

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Genesa Timah

Timah merupakan salah satu unsur kimia dengan simbol Sn (*Stannum*) dengan nomor atom 50. Timah adalah salah satu unsur yang memiliki sifat logam dengan warna keperakan dan tidak mudah teroksidasi diudara, hal ini membuat timah bersifat tahan karat dan mudah di tempah. Timah diperoleh terutama pada mineral *Cassiterite* yang terbentuk sebagai oksida (Yulianti et al., 2020).

Proses pengolahan bijih timah dari hasil penambangan biasanya dilakukan dengan metode pencucian yang bertujuan untuk memisahkan mineral utama *Cassiterite* terhadap mineral ikutan sehingga di peroleh konsentrat dengan kadar (Sn) yang optimal, atas kemajuan teknologi pertambangan proses penambangan timah semakin efisien dan efektif. Timah putih merupakan logam berwarna putih keperakan, dengan kekerasan yang rendah, berat jenis 7,3 g/cm³ serta mempunyai sifat konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Sebagian besar (80%) timah putih dunia dihasilkan dari cebakan letakan *aluviall*, sekitar setengah produksi dunia berasal dari Asia Tenggara.

Mineral ekonomis penghasil timah putih adalah *Cassiterite*, meskipun sebagian kecil dihasilkan juga dari sulfida seperti stanit, silindrit, frankeit, kanfieldit dan tealit (Carlin, 2008). Dalam keadaan normal yaitu (13–1600°C) timah putih ini bersifat mengkilap dan mudah dibentuk. Lingkungan pengendapan yang ada disekitar timah merupakan faktor utama yang menentukan proses mineralisasi timah. Maka timah dapat digolongkan menjadi dua berdasarkan genesa pengendapannya, yaitu endapan timah primer dan sekunder.

Perkembangan harga timah dalam sepuluh tahun terakhir ini sangat berfluktuasi sangat tergantung pada aspek sosial, ekonomi dan politik dunia maupun situasi di Indonesia situasi sosial, ekonorni dan politik. Namun, Indonesia dapat rnempengaruhi trend harga timah dunia, karena Indonesia merupakan pemasok timah terbesar dipasar dunia. Saat ini harga pasar timah dunia masih mengacu pada harga yang diterbitkan oleh *London Metal Exchange* (LME) yang merupakan sebuah pusat perdagangan logam dunia berbasis di London.

Untuk mendapatkan tingkat harga premium yang ditetapkan oleh LME maka perusahaan terlebih dahulu harus terdaftar sebagai anggota LME dengan berbagai kategori yang masing-masing membutuhkan persyaratan keanggotaan yang ketat. Sedangkan bagi perusahaan-perusahaan yang tidak atau belum terdaftar sebagai anggota LME, tingkat harga yang diterimanya dipasar dunia rata-rata lebih rendah 500 - 1000 USD per ton dengan spesifikasi produk yang sebenarnya sama.

2.1.1 Endapan Timah

Endapan timah dibagi menjadi 2 , antara lain :

1. Endapan Timah Primer

Endapan timah primer dalam pembentukannya terjadi dalam dua tahap yang diawali dengan pemisahan magma yang menghasilkan larutan pembawa bijih timah yang kemudian mengalami proses pengendapan larutan pembawa bijih timah. (Sudrajat D. H,1996).

2. Endapan Timah Sekunder

Endapan timah sekunder merupakan endapan timah primer yang mengalami pelapukan dan tertransportasi oleh aliran air kemudian terkonsentrasi secara selektif (Sujitno, 2007). Endapan timah sekunder dapat di klasifikasikan berdasarkan lokasi pengendapannya, yaitu :

- a. Endapan koluvial, terjadi akibat adanya peluncuran hasil pelapukan endapan bijih timah primer pada lereng dan terhenti pada gradien yang agak mendatar dan terpilah.
- b. Endapan aluviall, terjadi akibat adanya proses transportasi sungai. Mineral berat yang memiliki ukuran lebih besar mengendap dekat dengan sumbernya dan mineral dengan ukuran butir lebih kecil akan mengendap jauh dari sumbernya.
- c. Endapan miencan, terjadi akibat adanya proses pengendapan secara selektif yang terjadi berulang-ulang dilapisan tertentu.
- d. Endapan tersebar, terjadi karena proses transportasi yang disebabkan oleh air hujan dengan jarak transportasi yang sangat jauh.

2.1.2 Sifat Fisik dan Karakteristik Mineral Cassiterite dan Mineral Ikutan

Endapan bijih timah pada umumnya berasal dari magma asam, sehingga keterdapatannya berhubungan dengan adanya batuan granit. Pembentukan mineral ini disertai dengan mineral berharga lainnya. Karakteristik mineral yang terdapat dalam timah dapat dilihat sebagai berikut:

1. Mineral Utama

Mineral pembentuk utama pada bijih timah adalah *Cassiterite*, mineral ini secara alami terbentuk dari proses hydrothermal magmatik. Timah di Indonesia umumnya merupakan timah sekunder walaupun di beberapa tempat ditemukan timah primer. Bentuk dan sistem kristal *Cassiterite* adalah tetragonal, warna mineral ini coklat atau hitam dengan ukuran butir yang umum terdapat pada ± 150 mesh.

2. Mineral Asosiasi

Mineral asosiasi terdapat dalam bijih timah pada umumnya merupakan mineral sekunder dengan proses terendapnya mineral tersebut bersamaan dengan pengendapan timah. Mineral asosiasi terdapat dalam bijih timah berdasarkan sifat fisik mineral ikutan dan karakteristiknya, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 1 Mineral Ikutan dan Karakteristiknya

No	Jenis Mineral	Sifat Fisik	
		Berat Jenis	Kekerasan
1	Cassiterite	6,9	6 sampai 7
2	Monazite	5,1	5 - 5,5
3	Pyrite	4,9	5,5 - 6
4	Ilmenite	4,7	5,5 - 6
5	Zircon	4,7	7 - 7,5
6	Siderite	3,8	3,5 - 4
7	Limonite	3,8	4 - 5,5
8	Topaz	3,5	8
9	Chalcopyrite	4,2	3,5 - 4
10	Feldspar	2,7	6 - 6,5
11	Lempung Pasir	2,7	2 - 2,5
12	Kuarsa	2,6	7

(Sumber : Satyogroho Dian Amertho PT. Timah Tbk. Bangka Indonesia, 2017)

Tabel 2. 2 Sifat fisik timah

No	Sifat Fisik	Keterangan
1	Unsur	Tin
2	Titik lebur	231,97°C
3	Struktur kristal	Tetragonal
4	Titik beku	2602°C
5	Kelarutan	Tidak larut dalam air, larut dalam asam
6	Kilap	Sangat mudah dibentuk logam perak putih

(Sumber : Satyogroho Dian Amertho PT. Timah Tbk. Bangka Indonesia, 2017)

2.1.3 Proses Penambangan Timah

Proses penambangan timah terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan secara menyeluruh dan biasa perusahaan timah menyebutnya dengan penambangan timah terpadu. Adapun proses penambangan timah, antara lain:

1. Penambangan Timah Lepas Pantai

Perusahaan mengoperasikan armada kapal keruk untuk operasi produksi didaerah lepas pantai (*off shore*) yang mempunyai kapasitas mangkok (*bucket*) mulai dari ukuran 7cuft - 24cuft. Kapal keruk dapat beroperasi mulai dari kedalaman 15 - 50 meter dibawah permukaan laut dan mampu menggali lebih dari 3,5 juta m³ material setiap bulan. Setiap kapal keruk dioperasikan oleh karyawan yang berjumlah lebih dari 100 karyawan yang waktu bekerjanya terbagi atas 3 kelompok dalam 24 jam sepanjang tahun.

2. Penambangan Darat

Produksi penambangan darat yang berada pada wilayah Kuasa Pertambangan (KP) perusahaan dilaksanakan oleh kontraktor swasta yang merupakan mitra usaha dibawah kendali perusahaan. Hampir 80% dari total produksi perusahaan berasal dari penambangan didarat mulai dari tambang skala kecil berkapasitas 20m³/jam sampai dengan tambang besar berkapasitas 100m³/jam. Proses penambangan timah *aluviall* menggunakan pompa semprot (*Gravel Pump*).

Setiap kontraktor atau mitra usaha melakukan kegiatan penambangan berdasarkan perencanaan yang diberikan oleh perusahaan dengan memberikan

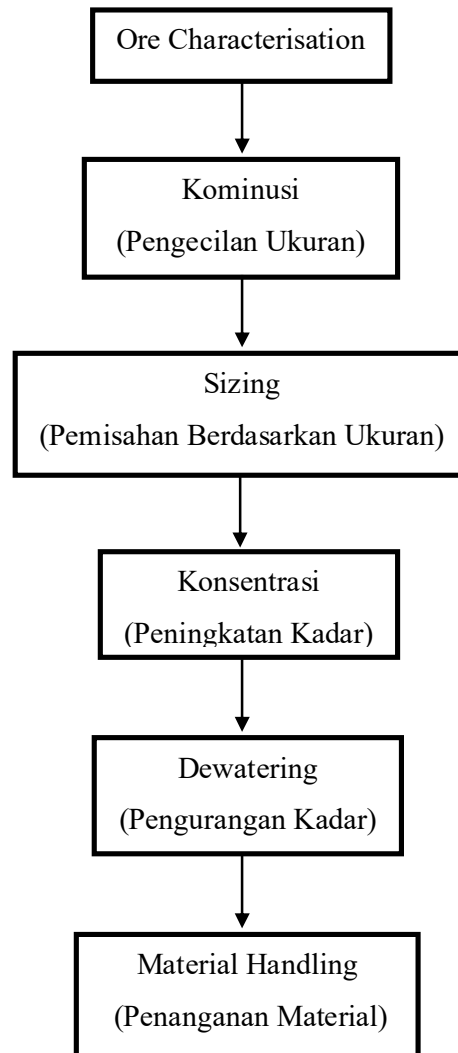
peta cadangan yang telah dilakukan pemboran untuk mengetahui kekayaan dari cadangan tersebut dan mengarahkan agar sesuai dengan pedoman atau prosedur pengelolaan lingkungan hidup dan keselamatan kerja di lapangan. Hasil produksi dari mitra usaha di beli oleh perusahaan sesuai harga yang telah disepakati dalam Surat Perjanjian Kerja Sama.

2.2 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan adalah proses dimana bijih diolah sedemikian rupa dengan mempergunakan sifat fisika atau kimianya sehingga menghasilkan produk berharga atau produk yang diinginkan (*konsentrat*) dan produk yang tidak berharga atau mineral pengotor (*tailing*) dengan tidak mengubah sifat fisika atau kimia mineral yang diolah (Sudarsono.S.Arief, 2003). Umumnya, bahan galian tambang jarang ditemukan dalam keadaan mempunyai kadar mineral atau logam berharga yang tinggi dan siap untuk dijual atau diproses lebih lanjut, seperti peleburan.

Oleh sebab itu, bahan galian harus menjalani pengolahan bahan galian untuk meningkatkan mutu dan kadar sampai memenuhi kriteria pemasaran atau peleburan. Proses pengolahan bahan galian dapat memperoleh keuntungan, antara lain :

1. Mengurangi ongkos pengangkutan, karena sebagian besar gangue mineral telah dibuang.
2. Memungkinkan untuk melakukan penambangan dengan skala besar untuk bijih berkadar rendah, sehingga biaya lebih murah dibandingkan jika dilakukan metode penambangan secara selektif yang membutuhkan biaya tinggi.
3. Mengurangi biaya proses peleburan atau pemurnian.



Gambar 2. 1 Tahapan Utama Pengolahan Bahan Galian

2.2.1 Konsentrasi Gravitasi

Konsentrasi gravitasi (*Gravity Concentration*) merupakan suatu proses pemisahan mineral yang memiliki berat jenis berbeda-beda menjadi mineral saling terpisah antara mineral berharga dan mineral lainnya yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi dalam media air. Alat yang biasa digunakan dalam konsentrasi gravitasi yaitu *sluice box*, *shaking table*, Jig, Air Table dan spiral concentrator. Berdasarkan gerakan fluida yang digunakan, konsentrasi gravitasi dibagi menjadi tiga metode, antara lain :

1. Konsentrasi gravitasi fluida, menggunakan DMS (*Dense Medium Separation*).
2. Konsentrasi gravitasi menggunakan gerak fluida horizontal, dengan meja goyang, (*shaking table*), konsentrasi dengan (*sluice box*) dan spiral concentrator.
3. Konsentrasi gravitasi menggunakan aliran fluida vertikal, dengan *Jig*.

Dalam proses konsentrasi gravitasi selain berat jenis, bentuk dan ukuran partikel akan mempengaruhi proses pemisahan. Partikel mineral dengan berat jenis tinggi dan berukuran sangat kecil akan menjadi lebih ringan dari partikel mineral ringan dengan ukuran yang besar. Penggunaan konsentrasi gravitasi umumnya dilakukan pada pemisahan yang mempunyai massa jenis yang mencolok, sehingga pada akhir proses akan terjadi pengelompokan mineral yaitu kelompok mineral dengan berat jenis tinggi dan kelompok mineral dengan berat jenis rendah, dimana salah satu kelompok tersebut menjadi produk proses konsentrasi yaitu konsentrat.

Konsentrasi gravitasi diterapkan dengan menggunakan prinsip sebagai berikut:

1. Metode konsentrasi gravitasi memisahkan mineral menggunakan perbedaan berat jenis berdasarkan gerakan relatif sebagai respon dari gravitasi maupun gaya lainnya.
2. Dalam zat cair, pergerakan partikel tidak hanya berasal dari berat jenis namun juga dapat berasal dari ukuran partikel.
3. Partikel dengan ukuran yang lebih kecil akan berpengaruh terhadap partikel yang lebih besar.

Proses konsentrasi mineral dengan metode gravitasi umumnya akan menghasilkan dua macam produk yaitu konsentrat dan *tailing* dari suatu umpan. Kemudian akan dilakukan perbandingan antara kedua produk hasil pencucian. Perbandingan dapat dilakukan dengan menghitung seberapa besar nilai konsentrat yang didapat dengan membandingkan berat umpan terhadap berat konsentrat yang dihasilkan.

2.2.2. Washing Plant

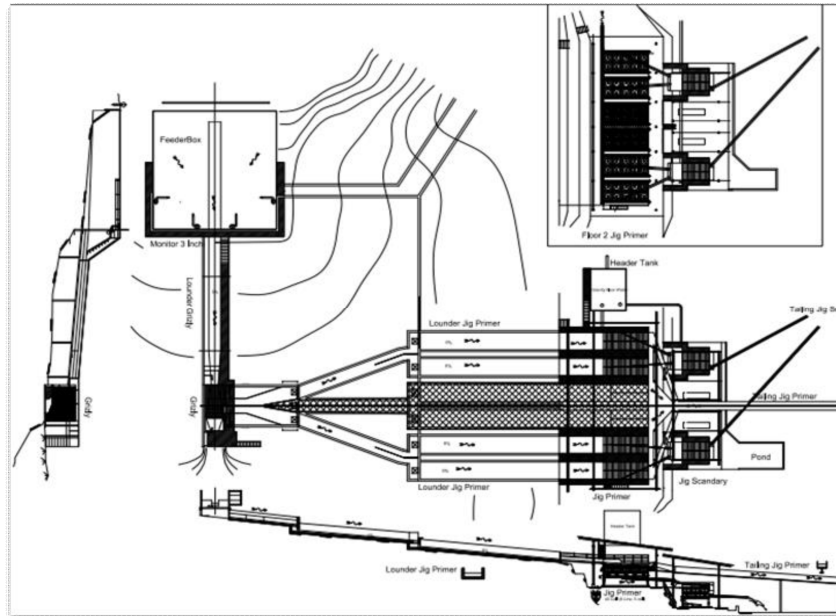
Washing plant merupakan proses yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas timah agar dapat memenuhi kriteria atau syarat penggunaan tertentu, termasuk untuk membersihkan timah tanpa mengurangi impuritis anorganik. Timah akan dilakukan pencucian secara mekanis yaitu komposisi ukuran yang dibedakan dengan berat jenis dari material yang dipisahkan. (Herdianto, 2007).

Dalam proses pencucian timah untuk memisahkan dari mineral pengotor (*tailing*) digunakan berbagai jenis peralatan konsentrasi berdasarkan sifat-sifat timah dari mineral pengotornya. Perbedaan tersebut dapat berupa sifat fisik atau mekanik dari butiran tersebut seperti berat jenis, ukuran, warna, kilap dan lainnya (Kitesguardians, 2005;1–3). Metode Washing Plant ini menggunakan dua alat yaitu alat *Pan Jig* dan *Sluice Box* sebagai alat pemisahan mineral berat dan mineral ringan dengan kecepatan debit aliran air yang akan membentuk suspense yang tinggi dan mempunyai tingkat kekentalan yang tinggi.

2.3 Pengolahan Bijih Timah

2.3.1 Pan Jig

Pan Jig merupakan alat pencucian atau pemisah mineral berharga dengan mineral pengotornya (*tailing*) berdasarkan perbedaan nilai spesifik dari mineral serta ukuran dari bijih timah dan mineral ikutannya. Nilai spesifik mineral yang menjadi dasar utama dalam penggunaan alat *Jig* sebagai alat pemisah adalah perbedaan berat jenis pada mineral-mineral. Pada dasarnya proses pencucian atau pemisahan mineral didalam alat *Jig* dapat terjadi akibat adanya prinsip klasifikasi mineral sulfida. *Pan Jig* dilengkapi dengan mekanisme yang menyebabkan terjadinya tekanan dan hisapan yang diimbangi dengan pemakaian air tambahan yaitu berupa diafragma atau torak yang digerakkan dari monitor.



(Sumber : Processing Departement, PT. Mitra Stania Prima 2021)

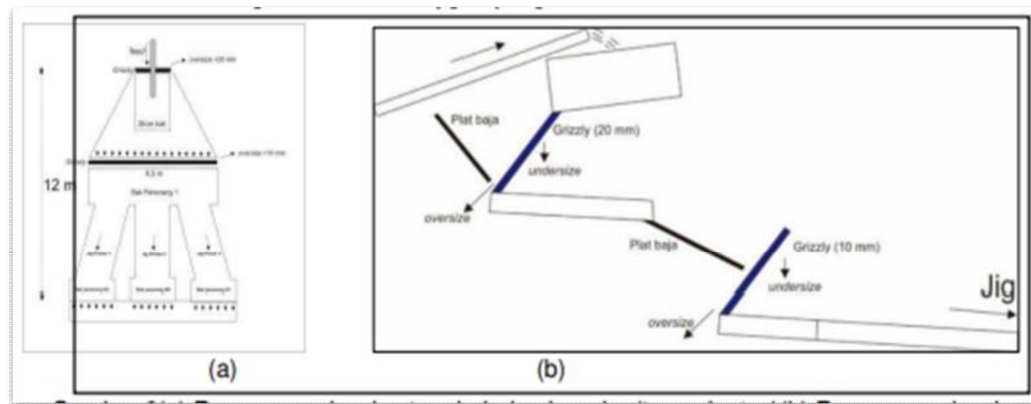
Gambar 2. 2 Proses Pengolahan Pan Jig

Pemisahan mineral berdasarkan berat jenis yang berbeda dalam alat *Pan Jig* dilakukan di *bed* yang diberikan fluida oleh arus air yang naik turun, sehingga menghasilkan stratifikasi (Lyman, 1992). Partikel yang berat akan tenggelam dan bermigrasi melalui *bed* sehingga terjadi konsentrasi, sedangkan partikel yang ringan akan menjadi *Overflow* atau *tailing* (Falconer, 2003). Kapasitas dari alat *Pan Jig* harus direncanakan berdasarkan jumlah *feed* yang akan diolah. Kapasitas pencucian diobjek produksi dapat diketahui dengan menghitung kapasitas satu unit *jig* .(Pusdiklat PT Timah, 2012).

Pada pengolahan ini, diketahui bahwa proses pencucian bijih timah berlangsung melalui dua tahapan, yaitu tahap pertama adalah penyaringan bijih timah yang bertujuan untuk mempersiapkan umpan (*feed*) jig primer. Persyaratan umpan jig primer adalah sebagai berikut:

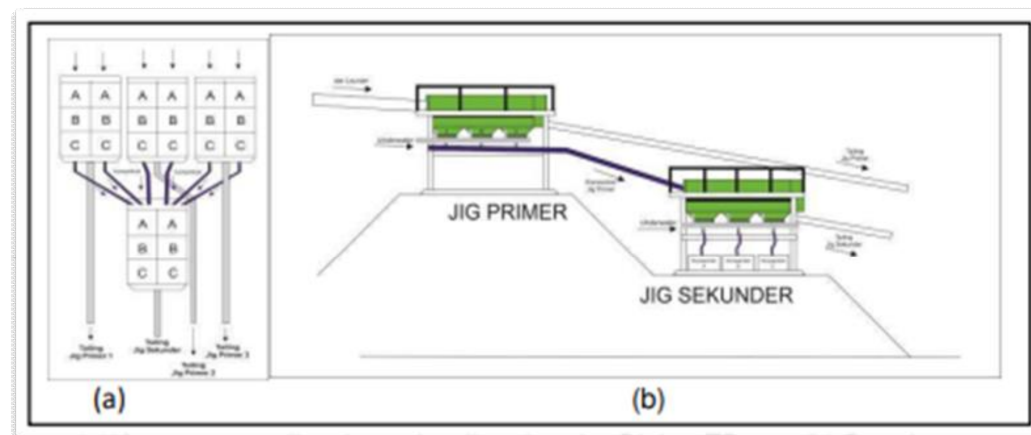
1. Material harus bebas dari partikel yang berukuran besar dan kayu
2. Umpan masuk harus dalam bentuk lumpur
3. Material harus dalam bentuk lepas

Pada umumnya, material yang berasal dari penggerukan masih saling terkait antara butiran yang satu dengan butiran yang lain. Dengan ditentukan persyaratan umpan untuk jig primer, maka harus dilakukan terlebih dahulu pelepasan butiran material dari ikatannya dan penyaringan bijih. Selanjutnya hasil pencucian timah dari *Open Pit* dibawa ke pusat pengolahan bijih timah untuk diolah lebih lanjut agar dapat menjadi rimah siap lebur dipabrik peleburan (*smelter*).



(Sumber : Processing Departement, PT. Mitra Stania Prima 2021)

Gambar 2. 3 (a) Rancangan Desain Bak dan Launder (tampak atas),(b) Rancangan Desain Bak dan Launder (tampak samping)



(Sumber : Processing Departement, PT. Mitra Stania Prima 2021)

Gambar 2. 4 (a) Kompartemen Jig primer dan Jig sekunder (b) Desain rancangan Jig primer dan Jig sekunder (tampak samping)

Saat ini, sistem pencucian atau pengolahan yang digunakan struktur operasi alat *Pan Jig* secara bertingkat dengan sistem sirkulasi tertutup. Pada proses pencucian menggunakan alat *Pan Jig*, variabel sangat berpengaruh besar pada hasil pencucian itu sendiri, dimana variabel yang menentukan seberapa besar hasil yang akan didapatkan dari pencucian tersebut dan sebagai pedoman standar pencucian yang perlu diperhatikan yang berguna untuk mencapai hasil yang diharapkan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 3 Pedoman Standar Pencucian Jig

No	Pedoman Standar	Jig Primer dan Jig Sekunder
1	Panjang Pukulan (mm)	30 - 38
2	Jumlah Pukulan (pukulan/menit)	60 - 120
3	Ketebalan Bed (mm)	100
4	Kecepatan Aliran Air (cm/s)	94-98

(Sumber : Processing Departement, PT. Mitra Stania Prima 2021)

2.3.2 Sluice Box

Sluice box adalah salah satu alat pengolahan sederhana yang biasa digunakan sebagai alat pencucian mineral pada tambang semprot dengan lapisan *aluviall*. Alat *Sluice Box* merupakan suatu alat yang berfungsi memisahkan konsentrat dengan mineral pengotor (*tailing*) berdasarkan prinsip perbedaan berat jenis (*Specific Gravity*). Dalam proses ini diharapkan mineral yang memiliki berat jenis yang tinggi akan mengendap, kemudian akan diambil sebagai konsentrat, sedangkan mineral yang ringan akan terbawa oleh air sebagai pengotor (*tailing*). Alat ini berbentuk box atau kotak yang dapat terbuat dari kayu, baja dan aluminium yang bagian dalamnya dilengkapi dengan *riffle* dengan banyak *riffle*nya ada 3, berguna untuk menahan material yang mempunyai berat jenis relatif besar dibandingkan dengan material lain sehingga mampu mengimbangi gaya dorong dari aliran air. Tinggi dari panjang *riffle* sama seperti panjang alat *Sluice Box* sehingga hanya dapat menahan sedikit *tailing*. Alat *Sluice Box* berbentuk 3 tingkat dengan ukuran masing-masing lebarnya 2 cm, panjang 3 meter, serta kemiringan alat dikisaran 10°-15° tergantung dengan panjang alat *Sluice Box*.

2.4 Perhitungan Kadar

Kadar adalah perbandingan antara berat mineral atau logam tertentu terhadap berat material secara keseluruhan, yang dinyatakan dalam persen (%). Kadar menyatakan tingkat kemurnian mineral berharga dalam konsentrat. Nilai kadar dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Mineral A} = \frac{\text{Berat Mineral A}}{\text{Berat Min.A} + \text{Min.B} + \text{Min.C} + \dots} \quad (1)$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Berat mineral A}}{\text{Berat total umpan dalam material}} \times 100\% \quad (2)$$

2.5. Standar Smelter Perusahaan

Dalam setiap proses pengolahan untuk menghasilkan suatu material atau sampel, tentu ada standar perusahaan untuk memenuhi kriteria pemasaran :
Standarisai kadar bijih timah pada PT. Mitra Stania Prima yaitu diatas 69% , dengan kadar logam yang sudah dilakukan peleburan atau pemurnian dan siap distribusikan yaitu sebesar 99,98%.