

Analisis Produksi Logam dari Rencana *Rehandle Stockpile* Berdasarkan Metode *Material Flow* dan Model *Stockpile*

(Studi Kasus: *Stockpile* Sejorong, PT Newmont Nusa Tenggara, Nusa Tenggara Barat)

Eko Putra Bato Tanete*¹, Aryanti Virtanti Anas¹, Rini Novrianti Sutardjo Tui¹
¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
 Jln. Perintis Kemerdekaan km. 10, Tamalanrea, Makassar 90245
 *Email: echo_work@yahoo.com

Abstrak

Perencanaan *rehandle stockpile* merupakan salah satu bagian penting dalam rencana produksi tambang untuk mengetahui informasi mengenai tonase bijih, karakteristik bijih hingga produksi logam dari bijih yang diambil. PT Newmont Nusa Tenggara menggunakan metode *material flow* untuk mengetahui informasi nilai karakteristik bijih yang ada pada *stockpile*. Metode ini memiliki perbedaan informasi dengan nilai karakteristik bijih berdasarkan model *stockpile*. Perbedaan tersebut memengaruhi seluruh perhitungan dalam perencanaan *rehandle stockpile*. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan analisis rencana *rehandle stockpile* tahun 2016, 2017 dan 2018 berdasarkan metode *material flow* dan model *stockpile*. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari lembar kerja *excel* perencanaan jangka panjang BH2016BP_v4.1. Metode *material flow* menggunakan metode rata-rata tertimbang, sedangkan model *stockpile* menggunakan *boundary* pengambilan bijih dari *stockpile* yang didesain berdasarkan tonase pengambilan bijih per bulan. Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang dilakukan, diketahui total produksi logam dari metode *material flow* pada tahun 2016 diperoleh 234 Mlbs tembaga, 216 Koz emas dan 926 Koz perak. Pada tahun 2017 diperoleh 241 Mlbs tembaga, 235 Koz emas dan 927 Koz perak, dan tahun 2018 diperoleh 168 Mlbs tembaga, 93 Koz emas dan 563 Koz perak. Total produksi logam dari model *stockpile* pada tahun 2016 diperoleh 233 Mlbs tembaga, 187 Koz emas dan 838 Koz perak. Pada tahun 2017 diperoleh 192 Mlbs tembaga, 117 Koz emas dan 642 Koz perak, dan tahun 2018, 163 Mlbs tembaga, 77 Koz emas dan 482 Koz perak

Abstract

Metal Production Analysis of Stockpile Rehandle Plan Based on Material Flow Method and Stockpile Model, Case of Study: Sejorong Stockpile, PT Newmont Nusa Tenggara, West Nusa Tenggara. Stockpile rehandle planning is one of important parts in mine production plan to gather information about ore tonnage, characteristics and metal production from processed ore. PT Newmont Nusa Tenggara uses material flow method to gather information about ore characteristics in their stockpile. This method provides ore characteristics which are different from the characteristics provided by stockpile model. The difference would affect all calculation in stockpile rehandle planning. Based on this problem, it was necessary to do an analysis about stockpile rehandle planning for year of 2016, 2017 and 2018 using material flow method and stockpile model. The data used is data from long term planning excel spreadsheet BH2016BP_v4.1. Material flow method uses weighted average method and stockpile model uses ore rehandle boundary designed based on monthly ore rehandling tonnage. Based on the data processing and analysis, it is known that total metal production from material flow method in 2016 is 234 Mlbs copper, 216 Koz gold and 926 Koz silver. In 2017, the company would obtain 241 Mlbs copper, 235 Koz gold and 927 Koz silver, and in 2018 it would obtain 168 Mlbs copper, 93 Koz gold and 563 Koz silver. Total metal production from stockpile model in 2016 is 233 Mlbs copper, 187 Koz gold and 838 Koz silver. In 2017 it would obtain 192 Mlbs copper, 117 Koz gold and 642 Koz silver, and in 2018 it would obtain 163 Mlbs copper, 77 Koz gold and 482 Koz silver.

Kata kunci: *Stockpile, material flow, rata-rata tertimbang, model stockpile, tembaga, emas, perak*

I. Pendahuluan

Stockpile merupakan tempat penyimpanan sementara bijih yang akan digunakan pada masa yang akan datang. Dalam kegiatan penambangan, material berharga atau bijih tidak selamanya dapat diperoleh dari dalam *pit*, namun akan ada suatu

periode ketika jumlah bijih dari dalam *pit* tidak dapat memenuhi permintaan *crusher* dan bijih diambil dari *stockpile* melalui kegiatan *rehandle* atau penambangan kembali dari *stockpile* [1].

Rencana produksi tambang khususnya rencana penambangan *stockpile* di PT Newmont Nusa Tenggara menggunakan metode *material*



flow untuk mengetahui nilai karakteristik bijih yang diambil dari *stockpile*. Informasi mengenai nilai karakteristik bijih pada metode ini berdasarkan perhitungan rata-rata material yang disimpan dan diambil pada *stockpile*. Pada metode ini terdapat perbedaan informasi nilai karakteristik bijih ketika diambil atau diolah dengan nilai berdasarkan model *stockpile*. Perbedaan tersebut di antaranya yaitu perbedaan umur penyimpanan, kadar bijih, tingkat perolehan logam, kadar konsentrat, RQD (*Rock Quality Designation*) dan WIBM (*Work Index Ball Mill*).

Perbedaan informasi nilai karakteristik bijih tersebut memengaruhi seluruh perhitungan dan prediksi yang ada dalam suatu rencana produksi tambang. Rencana produksi tambang merupakan suatu skenario penambangan yang akan menentukan seluruh kegiatan penambangan yang dilakukan. Semakin akurat suatu rencana produksi, maka kegiatan penambangan yang dilakukan berdasarkan rencana tersebut juga dapat lebih efisien dan menguntungkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperlihatkan metode yang tepat digunakan dalam pembuatan rencana *rehandle stockpile* berdasarkan hasil perhitungan dari rencana produksi metode *material flow* dan model *stockpile*, terutama dalam perhitungan produksi logam [2].

II. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di *stockpile* Sejorong, PT Newmont Nusa Tenggara, Kecamatan Jereweh, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografis daerah penelitian terletak pada posisi 116°24'0"BT - 116°33'0"BT dan 8°30'0"LS - 9°3'0"LS. Data yang digunakan berupa data sekunder dari beberapa departemen yang berhubungan dengan kegiatan *rehandle stockpile*. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Valuasi Tambang.

1. Metode *Material Flow*

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan nilai karakteristik bijih dan produksi logam berdasarkan *material flow* adalah:

1. Data tonase dan nilai karakteristik bijih yang akan disimpan di *stockpile*.

2. Data tonase dan nilai karakteristik bijih yang sudah ada di *stockpile*.
3. Data tonase bijih yang akan diambil dari *stockpile (rehandle)* untuk tahun 2016, 2017 dan 2018.

Metode *material flow* menggunakan metode rata-rata tertimbang atau *weighted average* dalam perhitungannya. Metode rata-rata tertimbang merupakan rata-rata yang dapat menambahkan bobot tertentu pada suatu pengamatan [3].

Penerapan *material flow* dalam perhitungan nilai karakteristik bijih, yaitu jika pada suatu periode terdapat sejumlah bijih yang akan disimpan pada *stockpile* dengan karakteristik yang sama saat diambil dari dalam *pit*. Metode ini akan merata-ratakan tonase dan nilai karakteristik dari bijih tersebut dengan tonase dan nilai karakteristik yang sebelumnya sudah ada pada *stockpile*. Hasil dari perhitungan rata-rata tersebut digunakan sebagai informasi karakteristik bijih ketika dilakukan *rehandle stockpile*.

2. Model *Stockpile*

Data yang dibutuhkan untuk pengambilan nilai karakteristik bijih dan perhitungan produksi logam berdasarkan model *stockpile* adalah:

1. Data model *stockpile* Sejorong.
2. Data peta digital topografi dan *pit* Batu Hijau.
3. Data batas-batas kadar bijih di *stockpile*.
4. Data tonase bijih yang akan diambil dari *stockpile (rehandle)* untuk tahun 2016, 2017 dan 2018.

Tahap awal dalam pengambilan nilai karakteristik bijih berdasarkan model *stockpile* adalah pembuatan desain pengambilan material dari *stockpile (cut rehandle)* dengan bantuan program komputer *Newmont TSS-Miner*. Desain yang telah dibuat menghasilkan batas-batas pengambilan material dari *stockpile* yang disebut *cut boundary*. *Cut boundary* kemudian digunakan untuk mengambil nilai karakteristik bijih dari model *stockpile* dengan bantuan program komputer *MineSight 3D*.

3. Oksidasi Tembaga

Faktor utama yang memengaruhi oksidasi tembaga adalah umur dan kadar bijih. Perhitungan



oksidasi pada metode *material flow* berdasarkan rerata per tahun bijih yang disimpan dan diambil pada *stockpile*, sehingga umur penyimpanan juga dihitung per tahun sejak bijih disimpan hingga saat dilakukan *rehandle*. Berbeda dengan *material flow*, umur penyimpanan yang digunakan dalam perhitungan oksidasi pada model *stockpile* dihitung per hari sejak bijih disimpan hingga saat dilakukan *rehandle* pada bijih tersebut.

4. Perolehan Logam (*Metal Recovery*)

Dua faktor yang memengaruhi perhitungan perolehan logam, yaitu kadar bijih (*head grade*) dan kadar yang diperoleh setelah melewati pengolahan (*recoverable grade*).

5. Throughput

Throughput dari proses kominusi pada PT Newmont Nusa Tenggara dihitung berdasarkan persamaan yang telah dikembangkan oleh SMCC (*Steve Morrell Comminution Consulting*). Salah satu metode perhitungan *throughput* yang dikembangkan SMCC adalah SMCC WIBM. Perhitungan tersebut menggunakan WIBM (*Work Index Ball Mill*), RQD (*Rock Quality Designation*), DWI (*Drop Weight Index*) dan kadar bijih untuk mengetahui nilai *throughput* per jam.

6. Produksi Logam

Hasil akhir dari rencana *rehandle stockpile* yang dibuat adalah perhitungan produksi logam berdasarkan *material flow* dan model *stockpile*. Beberapa faktor yang memengaruhi perhitungan produksi logam, yaitu kadar bijih, *throughput* dan perolehan logam.

III. Hasil Penelitian

Hasil dari perhitungan nilai karakteristik bijih yang dilakukan terbagi menjadi dua, yaitu nilai karakteristik berdasarkan perhitungan metode *material flow* dan model *stockpile*. Karakteristik bijih yang digunakan dalam perhitungan ini, yaitu kadar bijih, RQD, WIBM, *recoverable grade*, umur penyimpanan bijih dan *revenue* atau pendapatan dari bijih yang ditambang dan diolah.

1. Material Flow

Berdasarkan perhitungan rata-rata tertimbang (*weighted average*) yang dilakukan, diperoleh rerata nilai karakteristik bijih yang disimpan di *stockpile*. Hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai informasi karakteristik bijih ketika dilakukan *rehandle stockpile* (Tabel 1, 2 dan 3).

Tabel 1. Nilai karakteristik bijih *rehandle stockpile* Tahun 2016 berdasarkan metode *material flow*

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Mar-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 44 | 11 |
| Apr-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 46 | 11 |
| Mei-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 37 | 11 |
| Jun-16 | 365 | 32 | 0,43 | 0,34 | 0,29 | 0,24 | 1,20 | 1,00 | 47 | 11 |
| Jul-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 47 | 11 |
| Agu-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 43 | 13 |
| Sep-16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Okt-16 | 365 | 33 | 0,46 | 0,37 | 0,27 | 0,22 | 1,14 | 0,97 | 37 | 16 |
| Nov-16 | 365 | 37 | 0,49 | 0,40 | 0,34 | 0,28 | 1,31 | 1,14 | 37 | 16 |
| Des-16 | 365 | 37 | 0,50 | 0,40 | 0,36 | 0,29 | 1,31 | 1,13 | 37 | 16 |
| Rerata | 329 | 30 | 0,42 | 0,34 | 0,26 | 0,21 | 1,07 | 0,91 | 37 | 12 |



Tabel 2. Nilai karakteristik bijih rehandle stockpile Tahun 2017 berdasarkan metode material flow

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Jan-17 | 852 | 35 | 0,49 | 0,38 | 0,31 | 0,25 | 1,18 | 1,01 | 37 | 16 |
| Feb-17 | 1.095 | 30 | 0,47 | 0,35 | 0,23 | 0,17 | 0,91 | 0,76 | 37 | 16 |
| Mar-17 | 1.312 | 28 | 0,44 | 0,32 | 0,22 | 0,16 | 0,82 | 0,67 | 46 | 13 |
| Apr-17 | 1.460 | 28 | 0,38 | 0,27 | 0,28 | 0,22 | 0,98 | 0,81 | 36 | 16 |
| Mei-17 | 730 | 23 | 0,36 | 0,25 | 0,15 | 0,11 | 0,76 | 0,60 | 42 | 13 |
| Jun-17 | 730 | 23 | 0,36 | 0,25 | 0,15 | 0,11 | 0,76 | 0,60 | 35 | 13 |
| Jul-17 | 730 | 23 | 0,36 | 0,25 | 0,15 | 0,11 | 0,76 | 0,60 | 33 | 13 |
| Agu-17 | 730 | 38 | 0,49 | 0,37 | 0,40 | 0,32 | 1,27 | 1,09 | 33 | 13 |
| Sep-17 | 730 | 35 | 0,47 | 0,34 | 0,38 | 0,30 | 1,19 | 1,01 | 33 | 13 |
| Okt-17 | 730 | 36 | 0,47 | 0,35 | 0,42 | 0,33 | 1,23 | 1,05 | 33 | 13 |
| Nov-17 | 730 | 28 | 0,40 | 0,29 | 0,25 | 0,19 | 0,96 | 0,79 | 33 | 13 |
| Des-17 | 730 | 25 | 0,38 | 0,27 | 0,19 | 0,15 | 0,84 | 0,68 | 33 | 13 |
| Rerata | 880 | 29 | 0,42 | 0,31 | 0,26 | 0,20 | 0,97 | 0,81 | 36 | 14 |

Tabel 3. Nilai karakteristik bijih rehandle stockpile Tahun 2018 berdasarkan metode material flow

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Jan-18 | 1.075 | 23 | 0,35 | 0,24 | 0,16 | 0,12 | 0,76 | 0,61 | 35 | 13 |
| Feb-18 | 1.080 | 22 | 0,35 | 0,23 | 0,16 | 0,12 | 0,76 | 0,60 | 35 | 13 |
| Mar-18 | 1.113 | 21 | 0,34 | 0,22 | 0,14 | 0,10 | 0,75 | 0,59 | 41 | 14 |
| Apr-18 | 1.306 | 20 | 0,34 | 0,23 | 0,11 | 0,08 | 0,65 | 0,50 | 39 | 14 |
| Mei-18 | 1.252 | 20 | 0,33 | 0,22 | 0,12 | 0,08 | 0,68 | 0,52 | 36 | 14 |
| Jun-18 | 1.293 | 20 | 0,34 | 0,23 | 0,11 | 0,08 | 0,66 | 0,50 | 35 | 13 |
| Jul-18 | 1.460 | 30 | 0,43 | 0,31 | 0,27 | 0,21 | 0,87 | 0,72 | 34 | 13 |
| Agu-18 | 1.418 | 21 | 0,36 | 0,24 | 0,10 | 0,07 | 0,59 | 0,44 | 33 | 13 |
| Sep-18 | 1.292 | 20 | 0,34 | 0,22 | 0,11 | 0,08 | 0,66 | 0,50 | 35 | 13 |
| Okt-18 | 1.288 | 20 | 0,34 | 0,22 | 0,12 | 0,08 | 0,66 | 0,50 | 35 | 13 |
| Nov-18 | 1.238 | 19 | 0,33 | 0,22 | 0,12 | 0,08 | 0,67 | 0,51 | 36 | 14 |
| Des-18 | 1.460 | 18 | 0,33 | 0,22 | 0,09 | 0,06 | 0,57 | 0,42 | 37 | 14 |
| Rerata | 1.273 | 21 | 0,35 | 0,23 | 0,13 | 0,10 | 0,69 | 0,54 | 36 | 13 |

2. Model Stockpile

Cut boundary yang telah dibuat menggunakan program komputer *Newmont TSS-Miner*

digunakan untuk mengambil nilai karakteristik bijih dari model *stockpile* menggunakan program komputer *MineSight 3D* (Tabel 4, 5, dan 6).



Tabel 4. Nilai karakteristik bijih rehandle stockpile Tahun 2016 berdasarkan model stockpile

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Mar-16 | 146 | 28 | 0,46 | 0,38 | 0,31 | 0,24 | 1,23 | 1,02 | 34 | 12 |
| Apr-16 | 224 | 28 | 0,47 | 0,39 | 0,30 | 0,23 | 1,18 | 0,99 | 33 | 12 |
| Mei-16 | 262 | 27 | 0,46 | 0,37 | 0,29 | 0,22 | 1,07 | 0,90 | 38 | 12 |
| Jun-16 | 285 | 30 | 0,49 | 0,40 | 0,34 | 0,26 | 1,21 | 1,02 | 33 | 12 |
| Jul-16 | 395 | 26 | 0,45 | 0,33 | 0,25 | 0,19 | 1,04 | 0,87 | 40 | 12 |
| Agu-16 | 390 | 26 | 0,47 | 0,38 | 0,25 | 0,18 | 1,08 | 0,93 | 43 | 12 |
| Sep-16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Okt-16 | 453 | 26 | 0,47 | 0,37 | 0,26 | 0,19 | 1,08 | 0,92 | 43 | 12 |
| Nov-16 | 535 | 30 | 0,47 | 0,37 | 0,20 | 0,15 | 0,90 | 0,76 | 45 | 12 |
| Des-16 | 593 | 30 | 0,44 | 0,32 | 0,19 | 0,15 | 0,87 | 0,73 | 49 | 13 |
| Rerata | 328 | 25 | 0,42 | 0,33 | 0,24 | 0,18 | 0,96 | 0,81 | 36 | 11 |

Tabel 5. Nilai karakteristik bijih rehandle stockpile Tahun 2017 berdasarkan model stockpile

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Jan-17 | 766 | 28 | 0,43 | 0,31 | 0,15 | 0,11 | 0,73 | 0,58 | 47 | 13 |
| Feb-17 | 1.004 | 25 | 0,40 | 0,29 | 0,11 | 0,08 | 0,60 | 0,46 | 46 | 14 |
| Mar-17 | 510 | 25 | 0,32 | 0,21 | 0,22 | 0,17 | 0,90 | 0,72 | 41 | 12 |
| Apr-17 | 655 | 25 | 0,36 | 0,25 | 0,17 | 0,12 | 0,79 | 0,63 | 40 | 13 |
| Mei-17 | 703 | 19 | 0,36 | 0,24 | 0,16 | 0,12 | 0,80 | 0,64 | 43 | 13 |
| Jun-17 | 733 | 18 | 0,36 | 0,24 | 0,14 | 0,10 | 0,72 | 0,56 | 45 | 14 |
| Jul-17 | 860 | 18 | 0,37 | 0,25 | 0,13 | 0,10 | 0,72 | 0,57 | 47 | 14 |
| Agu-17 | 843 | 35 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,10 | 0,75 | 0,60 | 42 | 14 |
| Sep-17 | 916 | 32 | 0,38 | 0,26 | 0,13 | 0,10 | 0,73 | 0,58 | 38 | 14 |
| Okt-17 | 930 | 34 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,10 | 0,74 | 0,59 | 38 | 14 |
| Nov-17 | 976 | 25 | 0,38 | 0,26 | 0,14 | 0,10 | 0,70 | 0,55 | 47 | 14 |
| Des-17 | 1.032 | 20 | 0,39 | 0,27 | 0,14 | 0,10 | 0,70 | 0,55 | 46 | 14 |
| Rerata | 827 | 25 | 0,37 | 0,26 | 0,15 | 0,11 | 0,74 | 0,59 | 43 | 14 |

Tabel 6. Nilai karakteristik bijih rehandle stockpile Tahun 2018 berdasarkan model stockpile

| Bulan | Umur (hari) | Rev. (\$) | Cu Head Grade (%) | Cu Rec. Grade (%) | Au Head Grade (g/t) | Au Rec. Grade (g/t) | Ag Head Grade (g/t) | Ag Rec. Grade (g/t) | RQD (%) | WIBM |
|--------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|
| Jan-18 | 1.061 | 19 | 0,39 | 0,26 | 0,12 | 0,09 | 0,66 | 0,52 | 47 | 14 |
| Feb-18 | 1.089 | 18 | 0,37 | 0,25 | 0,14 | 0,10 | 0,68 | 0,54 | 50 | 14 |
| Mar-18 | 1.080 | 17 | 0,35 | 0,23 | 0,13 | 0,09 | 0,63 | 0,49 | 49 | 14 |
| Apr-18 | 1.122 | 17 | 0,36 | 0,24 | 0,13 | 0,09 | 0,65 | 0,50 | 47 | 14 |
| Mei-18 | 1.164 | 16 | 0,34 | 0,22 | 0,13 | 0,09 | 0,69 | 0,52 | 46 | 15 |
| Jun-18 | 1.247 | 17 | 0,36 | 0,24 | 0,13 | 0,10 | 0,66 | 0,51 | 46 | 14 |
| Jul-18 | 1.434 | 26 | 0,36 | 0,24 | 0,10 | 0,07 | 0,59 | 0,45 | 49 | 14 |



| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|----|------|------|------|------|------|------|----|----|
| Agu-18 | 1.570 | 16 | 0,35 | 0,22 | 0,11 | 0,07 | 0,58 | 0,44 | 39 | 15 |
| Sep-18 | 1.524 | 15 | 0,33 | 0,21 | 0,10 | 0,07 | 0,56 | 0,42 | 42 | 15 |
| Okt-18 | 1.527 | 16 | 0,35 | 0,23 | 0,11 | 0,08 | 0,56 | 0,42 | 43 | 15 |
| Nov-18 | 1.541 | 16 | 0,34 | 0,22 | 0,12 | 0,08 | 0,58 | 0,44 | 44 | 15 |
| Des-18 | 1.556 | 15 | 0,33 | 0,21 | 0,10 | 0,07 | 0,56 | 0,43 | 39 | 16 |
| Rerata | 1.326 | 17 | 0,35 | 0,23 | 0,12 | 0,08 | 0,62 | 0,47 | 45 | 15 |

Nilai karakteristik bijih berdasarkan model *stockpile* memperlihatkan perbedaan yang cukup jelas dengan nilai karakteristik berdasarkan *material flow* pada tahun 2016, 2017 dan 2018, terutama pada informasi umur penyimpanan. Informasi umur pada model *stockpile* dihitung per hari, sedangkan informasi umur pada *material flow* dihitung per tahun kecuali terdapat sumber bijih yang berbeda ketika dilakukan *rehandle*, dimana umur penyimpanan bijihnya dirata-ratakan menggunakan rata-rata tertimbang. Selain umur, rerata nilai karakteristik lain seperti kadar bijih, RQD dan WIBM yang ada pada model *stockpile* lebih rendah jika dibandingkan dengan rerata pada *material flow*.

3. Analisis Produksi Logam

Faktor-faktor yang memengaruhi perhitungan produksi logam adalah *throughput*, kadar bijih dan persentase perolehan logam. Konversi satuan yang digunakan untuk perhitungan produksi tembaga adalah konversi dari ton ke pon, sedangkan konversi yang digunakan untuk perhitungan produksi emas dan perak adalah konversi dari g/t ke troy ons. Hasil perhitungan produksi logam untuk rencana *rehandle stockpile* tahun 2016, 2017 dan 2018 dapat dilihat pada Tabel 7, 8 dan 9.

Tabel 7. Hasil perhitungan produksi logam pada rehandle stockpile Tahun 2016

| Bulan | Produksi Logam | | | | | |
|-------|----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| | Material Flow | | | Model Stockpile | | |
| | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) |
| Mar | 27 | 24 | 105 | 29 | 27 | 115 |
| Apr | 21 | 18 | 82 | 24 | 21 | 89 |
| Mei | 28 | 24 | 108 | 28 | 24 | 99 |
| Jun | 23 | 24 | 100 | 30 | 28 | 112 |
| Jul | 27 | 23 | 105 | 23 | 19 | 88 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Agu | 25 | 21 | 95 | 25 | 18 | 91 |
| Sep | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Okt | 25 | 22 | 96 | 25 | 19 | 91 |
| Nov | 27 | 27 | 111 | 25 | 14 | 73 |
| Des | 27 | 29 | 112 | 21 | 14 | 69 |
| Total | 231 | 213 | 913 | 230 | 185 | 828 |
| Rerata | 23 | 22 | 93 | 23 | 19 | 84 |

Tabel 8. Hasil perhitungan produksi logam pada rehandle stockpile Tahun 2017

| Bulan | Produksi Logam | | | | | |
|--------|----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| | Material Flow | | | Model Stockpile | | |
| | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) |
| Jan | 26 | 25 | 99 | 20 | 10 | 55 |
| Feb | 17 | 12 | 53 | 13 | 5 | 31 |
| Mar | 24 | 18 | 74 | 12 | 15 | 62 |
| Apr | 16 | 19 | 69 | 15 | 11 | 56 |
| Mei | 16 | 10 | 55 | 15 | 11 | 58 |
| Jun | 16 | 10 | 55 | 15 | 9 | 50 |
| Jul | 13 | 8 | 44 | 12 | 7 | 40 |
| Agu | 24 | 31 | 105 | 17 | 10 | 56 |
| Sep | 22 | 28 | 93 | 16 | 9 | 53 |
| Okt | 23 | 31 | 99 | 17 | 10 | 55 |
| Nov | 18 | 18 | 73 | 16 | 9 | 49 |
| Des | 14 | 10 | 54 | 14 | 7 | 43 |
| Total | 228 | 220 | 875 | 182 | 111 | 607 |
| Rerata | 20 | 20 | 77 | 16 | 10 | 54 |

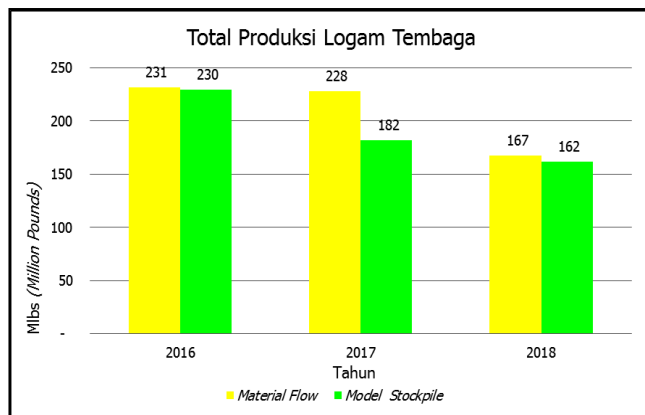
Tabel 9. Hasil perhitungan produksi logam pada rehandle stockpile Tahun 2018

| Bulan | Produksi Logam | | | | | |
|-------|----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| | Material Flow | | | Model Stockpile | | |
| | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) | Cu (Mlbs) | Au (Koz) | Ag (Koz) |
| Jan | 15 | 10 | 57 | 17 | 7 | 49 |
| Feb | 14 | 9 | 51 | 14 | 7 | 44 |
| Mar | 14 | 8 | 53 | 14 | 7 | 43 |



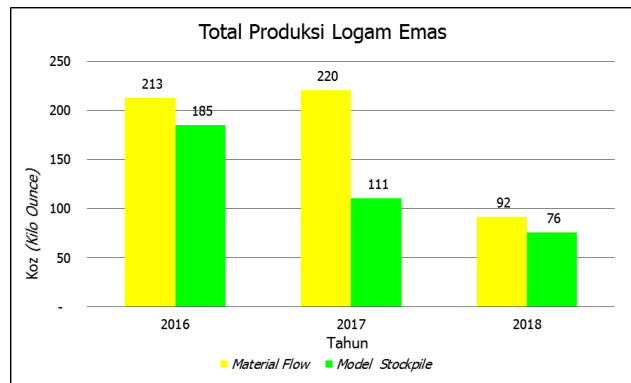
| | | | | | | |
|--------|-----|----|-----|-----|----|-----|
| Apr | 14 | 6 | 44 | 14 | 7 | 43 |
| Mei | 14 | 7 | 48 | 14 | 7 | 47 |
| Jun | 9 | 4 | 31 | 10 | 5 | 30 |
| Jul | 20 | 20 | 67 | 15 | 6 | 39 |
| Agu | 16 | 7 | 42 | 14 | 7 | 39 |
| Sep | 14 | 6 | 45 | 13 | 5 | 36 |
| Okt | 14 | 6 | 47 | 14 | 6 | 38 |
| Nov | 11 | 5 | 37 | 11 | 5 | 31 |
| Des | 13 | 5 | 38 | 13 | 5 | 38 |
| Total | 167 | 92 | 560 | 162 | 76 | 479 |
| Rerata | 14 | 8 | 47 | 14 | 6 | 40 |

Rerata produksi logam pada tahun 2018 lebih rendah dari tahun 2016 dan 2017 karena bijih yang diambil pada tahun 2018 merupakan campuran dari bijih dengan kadar sedang dan rendah. Histogram perbandingan produksi logam tembaga, emas dan perak untuk tahun 2016, 2017 dan 2018 dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



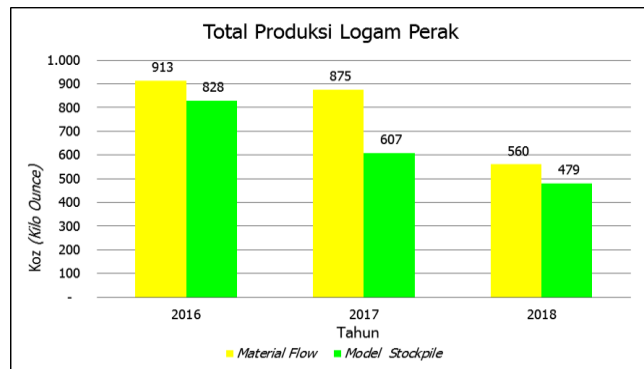
Gambar 1. Histogram perbandingan total produksi logam tembaga per tahun

Pada tahun 2016, kedua perencanaan memiliki total produksi logam tembaga yang hampir sama, yaitu 231 Milbs dan 230 Milbs. Pada tahun 2017, produksi logam tembaga berdasarkan material flow lebih besar dari model *stockpile*. Hal ini disebabkan karena kadar Cu, persentase perolehan logam tembaga dan *throughput* berdasarkan *material flow* lebih tinggi dari model *stockpile* sehingga produksi logamnya juga lebih tinggi. Pada tahun 2018, kedua perencanaan memiliki total produksi logam tembaga yang hampir sama, yaitu 167 Milbs dan 162 Milbs.



Gambar 2. Histogram perbandingan total produksi logam emas per tahun

Total produksi logam emas pada tahun 2016, 2017 dan 2018 dari rencana *rehandle stockpile* berdasarkan *material flow* lebih besar dari model *stockpile*. Perbedaan yang signifikan terdapat pada tahun 2017 dengan total produksi logam emas berdasarkan *material flow* sebanyak 220 Koz dan model *stockpile* sebanyak 111 Koz. Perbedaan ini disebabkan oleh kadar Au, persentase perolehan logam emas dan *throughput* pada *material flow* yang jauh lebih besar dari model *stockpile*, sehingga produksi logam emasnya juga lebih besar.



Gambar 3. Histogram perbandingan total produksi logam perak per tahun

Produksi logam perak berdasarkan *material flow* lebih besar dari model *stockpile* terutama pada tahun 2017. Total produksi logam perak pada tahun 2017 memperlihatkan selisih sebanyak 268 Koz. Hal ini disebabkan karena kadar Ag, persentase perolehan logam perak dan *throughput* pada *material flow* yang jauh lebih besar dari model *stockpile*, sehingga produksi logam peraknya juga lebih besar.



Faktor-faktor yang memengaruhi perhitungan produksi logam adalah kadar bijih, persentase perolehan logam dan *throughput*. Berdasarkan analisis yang dilakukan diketahui faktor yang sangat memengaruhi perhitungan tersebut adalah kadar bijih. Kadar bijih digunakan dalam perhitungan persentase perolehan logam dan juga merupakan faktor yang sangat memengaruhi perhitungan *throughput*. Faktor-faktor tersebut juga dipengaruhi oleh nilai karakteristik bijih seperti umur, *recoverable grade*, RQD dan WIBM.

Umur menentukan tingkat oksidasi tembaga yang terjadi di *stockpile*, namun tingkat oksidasi tersebut juga dipengaruhi oleh kadar bijih tembaga. Semakin tinggi kadar bijih tembaga maka semakin tinggi tingkat oksidasinya. Tingkat oksidasi tersebut memengaruhi *recoverable grade* dari bijih tembaga.

RQD dan WIBM merupakan karakteristik yang memengaruhi perhitungan *throughput*. Dalam perhitungan *throughput*, semakin tinggi persentase RQD dan nilai WIBM maka akan semakin kecil nilai *throughput*. Selain RQD dan WIBM, nilai karakteristik bijih lain yang memengaruhi *throughput* adalah kadar bijih.

Persentase perolehan logam dipengaruhi oleh kadar bijih, kadar setelah bijih melewati proses pengolahan (*recoverable grade*) dan *recovery adjustment*. Persentase perolehan logam yang diperoleh dalam penelitian ini terlihat beragam tergantung pada kadar dan *recoverable grade* dari bijih yang diambil dalam kegiatan *rehandle*.

Produksi logam yang diperoleh dalam rencana *rehandle stockpile* pada kedua metode perencanaan tidak jauh berbeda pada tahun 2016, namun terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada tahun 2017 dan 2018. Hal tersebut dipengaruhi oleh kadar bijih, persentase perolehan logam dan *throughput* dari masing-masing tahun kegiatan *rehandle*.

IV. Kesimpulan

Pengolahan dan analisis data yang dilakukan dalam penelitian menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Total produksi logam dari rencana *rehandle stockpile* berdasarkan metode *material flow* pada tahun 2016, yaitu sebanyak 234 Mlbs tembaga, 216 Koz emas dan 926 Koz perak. Pada tahun 2017 diperoleh sebanyak 241 Mlbs tembaga, 235 Koz emas dan 927 Koz perak. Pada tahun 2018 diperoleh sebanyak 168 Mlbs tembaga, 93 Koz emas dan 563 Koz perak.
2. Total produksi logam dari rencana *rehandle stockpile* berdasarkan model *stockpile* pada tahun 2016, yaitu sebanyak 233 Mlbs tembaga, 187 Koz emas dan 838 Koz perak. Pada tahun 2017 diperoleh sebanyak 192 Mlbs tembaga, 117 Koz emas dan 642 Koz perak. Pada tahun 2018 diperoleh sebanyak 163 Mlbs tembaga, 77 Koz emas dan 482 Koz perak.
3. Produksi logam tembaga, emas dan perak dari perencanaan berdasarkan metode *material flow* untuk tahun 2016, 2017 dan 2018 lebih banyak dari model *stockpile*. Hal tersebut disebabkan karena nilai karakteristik bijih berdasarkan metode *material flow*, terutama kadar bijih tergolong lebih tinggi dan memiliki nilai yang sama untuk pengambilan bijih dari *stockpile* dengan tahun penyimpanan bijih yang sama. Kadar bijih berdasarkan model *stockpile* terlihat berbeda untuk setiap bulan pengambilan bijih karena informasinya diperbarui setiap dilakukan penyimpanan bijih di *stockpile*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Newmont Nusa Tenggara khususnya Divisi *Mine Technical Services* yang telah memberikan kesempatan dan bantuan fasilitas untuk melakukan penelitian. Terima kasih kepada Bapak Alva Mardiansyah yang telah memberikan bimbingan selama melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Hustrulid W. A., Kuchta M., Martin R. K. *Open Pit Mine Planning and Design*. 3rd rev. ed. Florida. CRC Press. 2013. 590 p.
- [2] Mining Division. *Internal Memorandum*. 1st ed. Batu Hijau. PT Newmont Nusa Tenggara. 2016. 2 leaves.
- [3] Upton G., Cook I. *Dictionary of Statistics*. Oxford. Oxford University Press. 2014. 456.

