

BAB III

LANDASAN TEORI

Berikut beberapa prinsip yang perlu dipertimbangkan sehingga semua kondisi yang terlibat dalam program penelitian dapat dinilai dan dievaluasi.

3.1 Sejarah PT GAG Nikel

Eksplorasi nikel di Pulau Gag mempunyai sejarah yang cukup panjang. Eksplorasi tersebut di mulai pada tahun 1969 sampai tahun 1982 oleh PT Pasific Nikel Indonesia. Eksplorasi ini kemudian dilanjutkan oleh Queensland Nikel (QN) anak perusahaan dari Dallhold Nickel Management pada tahun 1986 sampai dengan 1990. Kegiatan eksplorasi, kemudian dilanjutkan oleh BHP Minerals International Inc yang bekerjasama dengan PT Aneka Tambang. Selanjutnya kedua perusahaan tersebut membentuk perusahaan baru bernama PT Gag Nikel pada tanggal 9 Februari 1998. PT Gag Nikel ini kemudian melakukan penandatanganan kontrak karya dengan Pemerintah Indonesia untuk mengelola endapan nikel dan cobalt di Pulau Gag pada tanggal 19 Februari 1998.

Berdasarkan data yang telah dikaji, maka sistem penambangan endapan nikel pada PT Gag Nikel dilakukan dengan cara penambangan terbuka (*Open Cast*). Hal itu didasarkan pada pertimbangan letak dari endapan tersebut berada pada kedalaman 0 – 25 meter dari permukaan tanah. Yang dimaksud dengan tambang terbuka adalah penambangan dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi dan tempat kerjanya langsung berhubungan dengan udara. Sementara untuk umur tambang tersebut yaitu berkisar 30 tahun berdasarkan penghitungan dari cadangan endapan bijih nikel yang ada pada Pulau Gag dan

kemudian dilakukan permodelan endapan bahan galian berdasarkan *Backfilling Strategy* untuk mengatur sistem penambangan atau membagi blok-blok penambangannya. Berikut diagram alir penambangan bijih nikel :



Gambar 3.1
Diagram Alir Operasi Penambangan Nikel

Dalam diagram alir di atas setiap simbol yang digunakan menerangkan arti :

1. Segiempat = Lokasi dimana berlangsungnya operasi atau proses kegiatan
2. Lingkaran = Nama operasi atau proses yang terjadi

3. Anak Panah = Kejadian pemindahan material atau transportasi antar lokasi
4. Segi Tiga = Tempat Penyimpanan (*Stock*)

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan penambangan dan produksi bijih nikel, diantaranya :

Tabel 3.1
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penambangan Dan Produksi

No	Parameter	Mempengaruhi	Tidak Mempengaruhi
1	Geografi Lokasi	✓	
2	Geologi Lokasi	✓	
3	Lingkungan	✓	
4	Harga Pemasaran	✓	
5	Transportasi	✓	
6	Modal Investasi	✓	
7	Ketersediaan Alat	✓	

Sumber : Chironis N, 1978

3.2 Pengertian Manajemen

Manajemen ialah suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian serta pengontrolan sumberdaya untuk mencapai sasaran secara efektif dan efisien. Efektif tersebut menunjukkan bahwa tujuan dapat dicapai sesuai dengan rencana, dan efisien menunjukkan bahwa tugas yang ada dilaksanakan secara benar, terorganisir serta sesuai dengan perencanaan. Sedangkan hubungannya dengan kinerja manajemen pengiriman produksi adalah untuk mengatur bagaimana jalannya pengiriman produksi bijih nikel pada suatu perusahaan untuk mencapai target yang telah direncanakan perusahaan.

3.3 Manajemen *Stockyard* Bijih Nikel

Stockyard adalah tempat penampungan sementara terhadap material hasil galian bijih (*Ore*) yang bersifat terbuka terhadap udara bebas dan berhubungan langsung dengan sinar matahari yang belum melalui proses pengolahan. (Partanto

Prodjosoemato, Kamus istilah pertambangan, 1997). Penimbunan nikel merupakan salah satu tahapan dari kegiatan penanganan nikel. Dalam kaitannya dengan fungsi dari ROM *stockyard* nikel sebagai tempat penimbunan sementara maka diperlukan sistem manajemen *stockyard* yang tepat

Manajemen merupakan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan produksi pengiriman bijih nikel untuk mencapai sasaran secara efektif dan efisien. Dimana efektif berarti bahwa tujuan dapat dicapai sesuai dengan rencana, dan efisien berarti bahwa tugas yang ada dilaksanakan secara benar, terorganisir dan sesuai dengan perencanaan.

Apabila sistem penimbunan kurang memadai maka dapat mengganggu kegiatan pembongkaran timbunan nikel di tempat penimbunan karena sifat nikel yang mudah terpengaruh dari keadaan lingkungannya. Sehingga dengan adanya upaya perbaikan manajemen timbunan dapat menghindari adanya gangguan-gangguan yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas nikel pada tempat penimbunan.

Dalam proses penyimpanan nikel diharapkan jangka waktunya tidak terlalu lama, karena akan berakibat pada penurunan kualitas dari nikelnya. Oleh sebab itu dapat diterapkan prinsip FIFO (*First In First Out*) dan LIFO (*Last In First Out*) yang dimana dari prinsip kedua ini dapat mengontrol keadaan *stockyard* nikel. Selain itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengontrolan *stockyard* nikel yaitu:

1. Kontrol temperatur *stockyard*.
2. Kontrol terhadap kontaminasi terhadap nikel
3. Kontrol terhadap aspek kualitas nikel
4. Kontrol terhadap aspek lingkungan *stockyard*.

Dalam manajemen *stockyard* dapat menggunakan beberapa metode penelitiannya untuk mengetahui persediaan nikel yang ada. Menurut Kieso et al

(2007), persediaan memiliki beberapa metode penilaian yaitu FIFO dan LIFO, berikut penjelasannya:

3.3.1 FIFO (First In First Out)

Menurut Tanujaya et al (2012:253) metode FIFO adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung persediaan barang dengan mengasumsikan bahwa barang yang terlebih dahulu atau yang pertama dibeli akan dijual terlebih dahulu, dengan demikian harga perolehan barang yang lebih dahulu dibeli dianggap akan menjadi harga pokok penjualan lebih dahulu juga. Menurut Kieso et al(2007:419) keunggulan metode FIFO adalah mendekati nilai persediaan akhir dengan biaya berjalan. Karena barang pertama yang pertama yang dibeli adalah barang yang akan keluar, maka nilai persediaan akhir akan terdiri dari pembelian paling akhir, terutama jika laju perputaran persediaan cepat.

3.3.2 LIFO (Last In First Out)

Menurut Kieso et al (2007:418) metode LIFO mengasumsikan bahwa barang-barang digunakan (dikeluarkan) sesuai urutan pembeliannya. Dengan kata lain, metode ini mengasumsikan bahwa barang yang pertama dibeli adalah barang pertama yang digunakan (dalam perusahaan manufaktur) atau dijual (dalam perusahaan dagang). Oleh karena itu, persediaan yang tersisa merupakan barang yang dibeli paling terakhir. Ada beberapa cara untuk menerapkan metode LIFO, karena setiap variasi menghasilkan angka yang berbeda untuk biaya bahan baku yang dikeluarkan, biaya persediaan akhir, dan laba, maka penting untuk mengikuti prosedur yang dipilih secara konsisten.

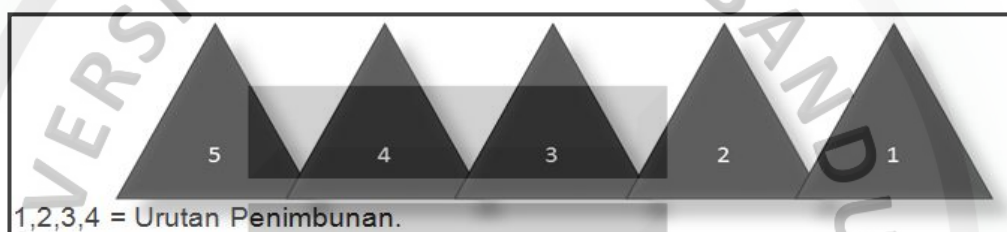
3.4 Bentuk Penimbunan Bijih Nikel

Sistem penimbunan memiliki dua metode yaitu metode penimbunan terbuka (*open stockpile*) dan metode penimbunan tertutup (*coverage storage*). Penimbunan

yang umum dilakukan di dalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penimbunan terbuka (*open stockpile*). *Open stockpile* atau *stockyard* adalah penumpukan material di atas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Pola penimbunan antara lain sebagai berikut :

1. *Cone Ply*

Cone ply merupakan penimbunan dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya sampai tercapai ketinggian yang dikehendaki dan dilanjutkan menurut panjang *stockpile*. Pola ini menggunakan alat curah, seperti *stacker reclaimer*.



Sumber : Sanwani, 1998

Gambar 3.2
Bentuk Penimbunan *Cone Ply*

2. *Chevron*

Chevron merupakan bentuk dengan menempatkan timbunan satu baris material, sepanjang *stockpile* dan tumpukan dengan cara bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*.



Sumber : Sanwani, 1998

Gambar 3.3
Bentuk Penimbunan *Chevron*

3. *Windrow*

Windrow merupakan bentuk timbunan dengan tumpukan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Umumnya alat yang digunakan adalah *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.

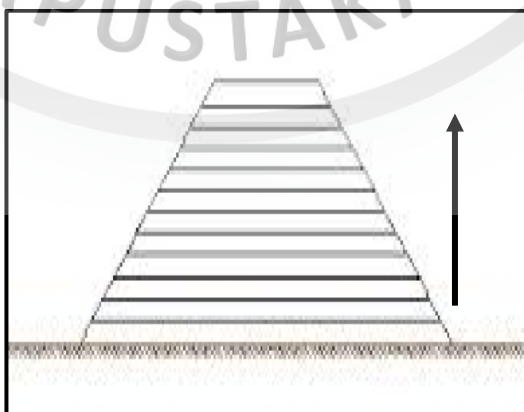


Sumber : Sanwani, 1998

Gambar 3.4
Bentuk Penimbunan *Windrow*

4. *Layered Stockpiling*

Metode dengan membentuk tumpukan, di mana material yang akan dicampur kemudian dicurahkan selapis demi selapis secara horizontal, setiap per lapisan yang dibentuk diratakan terlebih dahulu kemudian dicurahkan material berikutnya. Apabila hal ini dilakukan untuk mem – *blending*, komponen yang berurutan tersebar merata ke seluruh daerah tumpukan. Metode ini umumnya digunakan untuk mem – *blending* tumpukan yang kecil dan jumlah batubaranya tidak terlalu banyak.



Sumber : Edwards, 1987

Gambar 3.5
Layered Stockpiling

3.5 Pemindah Tanah Mekanis

Pemindah tanah mekanis adalah segala macam pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan penggalian (*digging, breaking, loosening*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), penimbunan (*dumping*), perataan (*spreading and leveling*), dan pemadatan (*compacting*) tanah atau batuan dengan menggunakan alat mekanis. Meskipun diberi nama pemindah tanah mekanis tetapi sebenarnya tidak terbatas pada tanah (*soil*) saja, tetapi berhubungan juga dengan batuan.

Pekerjaan-pekerjaan pemindah tanah mekanis, banyak terlihat di bidang pekerjaan bangunan sipil, seperti pembuatan jalan raya, tanggul, saluran irigasi, kanal, lapangan terbang, dan lain sebagainya. Selain itu pemindah tanah mekanis juga dapat diaplikasikan dalam kegiatan penambangan, seperti untuk pengupasan lapisan tanah penutup, pengambilan material tambang, dan pembuatan jalan-jalan tambang.

Alat-alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan pemindahan tanah baik dalam dunia sipil, maupun tambang pada umumnya tidak jauh berbeda, dimana alat-alat yang digunakannya terdiri dari :

1. Alat Gali :berbagai macam jenis bor, *backhoe, bucket wheel excavator, dragline, power shovel*, dan sebagainya.
2. Alat Muat : Berbagai jenis *excavator, wheel loader, dragline*, dan sebagainya.
3. Alat Angkut : Berbagai jenis *dump truck, power scraper, belt conveyor*, dan sebagainya.

3.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

Salah satu tolak ukur yang dapat dipakai untuk mengetahui baik buruknya hasil dari suatu pekerjaan pemindahan tanah mekanis adalah besarnya produktivitas yang

dapat dicapai oleh alat yang digunakan. Oleh sebab itu usaha dan upaya untuk mencapai produksi yang tinggi selalu menjadi perhatian yang khusus.

Untuk memperkirakan dengan lebih teliti produktivitas alat yang telah dibahas sebelumnya perlu dipelajari faktor-faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi hasil kerja alat tersebut. Faktor-faktor tersebut meliputi :

3.6.1 Waktu Kerja Efektif Kegiatan

Waktu efektif adalah waktu yang dijadikan parameter penilaian untuk kinerja aktivitas, dimana waktu yang dihitung hasil dari pengurangan waktu produktif dengan akumulasi dari semua hambatan yang akan terjadi, dimana hambatannya berupa hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari. Adapun waktu efektif kerja ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_e = W_p - (W_n + W_u)$$

Keterangan:

W_e = Waktu Kerja Efektif

W_p = Waktu Kerja Produktif

W_n = Waktu Hambatan yang dapat dihindari

W_u = Waktu Hambatan yang tidak dapat dihindari

3.6.2 Efisiensi Kerja Kegiatan

Efisiensi kerja merupakan penilaian kinerja aktivitas yang diketahui dengan membandingkan waktu efektif dengan waktu kerja produktif yang umumnya dinyatakan dalam persen. Adapun perhitungan efisiensi kerja dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\%$$

Keterangan:

- W_e = Waktu Kerja Efektif
 W_p = Waktu Kerja Produktif
 E = Efisiensi Kerja

Tabel 3.2
Klasifikasi Efisiensi Kerja

Klasifikasi	Effisiensi Operator (%)
Baik Sekali	> 83
Baik	75-82
Cukup	64-74
Buruk	< 63

Sumber : Ir. Partanto, *Pemindahan Tanah Mekanis*

3.6.3 Efisiensi Mekanis (*Mechanical Efficiency*)

Efisiensi mekanis merupakan faktor yang sulit ditentukan, karena dipengaruhi oleh berbagai hal seperti keterampilan operator, perbaikan dan penyetelan alat, keterlambatan kerja dan sebagainya. Namun berdasarkan data-data serta pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Dalam hubungan dengan efisiensi kerjanya, maka perlu juga diketahui mengenai kesediaan dan penggunaan alat mekanis. Karena hal ini mempunyai nilai kerja yang bersangkutan. Beberapa pengertian mengenai ketersediaan (*availability*) dan penggunaan alat adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan Mekanis (*Mechanical of Availability*)

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan, dapat dinyatakan dengan persamaan

$$M.A = \frac{W_e}{W_e + R} \times 100\%$$

2. Ketersediaan Fisik (*Physical of Availability*)

Kesediaan fisik merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Kesediaan fisik pada umumnya selalu lebih besar daripada kesediaan mekanis, dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P.A = \frac{W_e + S}{W_e + R + S} \times 100\%$$

3. Ketersediaan Penggunaan (*Use of Availability*)

Kesediaan penggunaan menunjukkan berapa persen (%) waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (tidak rusak), dinyatakan dengan persamaan:

$$U.A = \frac{W_e}{W_e + S} \times 100\%$$

4. Penggunaan Efektif (*Effective of Utilization*)

Penggunaan efektif menunjukkan berapa persen (%) dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dipergunakan untuk kerja produktif, dinyatakan dengan persamaan.

$$E.U = \frac{W_e}{W_e + R + S} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Jam kerja, yaitu waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja termasuk dari tempat kerja, dinyatakan dalam jam.

R = Jam reparasi (waktu perbaikan), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan, penggantian suku cadang, dinyatakan dalam jam.

S = Waktu menunggu, yaitu waktu di mana suatu alat tersedia untuk dioperasikan, tetapi tidak digunakan karena alasan tertentu seperti hujan deras, tempat kerja belum siap dan sebagainya, dinyatakan dalam jam.

3.6.4 Faktor Pengembangan

Material di alam (*insitu*) masih dalam keadaan padat yang apabila dilakukan penggalian, maka akan terjadi perubahan volume yang disebabkan oleh

pengembangan material. Faktor yang mempengaruhi pengembangan volume tanah penutup ini adalah ukuran butir, keadaan air dan bentuk butir.

Volume material yang dipindahkan biasanya dihitung berdasarkan keadaan *insitu*. Untuk menghitung produksi setiap alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan maka besarnya faktor pengembangan material harus diketahui karena yang ditangani oleh alat gali-muat dan alat angkut adalah material lepas hasil penggalian. Untuk menentukan nilai faktor pengembangan material dapat digunakan persamaan berikut :

$$SF = \frac{\rho_l}{\rho_i} \times 100\%$$

Keterangan :

SF = Faktor pengembangan, (%)

ρ_l = *Density Loose* (ton/LCM)

ρ_i = *Density Insitu* (ton/BCM)

3.6.5 Faktor Pengisian

Faktor pengisian adalah perbandingan antara volume material yang dapat ditampung terhadap kemampuan tampung secara teoritis. Faktor pengisian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$FF = \frac{V_l}{V_i} \times 100\%$$

Keterangan :

FF = Faktor Pengisian, (%)

V_l = Volume *Loose* (ton/LCM)

V_i = Volume *Insitu* (ton/BCM)

3.6.6 Waktu Edar

Waktu edar merupakan waktu yang dipakai untuk memperkirakan produksi suatu alat dengan dilakukan pengamatan terhadap gerakan yang dilakukan dari alat mekanis tersebut. Waktu edar harus diperhatikan karena waktu edar sangat mempengaruhi produktivitas dari suatu alat mekanis dan kemampuan produksi dari suatu alat mekanis.

1. Waktu Edar Alat Gali-Muat

Untuk memperkirakan produksi alat gali-muat, harus dilakukan pengamatan terhadap gerakan dan waktu pemuatan (*loading time*) alat gali-muat meliputi berapa bagian, yaitu :

- a. Waktu menggali (*digging time*)
- b. Waktu putar/isi (*swing time/loaded*)
- c. Waktu pengosongan/tumpah (*dumping time*)
- d. Waktu putar/kosong (*swing time/empty*)

Cara Perhitungan waktu pemuatan (*loading time*) :

$$C_m = A + B + C + D$$

Keterangan :

C_m = Waktu Pemuatan (*loading time*) (detik)

A = Waktu menggali (*digging time*) (detik)

B = Waktu putar isi (*swing time/loaded*) (detik)

C = Waktu menumpahkan material (*dumping time*) (detik)

D = Waktu putar kosong (*swing time/empty*) (detik)

Waktu menggali dihitung mulai, *bucket* dari alat gali-muat menyentuh permukaan tanah yang siap untuk menggali dan berakhir bila *bucket* dari alat gali-muat terisi penuh. Waktu berputar terus dihitung hingga *bucket* dari alat gali-muat

mulai menumpahkan muatannya kedalam *dump truck*. Waktu pengosongan terus dihitung hingga muatannya habis ditumpahkan. Sedangkan waktu berputar *bucket* dalam keadaan kosong dihitung terus, hingga posisi *bucket* dari alat gali-muat kembali dan siap untuk melakukan pemuatan selanjutnya.

2. Waktu Edar Alat Angkut

Untuk memperkirakan produksi alat angkut, harus dilakukan pengamatan terhadap gerakan dan waktu edar (*cycle time*) alat angkut meliputi beberapa bagian diantaranya Waktu edar alat angkut, dalam hal ini *dump truck* dihitung dari gerakan :

- a. Waktu untuk pengisian bak (*loading time*)
- b. Waktu untuk mengangkut material (*hauling time*)
- c. Waktu untuk mengosongkan bak (*dumping time*)
- d. Waktu kembali kosong (*returning time*)
- e. Waktu atur posisi dan tunggu pemuatan (*spot and delay time*)

$$C_a = A + B + C + D + E$$

Keterangan :

C_a = Waktu edar (*cycle time*), (detik)

A = Waktu pengisian bak (*loading time*) (detik)

B = Waktu mengangkut material (*hauling time*) (detik)

C = Waktu mengosongkan bak (*dumping time*) (detik)

D = Waktu kembali kosong (*returning time*) (detik)

E = Waktu atur posisi dan tunggu pemuatan (*spot and delay time*) (detik)

Waktu pengisian dihitung mulai alat-muat menumpahkan muatan ke dalam *dump truck* dan berakhir bila *dump truck* bergerak dari tempat alat muat, dimana waktu pengangkutan mulai dihitung hingga *dump truck* berhenti pada tempat penimbunan (*disposal*) maupun *stockpile*, waktu pengosongan dihitung termasuk

waktu berputar, mundur dan mengosongkan muatan. Sedangkan waktu kembali ditentukan bila *dump truck* bergerak dari tempat penimbunan (*disposal*) atau *stockpile* dan berakhir bila berhenti pada tempat pengisian di depan alat muat. Waktu menunggu termasuk waktu yang dibutuhkan untuk penyesuaian pada posisi pengisian.

3.7 Metode Perhitungan Produktivitas Alat Mekanis

Perhitungan produktivitas alat mekanis dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat mekanis yang digunakan dalam suatu kegiatan pemindahan tanah mekanis. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produktivitas yang dihasilkan alat tersebut. Perhitungan produktivitas alat-alat mekanis dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu tergantung dari tingkat ketelitian yang dikehendaki. Berikut ini adalah beberapa cara untuk menghitung produktivitas alat :

1. Perhitungan Langsung (*Direct Computation*)

Perhitungan langsung yaitu suatu cara perhitungan dengan memperhatikan tiap-tiap faktor yang mempengaruhi produksi untuk menentukan volume asli atau tonase yang dapat dihasilkan oleh masing-masing alat yang dipergunakan. Cara ini ternyata yang paling teliti dari yang lain-lainnya karena semua kondisi yang mungkin akan dihadapi sudah diperhitungkan berdasarkan data lapangan yang tersedia.

2. *Tabular Method*

Tabular method Adalah suatu cara perhitungan dengan mempergunakan keterangan-keterangan dan data yang berbentuk tabel yang khas untuk masing-masing alat dan diambil dari pengalaman-pengalaman sebelumnya yang memiliki sifat pekerjaan yang hampir serupa. Tetapi terkadang juga dilengkapi hasil percobaan yang dilakukan oleh pabrik pembuat alat-alat tersebut. Pada cara ini semua pekerjaan sifatnya disama-ratakan, sehingga variabel yang selalu dimiliki oleh setiap proyek

yang jarang-jarang dapat disamakan dengan keadaan di tempat lain dianggap kira-kira serupa. Sebenarnya metode ini memiliki tingkat ketelitian yang lebih rendah dari perhitungan langsung, namun akan sangat efektif jika digunakan untuk memperkirakan produksi alat mekanis, yang alatnya tidak tersedia di lapangan.

3. *Slide Rule Method*

Slide rule method adalah cara perhitungan dengan memakai *manufacture earth moving calculator*, yang dikeluarkan oleh pabrik alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan pemindahan tanah mekanis, dalam metode ini perhitungan yang dilakukan hampir sama dengan prinsip-prinsip perhitungan yang dipergunakan pada perhitungan langsung, perbedaannya adalah dalam *manufacture earth moving calculator* sudah terdapat data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan produksi alat tersebut. Tingkat ketelitian metode ini lebih tinggi dibandingkan dengan metode tabular.

4. Perhitungan Perkiraan (*Guestimating*)

Metode perhitungan ini kurang lebih sama dengan cara pertama dan ketiga, namun bagian-bagian yang tidak dianggap begitu penting diabaikan atau disederhanakan, sehingga perhitungannya jadi lebih mudah dan singkat. Namun metode ini hanya dapat dilakukan seorang ahli yang telah berpengalaman dalam bidang pemindahan tanah mekanis, jadi untuk penelitian cara ini tidak dianjurkan.

Untuk melakukan perhitungan produktivitas alat gali-muat, dan angkut, sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat digunakan di lapangan, sehingga setelah semua parameter diketahui maka dapat dihitung produktivitas alat dengan persamaan-persamaan berikut ini :

3.7.1 Perhitungan Produktivitas Alat Muat

Secara teori untuk menghitung produksi alat muat, harus dihitung terlebih dahulu produktivitas alat gali-muat, yang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_{1m} = \frac{(E_m \times 3600) \times H_m \times FF_m \times SF \times \rho_i}{C_m}$$

Keterangan :

P_{1m} = Produktivitas alat gali-muat, (ton/jam/alat)

H_m = Kapasitas alat gali-muat, (LCM)

FF_m = *Fill Factor* alat gali muat, (%)

SF = *Swell Factor* (%)

E_m = Efisiensi kerja alat gali-muat, (%)

ρ_i = *Density insitu*, (ton/BCM)

C_m = Waktu pemuatan (*Loading time*), (detik)

Sedangkan untuk menghitung produksi alat gali-muat adalah :

$$P_m = n_m \times P_{1m}$$

Keterangan :

P_m = Produksi alat gali-muat, (ton/jam)

n_m = Jumlah alat gali-muat

P_{1m} = Produktivitas alat gali-muat, (ton/jam/alat)

3.7.2 Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Secara teori untuk menghitung produksi alat angkut, harus dihitung terlebih dahulu produktivitas alat angkut, yang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_{1a} = \frac{(60 \times E_a) \times (n_p \times H_m \times FF_m) \times SF \times \rho_i}{C_a}$$

Keterangan :

P_{1a} = Produktivitas alat angkut, (ton/jam/alat)

H_m = Kapasitas alat gali-muat, (LCM)

FF_m = Faktor pengisian (*Fill Factor*) alat muat, (%)

SF = *Swell Factor* (%)

E_a = Efisiensi kerja alat-angkut, (%)

ρ_i = *Density insitu*, (ton/BCM)

C_a = Waktu Edar (*cycle time*) alat angkut, (menit)

n_p = Jumlah Pengisian

Sedangkan untuk menghitung produksi alat angkut adalah :

$$P_a = n_a \times P_{1a}$$

Keterangan :

P_a = Produksi alat angkut, (ton/jam)

n_a = Jumlah alat angkut

P_{1a} = Produktivitas alat angkut, (ton/jam/alat)

3.8 Pengapalan (*Barging*)

Pengapalan (*Barging*) merupakan salah satu kegiatan operasional penambangan pada level akhir yang nantinya berhubungan dengan pemasaran (*Marketing*). Pengapalan merupakan proses dimana nikel (*Final Product*) dimuat kedalam tongkang yang kemudian nantinya akan diantar kepada pembeli (*Buyer*).

Tahapan ini diantaranya ada 3 yaitu :

1. *Final product* diangkut dari *stockpile* menuju pelabuhan menggunakan alat angkut.
2. Pengangkutan nikel dari alat angkut ke tongkang.
3. Pengisian tongkang sesuai dengan pesanan dari pembeli.

Setiap kapal mempunyai *draft* (tabel) dimana dari *draft* tersebut sudah terisi sesuai dengan pesanan dari pembeli.

Transshipment adalah proses pemindahan nikel dari kapal kecil (Tongkang) ke kapal besar (*Mother Vessel*).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses *transshipment* :

1. Memastikan pengangkutan nikel dari *port* menuju *transshipment point* berjalan tepat waktu.
2. Menentukan nominasi *tug boat* dan *barge* yang akan dilakukan *barging*.
3. Melakukan *monitoring* dan *controlling Tug Boat, Barge dan Mother Vessel*.
4. Melakukan kepengurusan dokumen PEB, Bea Cukai, Dinas Perdagangan dan lain-lain.

3.9 Metode Statistik

Untuk menghitung dan mengolah data efisiensi kerja, waktu edar dan faktor pengembangan diperlukan metode statistik. Teori **Struges** adalah cara mencari nilai rata-rata dari data pengamatan dengan membuat tabel distribusi frekuensi untuk interval data pengamatan yang diperoleh. Jumlah kelas, lebar kelas interval dan rata-rata waktu edar alat gali-muat dan alat angkut dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

Jumlah kelas interval (K) :

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana : K = Jumlah kelas interval

n = Jumlah data pengamatan

Lebar kelas interval (i) :

$$i = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{K}$$

Dimana : X_{\max} = Nilai data tertinggi

X_{\min} = Nilai data terendah

Harga rata-rata dapat dihitung dengan rumus :

$$X = \frac{\sum(X_i \cdot F_i)}{\sum F_i}$$

