sutikno dan Rohman, 2022).

2.3.4 Biaya distribusi (*distribution cost*)

Biaya distribusi merupakan biaya yang digunakan untuk segala kebutuhan distribusi produk dari produsen menuju konsumen. Serangkaian biaya distribusi antara lain adalah biaya penyimpanan produk, biaya pengelolaan produk dan biaya pengangkutan untuk mengirimkan produk yang ingin dijual kepada konsumen. Banyaknya lokasi distribusi akan berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, baik dalam jumlah besar maupun kecil diharapkan mampu memberikan keuntungan bagi perusahaan (Gentry and O'Neil, 1984; Laki dkk., 2019; Sabrina dkk., 2022).

2.4 Sistem Penyewaan Alat

Kepemilikan alat dapat dilakukan dengan cara menyewa alat tersebut. Penyewaan alat dilakukan jika volume pekerjaan yang dilakukan kecil dengan waktu yang relatif pendek atau ketika keuangan perusahaan yang tidak memungkinkan untuk membeli alat (Monika dan Murad, 2018). Keuntungan dari kepemilikan alat dengan cara sewa adalah (Barbara, 2015):

- a. Modal awal yang disediakan tidak besar
- b. Hanya alat yang dibutuhkan yang akan disewa

- c. Tidak perlu memikirkan lahan untuk menyimpan alat
Kerugian dari kepemilikan alat dengan cara sewa adalah (Barbara, 2015):
 - a. Kondisi alat yang disewa belum tentu baik
 - b. Alat yang dibutuhkan belum tentu alat yang diinginkan
 - c. Perubahan harga tergantung dari pihak penyedia alat
 - d. Biaya yang dikeluarkan mahal pada proyek jangka panjang
 Sistem penyewaan alat yang cukup sering digunakan oleh perusahaan penyedia jasa sewa alat adalah sistem *lump sum*, *wet hire* dan *dry hire*.

2.4.1 Sistem *lump sum*

Sistem *lump sum* adalah suatu metode pembayaran yang dilakukan sekaligus dalam satu waktu. Pembayaran sekaligus dalam satu waktu sering disebut juga dengan kontrak *lump sum*. Harga yang disepakati dalam kontrak *lump sum* bersifat mengikat, artinya harga yang ditawarkan oleh kontraktor tidak berubah-ubah sesuai dengan periode kontrak. Kontraktor diwajibkan untuk menyerahkan total harga sekaligus dalam kontraknya (Indriani, 2015; Zainordin *et al.*, 2019).

Penerapan kontrak *lump sum* sudah seharusnya berjalan menurut aturan dan tertulis. Kontrak *lump sum* diatur dalam Perpres No.12 Tahun 2021 Pasal 27 Ayat (5) yang menjelaskan bahwa kontrak *lump sum* adalah kontrak pengadaan barang/jasa atas penyelesaian seluruh pekerjaan dalam batas waktu tertentu dengan ketentuan bahwa jumlah harga pasti dan tetap serta tidak dimungkinkan penyesuaian harga dan total harga penawaran bersifat mengikat. Kontrak *lump sum* merupakan perjanjian kontrak yang baik untuk digunakan jika pekerjaan telah ditentukan dengan baik. Perjanjian *lump sum* membantu untuk mengurangi risiko kepemilikan suatu alat, namun permasalahan yang sering muncul pada jenis kontrak *lump sum* adalah (Zainordin *et al.*, 2019):

1. Penawaran yang tidak seimbang
Penawaran yang tidak seimbang antara biaya yang dikeluarkan dengan hasil yang akan didapatkan menyebabkan pembayaran lebih baik menggunakan harga satuan dibandingkan harga sekaligus.

2. Perubahan pekerjaan

Perubahan pekerjaan dapat menyebabkan peningkatan biaya, sehingga penetapan harga pada kontrak dapat menimbulkan konflik antara penyewa alat dan penyedia alat. Kesepakatan kontrak terkadang tidak memuat pihak yang bertanggung jawab atas adanya biaya tambahan, sehingga seharusnya isi kontrak harus dapat menjelaskan pihak yang akan menangani dan menanggung jika terdapat biaya tambahan.

2.4.2 *Wet hire*

Wet hire adalah istilah yang umum digunakan oleh para penyedia jasa alat yang merupakan sistem menyewa alat bersama dengan bahan bakar, operator serta perbaikan dan perawatan alat pada saat yang bersamaan. Keseluruhan operasional alat ditanggung oleh penyedia jasa sewa alat dan hal ini dapat meningkatkan harga sewa alat (Tsai *et al.*, 2012; Singh, 2017) . Kelebihan dari menyewa alat dengan menggunakan sistem *wet hire* adalah (McPherson, 2023, Ram Equipment, 2023):

1. Operator yang berpengalaman

Penyewaan alat dengan sistem *wet hire* dapat menguntungkan bagi perusahaan karena alat disewa sudah termasuk dengan operator. Operator yang disediakan tentu memiliki pengalaman dalam mengoperasikan alat, sehingga perusahaan tidak perlu menyediakan anggaran untuk pelatihan operator.

2. Hemat waktu

Penyewaan alat dengan sistem *wet hire* dapat menghemat waktu karena menghilangkan kebutuhan dalam mencari operator untuk mengoperasikan alat. Operator yang digunakan juga merupakan operator berpengalaman, sehingga mampu mengerjakan pekerjaan dengan lebih cepat. Sistem *wet hire* sangat membantu perusahaan jika pekerjaan harus segera dilakukan.

3. Mengurangi risiko kecelakaan

Penyewaan alat dengan sistem *wet hire* dapat mengurangi risiko kecelakaan karena dikerjakan oleh operator yang berpengalaman. Risiko kecelakaan biasanya sering terjadi pada operator pemula karena belum memiliki

keterampilan, sehingga dengan menyewa alat dengan sistem *wet hire* dapat menciptakan pekerjaan yang lebih aman.

Penyewaan dengan sistem *wet hire* memberikan kenyamanan bagi perusahaan agar dapat segera melaksanakan pekerjaan, tetapi penyewaan dengan sistem *wet hire* juga memiliki kekurangan-kekurangan. Kekurangan menyewa alat dengan sistem *wet hire* adalah (McPherson, 2023; Ram Equipment, 2023):

1. Mahal

Penyewaan dengan sistem *wet hire* lebih mahal karena alat disewa sekaligus dengan keahlian operator, sehingga membuat perusahaan yang memiliki anggaran yang terbatas menghindari penyewaan dengan sistem *wet hire*.

2. Membutuhkan pengawasan

Penyewaan alat dengan sistem *wet hire* membuat perusahaan harus mampu mengawasi pekerjaan secara terus-menerus. Pengawasan sangat memakan waktu tetapi harus dilakukan untuk menghindari pekerjaan mengeluarkan biaya yang terlalu besar.

2.4.3 *Dry hire*

Dry hire adalah istilah yang umum digunakan oleh para penyedia jasa alat yang merupakan sistem menyewa alat saja tanpa bahan bakar, operator, perbaikan dan perawatan alat. Keseluruhan operasional alat ditanggung oleh pihak yang ingin menyewa alat, sehingga harga alat lebih murah (Tsai *et al.*, 2012; Singh, 2017). Kelebihan dari menyewa alat dengan menggunakan sistem *dry hire* adalah (Gardoce, 2019; Ram Equipment, 2023):

1. Penyusunan anggaran jelas

Penyewaan alat dengan sistem *dry hire* memungkinkan penyusunan anggaran lebih dijelaskan dengan detail karena menjelaskan kebutuhan-kebutuhan operasional alat serta memisahkan biaya sewa alat dengan biaya tenaga kerja.

2. Meningkatkan kontrol alat

Penyewaan alat dengan sistem *dry hire* memberikan kendali kepada perusahaan untuk memilih sendiri operator yang diinginkan yang sesuai dengan anggaran dan kebutuhan pekerjaan. Hal ini membuat perusahaan

dapat mengawasi penggunaan alat untuk mengurangi biaya yang tidak perlu digunakan.

3. Fleksibel

Penyewaan alat dengan sistem *dry hire* dinilai sangat fleksibel karena perusahaan dapat menghentikan operator dan penggunaan peralatan selama penundaan pekerjaan atau selama pekerjaan terpaksa dihentikan karena keadaan yang tidak terduga.

Penyewaan dengan sistem *dry hire* memberikan kesempatan bagi perusahaan untuk mengendalikan dan menyesuaikan anggaran yang dimiliki, tetapi penyewaan dengan sistem *dry hire* juga memiliki kekurangan-kekurangan. Kekurangan menyewa alat dengan sistem *dry hire* adalah (Gardoce, 2019; Ram Equipment, 2023):

1. Biaya tidak terduga

Biaya tidak terduga sering dialami oleh perusahaan-perusahaan karena biaya-biaya operasional mengalami kenaikan. Biaya operasional yang meningkat membuat perusahaan mengeluarkan biaya yang tidak sesuai dengan anggaran.

2. Sulit mencari operator yang sesuai

Perusahaan yang memilih sistem *dry hire* dibebaskan dalam memilih sendiri operator yang diinginkan, tetapi perusahaan seringkali menghadapi permasalahan, seperti sulitnya mencari operator yang berpengalaman dengan anggaran terbatas. Perusahaan dihadapkan dengan operator pemula yang tidak memiliki keterampilan dan masih membutuhkan banyak pelatihan. Operator yang tidak berpengalaman atau tidak memiliki keterampilan dalam mengoperasikan alat dapat mengakibatkan penyelesaian pekerjaan menjadi lebih lama serta perusahaan berpotensi mengalami kerugian.

2.5 *Hour Meter*

Hour meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur dan mencatat waktu yang berlalu, seperti waktu pengoperasian alat. Penggunaan *hour meter* dalam mencatat waktu pengoperasian alat berguna untuk menentukan waktu perawatan alat. *Hour meter* berguna sebagai pencatat jam kerja sering digunakan

pada kendaraan-kendaraan, seperti mobil, *dump truck* atau alat berat. Penggunaan *hour meter* dalam dunia pertambangan berfungsi untuk menghitung dan menentukan jadwal perbaikan alat berdasarkan jam kerja alat dan bukan berdasarkan jarak tempuh alat. Penggunaan jam kerja dinilai lebih tepat untuk mengatur jadwal perawatan karena seringkali alat yang digunakan tetap harus beroperasi walaupun tidak menempuh jarak yang jauh.

Hour meter memiliki kelebihan dalam mengetahui waktu operasional alat. Waktu operasional alat pada *hour meter* berbeda dengan waktu harian yang dicatat manual oleh operator mesin. Hal ini karena waktu yang ditunjukkan pada *hour meter* mempertimbangkan faktor kondisi alat saat pekerjaan alat mengalami variasi beban. Perbaikan dan pemeliharaan alat semakin mudah dijadwalkan dengan melihat waktu operasional yang ditampilkan pada *hour meter* (Prabowo dan Putra, 2022). Lama waktu alat beroperasi didapatkan dengan cara mengurangi nilai *hour meter* akhir dikurang dengan nilai *hour meter* awal (Timur dan Bismantolo, 2022). Contoh gambar *hour meter* dapat dilihat pada Gambar 9.

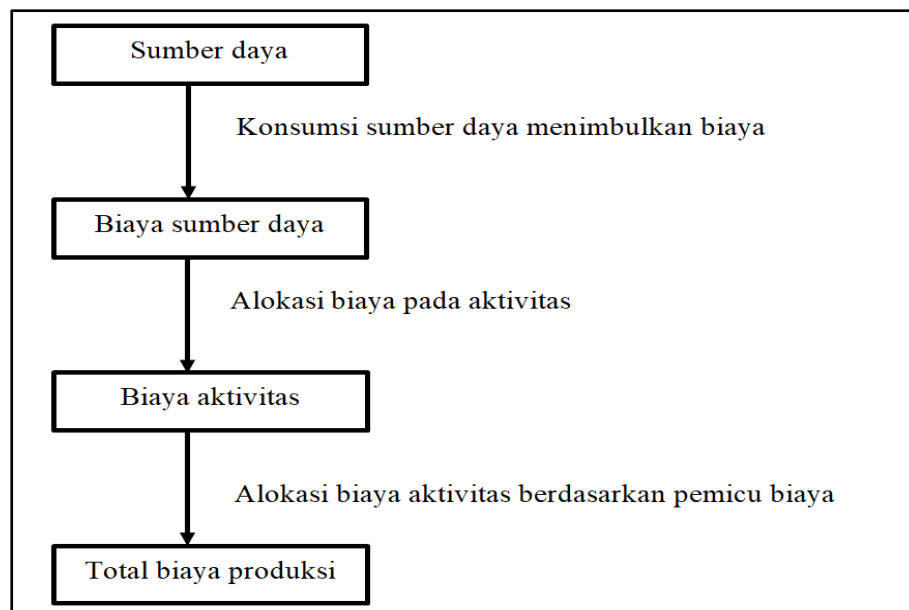


Gambar 9. *Hour meter* (Prabowo dan Putra, 2022)

2.6 Metode *Activity-Based Costing* (ABC)

Metode *Activity-Based Costing* atau disingkat metode ABC pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat sekitar tahun 1980-an oleh Robert Kaplan dan Robin Cooper dengan tujuan untuk membantu perusahaan mengendalikan biaya

dengan lebih baik dan menghitung biaya secara lebih akurat. Kaplan dan Cooper menyadari perhitungan biaya akan berdampak pada pengambilan keputusan manajemen, sehingga Kaplan dan Cooper merasa perlu adanya suatu metode perhitungan biaya untuk mengurangi kesalahan dalam perhitungan biaya. Pentingnya memiliki sistem perhitungan biaya yang akurat yang membawa Kaplan dan Cooper mengembangkan metode ABC. Metode ABC pada prinsipnya adalah metode perhitungan biaya yang berbasis pada aktivitas. Metode ABC didasari dengan pemahaman bahwa untuk menghasilkan produk membutuhkan aktivitas dan aktivitas membutuhkan sumber daya dan biaya (Minjares, 2008; Prakata dan Haryadi, 2018; Quesado *and* Silva, 2021). Kaplan dan Cooper pada tahap awal mengembangkan metode ABC berfokus pada mengidentifikasi dan mengklasifikasi aktivitas, memperkirakan biaya, menentukan pemicu biaya aktivitas dan membebankan biaya aktivitas kepada produk (Minjares, 2008). Prinsip sederhana perhitungan biaya menggunakan metode ABC di industri pertambangan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Prinsip sederhana metode ABC (Man *et al.*, 2012).

2.6.1 Istilah-istilah dalam metode ABC

Istilah yang umum digunakan dalam perhitungan biaya menggunakan metode ABC adalah (Gosselin, 2007):

1. **Aktivitas (*Activity*)**
Aktivitas adalah kegiatan-kegiatan yang dilakukan untuk mencapai suatu tujuan, seperti menghasilkan produk atau menyediakan jasa.
2. **Sumber daya (*Resource*)**
Sumber daya adalah sumber tenaga yang dapat digunakan untuk menggerakkan alat atau menjalankan aktivitas untuk menghasilkan suatu produk.
3. **Pemicu biaya (*Cost driver*)**
Pemicu biaya adalah faktor yang menyebabkan sumber daya digunakan dan aktivitas dilakukan. Pemicu biaya sangat beragam, dapat berupa luas perbaikan jalan, jumlah material yang ingin diproduksi, jam kerja dan lain-lain. Pemicu biaya digunakan untuk membantu mengalokasikan biaya dari suatu aktivitas ke produk.
4. **Kelompok biaya aktivitas (*Activity cost pool*)**
Kelompok biaya aktivitas adalah sekelompok biaya yang disebabkan oleh aktivitas-aktivitas yang memiliki pemicu biaya yang sama atau aktivitas-aktivitas yang memiliki karakteristik yang sama walaupun disebabkan oleh pemicu biaya yang berbeda.

2.6.2 Tahap perhitungan biaya menggunakan metode ABC

Perhitungan dengan metode ABC dapat digunakan oleh perusahaan yang bergerak di industri pertambangan untuk menghitung biaya operasional dengan syarat perusahaan mampu mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang dilakukan karena prinsip dari metode ABC adalah perhitungan biaya berbasis aktivitas. Langkah-langkah untuk menghitung biaya operasional yang dapat diterapkan di industri pertambangan adalah (Haroun, 2015; Andriyanto dkk., 2016; Cremonese *et al.*, 2016):

1. **Mengidentifikasi sumber daya dan aktivitas**
Langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi sumber daya yang digunakan untuk melaksanakan aktivitas dan mengidentifikasi semua aktivitas yang mengonsumsi sumber daya. Kegiatan operasional

penambahan yang terdiri dari banyak aktivitas perlu dianalisis agar biaya dapat dihitung.

2. Menentukan pemicu biaya aktivitas

Langkah kedua yang dapat dilakukan adalah menentukan pemicu biaya yang menyebabkan aktivitas terjadi dan biaya digunakan. Pemicu biaya metode ABC beragam sesuai dengan hubungannya dengan aktivitas.

3. Menghitung biaya sumber daya dan biaya aktivitas

Langkah ketiga yang dapat dilakukan adalah menghitung biaya yang dikeluarkan dalam mengonsumsi sumber daya dan biaya yang digunakan untuk melakukan aktivitas.

4. Mengelompokkan biaya aktivitas

Langkah keempat yang dapat dilakukan adalah membentuk kelompok biaya aktivitas dengan menyatukan kelompok-kelompok yang memiliki pemicu biaya yang sama.

5. Menentukan tarif pemicu biaya

Langkah kelima yang dapat dilakukan adalah menentukan tarif pemicu biaya aktivitas. Pemicu biaya yang ditentukan harus didefinisikan dalam bentuk angka agar tarif pemicu biaya dapat dihitung. Tarif pemicu biaya dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.

$$\text{Tarif pemicu biaya} = \frac{\text{Total biaya aktivitas (Rp)}}{\text{Pemicu biaya}} \quad (4)$$

6. Mengalokasikan biaya aktivitas kepada produk

Langkah kelima yang dapat dilakukan adalah mengalokasikan biaya aktivitas dengan mengalikan tarif pemicu biaya dengan jumlah pemicu biaya yang dikonsumsi. Biaya yang ingin dibebankan kepada produk dihitung dengan menggunakan Persamaan 5.

$$\text{Biaya yang dibebankan} = \text{Tarif pemicu biaya (Rp)} \times \text{Pemicu biaya} \quad (5)$$

2.6.3 Kelebihan dan kekurangan metode ABC

Kelebihan dari penggunaan metode ABC untuk menghitung biaya operasional adalah (Prakata dan Haryadi, 2018):

1. Metode ABC membantu mengurangi distorsi (pembebanan) biaya yang terlalu tinggi yang disebabkan oleh alokasi biaya yang kurang tepat.

2. Metode ABC menyajikan biaya yang didasarkan pada aktivitas sehingga hasil perhitungan biaya lebih informatif.
3. Metode ABC menyajikan perhitungan biaya yang lebih akurat karena perhitungan melibatkan pemicu biaya aktivitas.
4. Metode ABC mampu memberikan keputusan manajemen yang lebih baik terkait harga jual produk.

Metode ABC memiliki banyak manfaat dalam perhitungan biaya operasional dan membantu pihak manajemen dalam pengambilan keputusan, namun penerapan metode ABC cukup sulit untuk dilakukan karena masih memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan-kelemahan yang sering dihadapi oleh perusahaan adalah (Kaplan *and* Anderson, 2007; Prakata dan Haryadi, 2018):

1. Implementasi metode ABC membutuhkan data-data aktivitas, sehingga bagi perusahaan yang melakukan banyak aktivitas akan mengumpulkan data yang cukup banyak.
2. Metode ABC merupakan sistem yang cukup rumit yang membutuhkan banyak catatan perhitungan.
3. Proses wawancara terkait aktivitas dan pemicu biaya membutuhkan biaya dan waktu yang cukup lama.
4. Pengolahan data menggunakan metode ABC masih bersifat subjektif.
5. Sulit untuk memonitor semua aktivitas dalam sebuah proses kerja.
6. Model ABC sulit untuk dimodifikasi jika terjadi perubahan situasi.

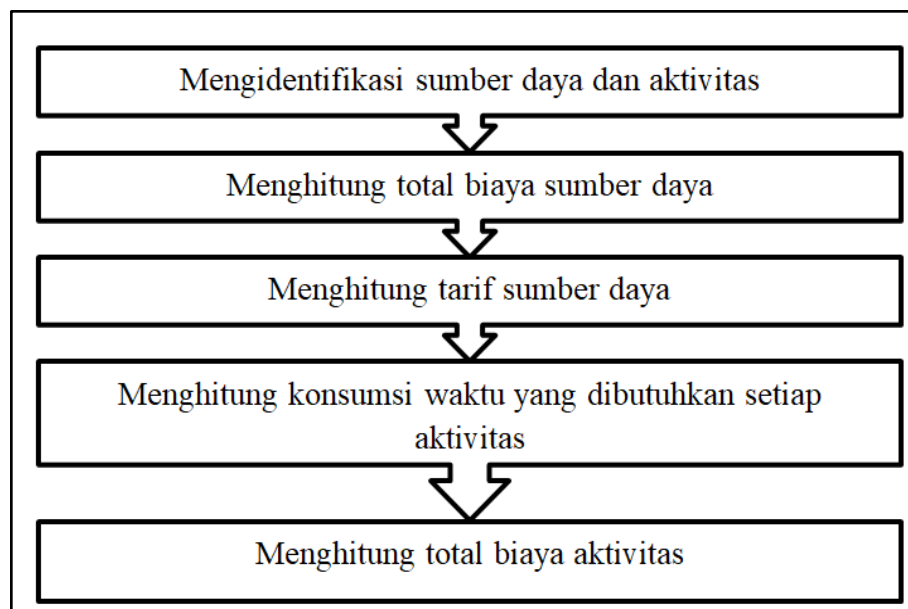
Metode ABC merupakan sebuah sistem yang memberikan keakuratan biaya bagi perusahaan, namun beberapa perusahaan gagal mengadopsi metode ABC bahkan meninggalkan metode ABC karena banyaknya hambatan dalam penerapan metode ini, seperti rumit untuk dipertahankan dan sulit dimodifikasi (Kaplan *and* Anderson, 2007).

2.7 Metode *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC)

Metode *Time-Driven Activity-Based Costing* atau dikenal dengan sebutan metode TDABC adalah metode yang dikembangkan oleh Robert Kaplan dan Steven Anderson. Metode TDABC merupakan inovasi dari metode ABC yang lebih mudah dan lebih murah untuk diterapkan dalam perhitungan biaya. Metode

TDABC muncul sebagai respon atas kesulitan-kesulitan yang dihadapi oleh banyak perusahaan dalam menerapkan metode ABC. Robert Kaplan dan Steven Anderson bekerja sama untuk mengembangkan suatu sistem perhitungan biaya yang baru agar perusahaan yang menerapkan metode ABC bisa beralih menggunakan metode yang baru. Robert Kaplan dan Steven Anderson melakukan inovasi terhadap metode ABC dengan memperhatikan kapasitas yang digunakan melalui waktu kerja yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas dan memberi nama metode *Time-Driven Activity-Based Costing* atau metode perhitungan biaya yang menghitung biaya aktivitas berdasarkan unit waktu.

Metode TDABC menyederhanakan proses perhitungan biaya dengan menghilangkan wawancara dalam mengalokasikan biaya sumber daya ke aktivitas sebelum membebankan biaya kepada produk. Metode TDABC membebankan biaya dengan menggunakan waktu sebagai pemicu biaya. Langkah-langkah perhitungan menggunakan metode TDABC hampir sama dengan langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode ABC, tetapi pada metode TDABC terdapat istilah persamaan waktu (*time equation*). Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menghitung biaya menggunakan metode TDABC dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Langkah-langkah metode TDABC (Ganorkar *et al.*, 2019).

2.7.1 Penggunaan waktu dalam metode TDABC

Metode TDABC berfokus pada penggunaan waktu dalam menghitung biaya. Waktu yang digunakan sebagai pemicu biaya dalam metode TDABC dapat berupa waktu normal (*normal time*), waktu aktual (*actual time*) dan waktu longgar (*allowance time*) (Kaplan and Anderson, 2007; Storm, 2019).

1. Waktu normal (*normal time*)

Waktu normal adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh pekerja untuk melakukan suatu pekerjaan dalam kondisi kerja biasa dan melakukan pekerjaan dalam kecepatan normal.

2. Waktu aktual (*actual time*)

Waktu aktual adalah waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk melakukan suatu pekerjaan yang didapatkan secara langsung dari hasil pengamatan atau melalui catatan perusahaan.

3. Waktu longgar (*allowance time*)

Waktu longgar adalah sejumlah waktu tambahan dalam waktu normal yang menyebabkan aktivitas dilakukan lebih lama dari biasanya.

2.7.2 Kelebihan dan kekurangan metode TDABC

Kelebihan dari menggunakan metode TDABC dalam menghitung biaya operasional adalah (Ganorkar *et al.*, 2018):

1. Perhitungan dengan metode TDABC tidak menggunakan data sebanyak metode ABC, sehingga lebih mudah untuk diterapkan.
2. Perhitungan biaya operasional dapat dijalankan dengan rutin, sehingga perusahaan lebih cepat mendapatkan informasi terkait biaya yang digunakan.
3. Penerapan metode TDABC tidak membutuhkan banyak orang untuk mengestimasi waktu.
4. Memberikan informasi terkait penggunaan waktu.

Implementasi metode TDABC sangat membantu perusahaan dalam menghitung biaya operasional, namun penerapan metode TDABC masih terdapat beberapa kendala-kendala, yaitu (Ganorkar *et al.*, 2018):

1. Sulit untuk memperkirakan waktu untuk aktivitas yang tidak berkelanjutan.

2. Pengamatan langsung sangat sulit dilakukan oleh perusahaan yang sedang menghemat anggaran.
3. Akurasi masih bisa dipermasalahkan karena mengestimasi waktu berbeda dengan mengamati langsung, sehingga waktu dapat dikatakan belum akurat.